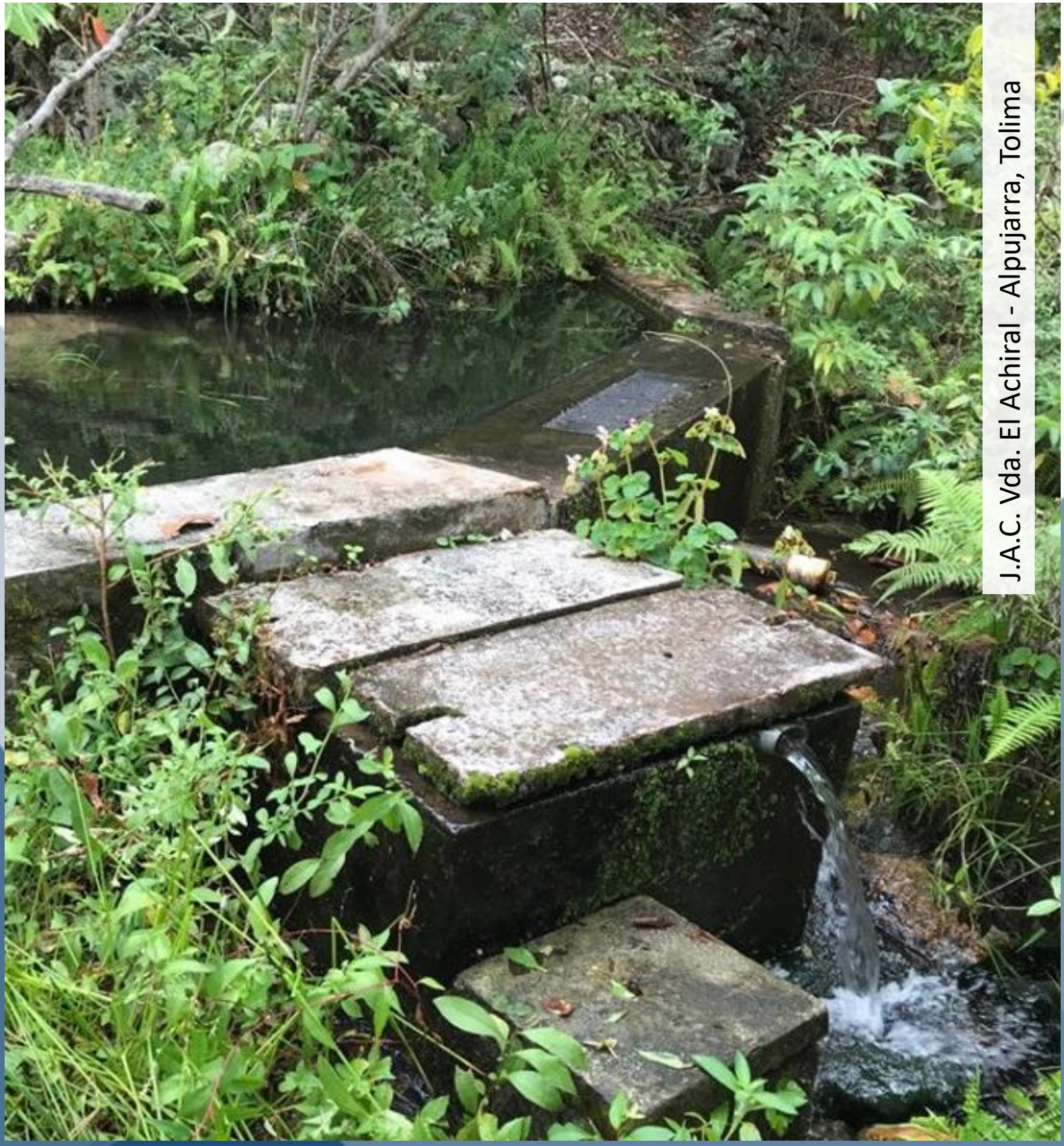


J.A.C. Vda. El Achiral - Alpujarra, Tolima

ANEXO 1 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ALPUJARRA

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE ALPUJARRA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Alpujarra 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Alpujarra 6
Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios 8
Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra. 11
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra 14
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Alpujarra. 15
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra 17
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra 19
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Alpujarra. 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 7
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Alpujarra y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Alpujarra y en las áreas aferentes de los acueductos 21

MUNICIPIO DE ALPUJARRA

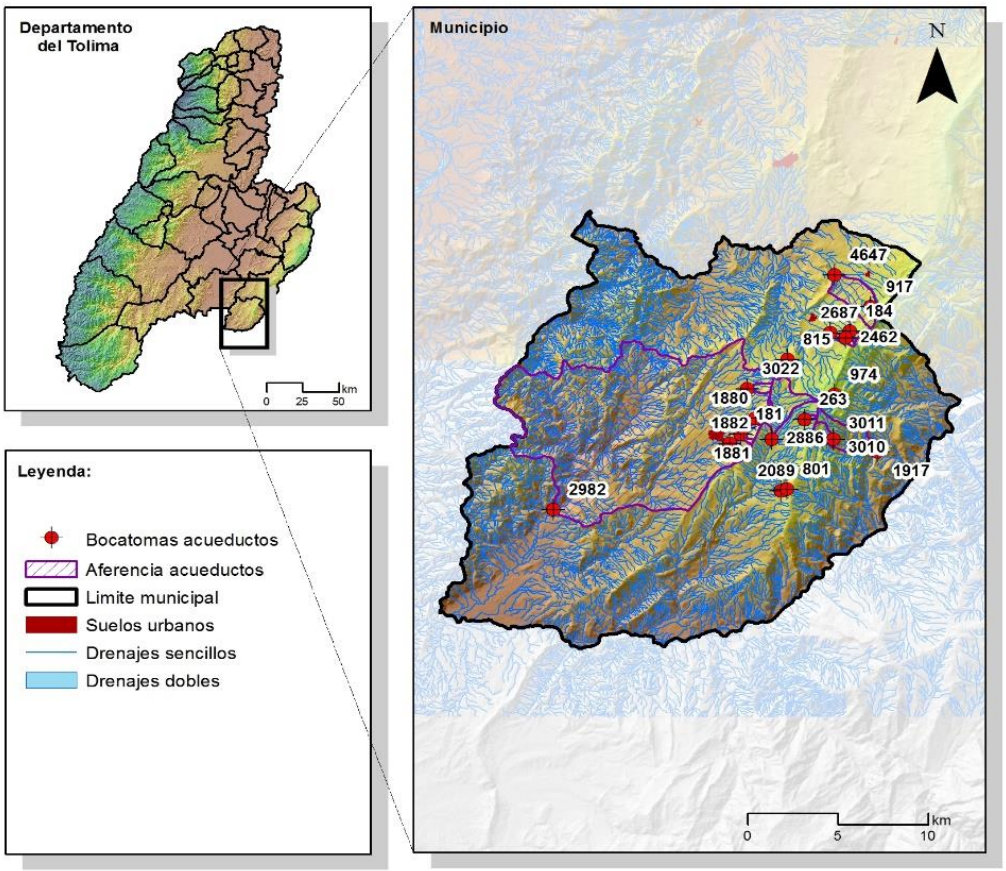
1. Localización

El municipio de Alpujarra se encuentra ubicado al sur del Departamento del Tolima en la zona Sur-Oriental, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°23´de latitud Norte y 74°56´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y a una altura sobre el nivel del mar de 1.360 msnm.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Alpujarra se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 73% de población ubicada en la zona rural y el restante 27% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con 7 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Alpujarra se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Alpujarra

LAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENCIA (HA)
			LATITUD	LONGITUD			
181	MUNICIPIO DE ALPUJARRA.	Malo	3,391887	-74,920319	1469	2	4,90304
184	JAC. VDA. LA ARADA/ALPUJARRA.	Regular	3,447564	-74,865683	1865	2	18,82720
263	JAC. DE LA VEREDA LA LINDOZA.	Regular	3,399963	-74,888385	1887	0,8	14,31329
801	ASOC. DE USUAR ACUED EL ACHIRAL/ALPUJARRA.	Regular	3,362326	-74,897057	1543	1,83	2,06500
815	ASOCIACION DE USUSARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL LA ARADA.	Regular	3,432100	-74,896764	1740	7,6	58,29248
917	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL AGUAMUGROSA/ALPUJARRA.	Malo	3,460771	-74,855473	1827	1,5	15,38106
974	J.A.C. VDA DE LAS MERCEDES.	Regular	3,413261	-74,873406	2016	0,15	18,19037
1880	ASOC. DE USUAR ACUED CABECERA MUNICIPAL ALPUJARRA.	Regular	3,400499	-74,912779	1535	1,5	50,07011
1881	ASOC. DE USUAR ACUED CABECERA MUNICIPAL ALPUJARRA.	Regular	3,395248	-74,918605	1472	7,46	2,42576
1882	ASOC. DE USUAR ACUED CABECERA MUNICIPAL ALPUJARRA.	Malo	3,387016	-74,925642	1389	2	54,79807
1917	JAC. VDA. VEGA GRANDE/ALPUJARRA.	Regular	3,382285	-74,851914	872	1,15	551,08438
2089	JAC. VDA. EL ACHIRAL/ALPUJARRA.	Bueno	3,361319	-74,900040	1465	0,35	5,78638
2210	JAC. VDA. LOS ALPES/ALPUJARRA.	Regular	3,446495	-74,875660	1723	0,64	63,23268
2462	JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO VEREDA LOS ALPES ALTO Y BAJO.	Regular	3,444009	-74,867938	1856	1,1	21,54819

LAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENCIA (HA)
			LATITUD	LONGITUD			
2687	JAC. VDA. LOS ALPES/ALPUJARRA.	Regular	3,446495	-74,875660	1723	1	63,23268
2886	JAC. VDA. GUASIMAL/ALPUJARRA.	Bueno	3,389056	-74,904694	1586	4,29	396,97815
2982	JAC. VDA. LOS MEDIOS/ALPUJARRA.	Malo	3,351211	-75,013517	553	2,65	11024,69845
3010	J.A.C. DE LA VDA. LA MIELECITA.	Regular	3,389148	-74,874003	1789	0	126,74168
3011	J.A.C. DE LA VDA. LA MIELECITA.	Regular	3,389148	-74,874003	1789	0	126,74168
3022	JAC. VDA. AGUA DE DIOS/ALPUJARRA.	Regular	3,416162	-74,916943	1560	0,61	59,26188
4647	JAC. VDA. LOS AMESES/ALPUJARRA.	Bueno	3,477713	-74,873274	1403	1,42	452,44721

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Alpujarra cuenta con 22 concesiones de agua, de las cuales 21 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 40,05 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	17	27,09
MUNICIPAL	4	12,96
TOTAL	**21**	**40,05**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 22 concesiones mencionadas inicialmente, solo 21 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fueron declarada “Archivada” bajo resolución 660 de 21/11/2018, identificados con llave 2774 del usuario JAC. VDA. VEGA GRANDE/ALPUJARRA, con un caudal otorgado de 27 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 13 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Gualandayes la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 10,96 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Alpujarra

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Badillo	2115.10.5.2	4	4,74
Quebrada Gualandayes	2114.2.15.2.2	3	10,96
Quebrada El Chorro	2114.2.8	3	1,15
NN 2	2114.2.13.4	2	2,18
Quebrada Coroma	2114.2.7	1	0,15
Quebrada Aguamugrosa	2115.10.6	1	1,50
Quebrada Guadualeja	2115.23.1	1	1,42
Quebrada Doche	2114.2.15	1	2,65
Quebrada La Pradera	2114.2.13.6	1	0,80
Quebrada Las Flores	2114.2.15.2.1	1	2,00
Quebrada Las Nutrias	2114.2.13.6.1	1	4,29
Quebrada Agua De Dios	2114.2.15.2.3	1	0,61
Quebrada El Lindero	2115.10.5	1	7,60
	TOTAL	**21**	**40,05**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Alpujarra:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Muelle de toma	1
Otra	1
Presa de derivación	1
Toma de rejilla	13
Toma sumergida	5
TOTAL	**21**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

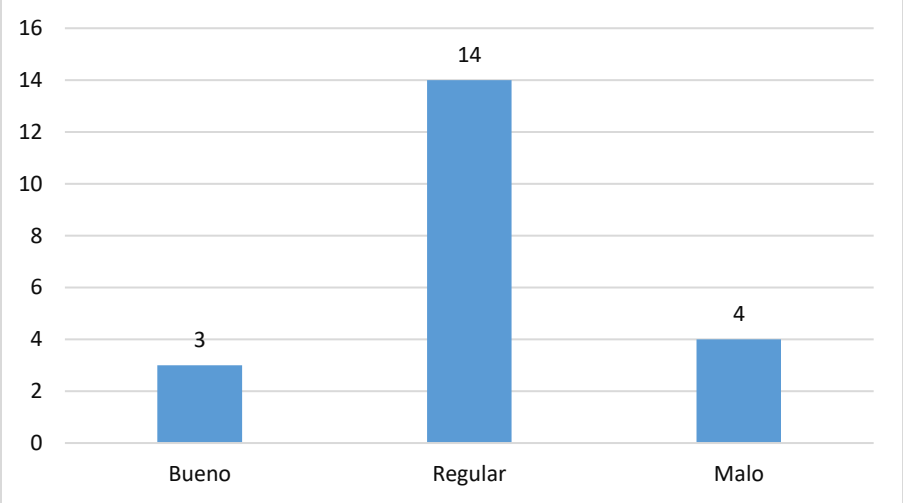
Las visitas realizadas permiten verificar que el 85,71% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	14,29
Regular	14	66,67
Malo	4	19,05

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Alpujarra, fue reportado personal fijo en el área de captación solo para ASOC. DE USUAR ACUED CABECERA MUNICIPAL ALPUJARRA identificada con llave 1881.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 4. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	11.789
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA.

3. Litogeoquímica

Formación Saldaña (Jsv-Jsp)

Esta unidad fue denominada, originalmente, por Renz (in TRUMPY, 1943) como "Post-Payandé Red Beds"; posteriormente Geyer (1973) propuso el nombre de Formación El Salitre y, finalmente, Cediel et al., (1980, 1981), la redefinieron como Formación Saldaña, y localizaron la sección tipo sobre la carretera Alpujarra - Planadas. Mojica y Llinás (1984) y Mojica y Dorado (1987), dividen la Formación Saldaña en dos miembros: la parte superior de carácter volcánico, Miembro Prado y el conjunto sedimentario inferior, Miembro Chicalá. Para la representación cartográfica y debido a la escala del mapa, la Formación Saldaña se representa como Jsv, que corresponde a la parte volcánica con intercalaciones sedimentarias, y Jsp las rocas porfiríticas.

La Formación Saldaña aflora, en el Departamento del Tolima, a manera de bloques discontinuos, tanto en la Cordillera Central como en los valles de los ríos Saldaña y Magdalena y la Cordillera Oriental. Las mejores exposiciones se presentan al suroccidente de Natagaima, en el carreteable a la Vereda Monte Frío y en las carreteras Prado - Dolores, Alpujarra - Planadas y Planadas - Aipe.

Los cuerpos hipoabisales (JSp) son de composición andesítica a dacítica, de tamaño variable, sin superar 10 km² de área; están constituidos por rocas porfiríticas que intruyen la Formación Saldaña y que tienen una íntima relación con el vulcanismo. Los fenocristales varían en tamaño desde milímetros hasta varios centímetros, siendo más frecuentes las rocas con fenocristales grandes de plagioclasa con augita subordinada. La matriz es afanítica a microcristalina; algunos cuerpos tienen amígdalas rellenas con calcedonia o cobre nativo y clorita.

El hecho que estos cuerpos hipoabisales intruyan depósitos volcano-sedimentarios de la Formación Saldaña, junto con el carácter discordante de la Formación Yaví (Cretáceo inferior) sobre algunos de ellos, permiten postular edad jurásica para

éstos, lo que sugiere una asociación estrecha entre la Formación Saldaña y el magmatismo jurásico de la Cordillera Central de Colombia.

En las rocas de la Formación Saldaña son frecuentes las manifestaciones de barita; algunas de ellas fueron explotadas en el pasado. También se conocen mineralizaciones de cobre nativo en Natagaima y Dolores. En Natagaima también se ha reportado fluorita.

Arcillolitas de la Formación Guaduas y unidades equivalentes (KPga)

Corresponde a una secuencia de arcillolitas y lutitas de color rojizo dominante, que ha recibido los nombres de Formación o Grupo Guaduas (HUBACH, 1957), Formación Seca (PORTA, 1965, 1966) o Grupo Guaduala (BELTRÁN y GALLO, 1968); de estos nombres el más usado y arraigado en la literatura geológica es el de Formación Guaduas.

Estas denominaciones se han usado para describir las rocas de composición arcillosa, ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la Cordillera Oriental.

Por lo regular ocupa áreas planas a ligeramente onduladas del valle del Magdalena, como se puede observar en la carretera Guamo-Ortega, entre el río Ortega y la cabecera municipal; en la zona de Cunira, al oriente del Municipio de Coello y entre Payandé-Valle de San Juan y el río Cucuana.

La secuencia consta de arcillolitas y lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas grises y amarillo crema, de grano fino, algunas veces con aspecto de "sal y pimienta". Las areniscas varían en su composición desde ortocuarcíticas, en la base, hasta arcósicas, en la parte superior. Localmente se presentan intercalaciones de conglomerados con clastos de chert y cuarzo.

Grupo honda Ngh

El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla Natagaima - Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones (SGC, 2001).

En el extremo sur del Valle Medio del Magdalena, que corresponde al norte del Tolima, está constituida, en la parte inferior, por areniscas y arcillolitas de color rojo y gris, con algunos conglomerados, con escasos fragmentos de origen volcánico. Luego se presentan intercalaciones de conglomerados, conglomerados arenosos, areniscas con abundantes fragmentos volcánicos, en menor proporción arcillolitas.

En la parte superior hay predominio de capas rojas de lutitas y areniscas de grano fino sin fragmentos volcánicos (SGC, 2001).

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villa vieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima (SGC, 2001).

Aluviones y terrazas (Qal)

Extensas zonas de los valles de los ríos Magdalena y Saldaña y sus tributarios están cubiertas por depósitos sedimentarios aluviales. Los más antiguos han sido erosionados y presentan formas aterrazadas. Generalmente son depósitos de gravas y arenas, con intercalaciones limosas y arcillosas, con poca o ninguna consolidación, y selección regular a buena. El espesor de los depósitos, así como la litología de los fragmentos constituyentes son muy variables, dependiendo del área fuente y el sitio de acumulación.

En el sur del Tolima los aluviones más conocidos están relacionados con el río Saldaña; su interés radica en su riqueza aurífera y desde hace varios años han sido objeto de explotación.

En varias otras zonas del departamento existen aluviones y terrazas de menor extensión, algunos auríferos y otros explotados para obtención de materiales de construcción, especialmente gravas y arenas.

La edad de estas acumulaciones es holocénica a reciente; por tanto unas están en proceso de formación debido a la dinámica fluvial permanente, mientras que otras se han formado en eventos extraordinarios como flujos torrenciales en épocas invernales.

4. Hidrogeología

En el municipio de alpujarra se localizan acuíferos del grupo de rocas del cretácico superior (K1) y el grupo Honda, a continuación, se cita la descripción de esta unidad realizada en el atlas de aguas subterráneas. Sistemas de acuíferos de media productividad, con capacidad especifica entre 1.0 y 2.0 l/s/m.

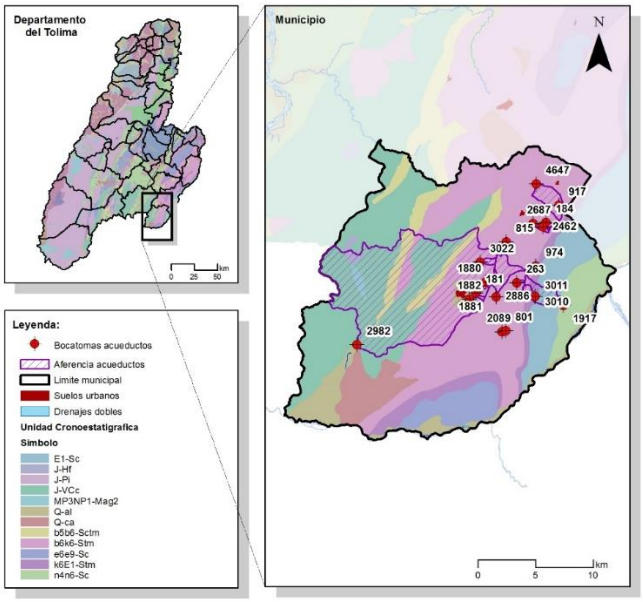
Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del

Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Es un acuífero multicapa, considerándose como el de mayor extensión regional y mayor espesor en el área de la plancha 5-14. De tipo confinado a semiconfinado en sus áreas de almacenamiento; al norte de la plancha, se encuentra conectado hidráulicamente con el Acuífero Abanico del Guamo – Espinal, (INGEOMINAS, 1999), se calcula en varios pozos perforados por Ingeominas (Castilla, Lisboa, El Cucharo, Jabalcón) una capacidad especifica menor de 1.0 l/s/m, por lo cual se clasifica el acuífero de baja productividad.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 5. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	5695,425	45,15%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		4662,135	36,96%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano		1266,116	10,04%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		287,120	2,28%
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas	Paleoceno		277,881	2,20%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneis del Barro	169,791	1,35%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Guaduas	118,135	0,94%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña	107,969	0,86%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Arcillolitas de Colombia	29,552	0,23%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

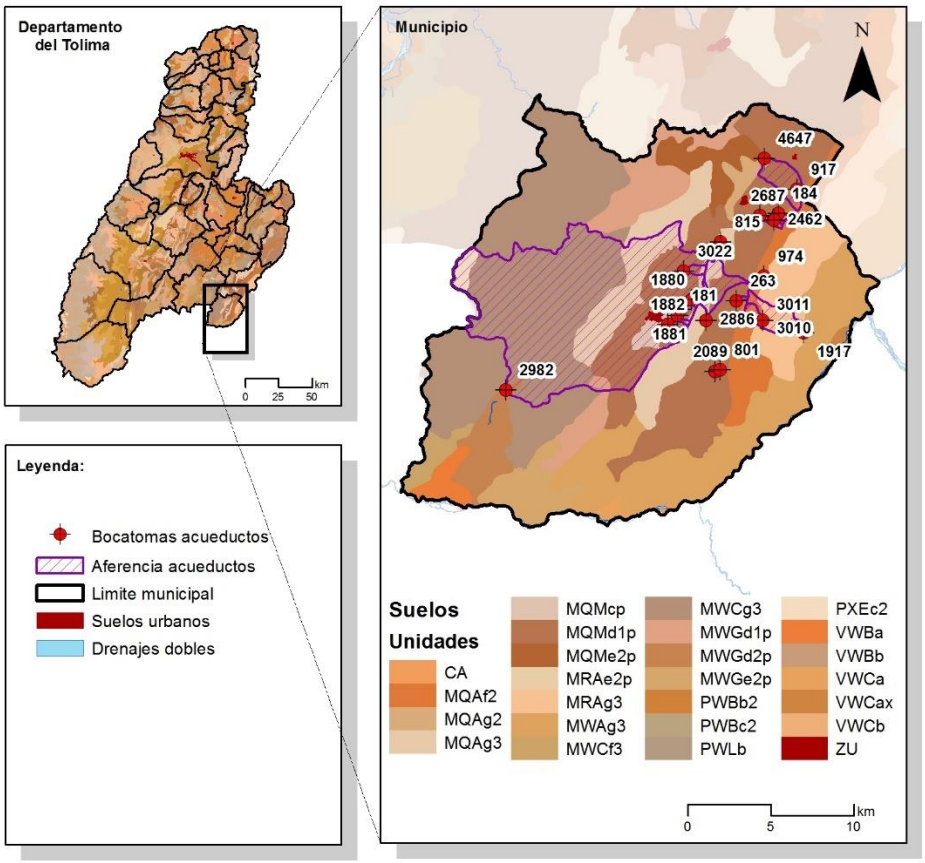
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión. Los suelos presentes en el municipio de Alpujarra se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Alpujarra se encuentran en diferentes suelos pertenecientes a unas unidades con un mayor porcentaje que cabe resaltar como son: MWCg3 con el 23.00% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, estos suelos presentan erosión moderada a severa

causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas y tienen abundante piedra superficial, además la vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.
MQMd1p con el 19.849% del área total, estos suelos superficiales son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas gruesas a medias, fuertemente ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, donde predomina un relieve escarpado
MQAf2 con el 17.971% del área total, estos suelos superficiales, son excesivamente drenados, de texturas medias a finas, ácidos, niveles altos en materia orgánica y de fertilidad baja, donde predomina un relieve escarpado.

El 38.468% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a las unidades MQA, MWG, MQM, MRA estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas, gruesas a finas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada a baja, estos suelos presentan erosión hídrica ligera, con frecuentes deslizamientos, Los suelos restantes pertenecen a las unidades PXEc2 (0.658%), ZU (0.054%).

Tabla 6. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MWCg3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	19610,17	23,000%
MQMd1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	16923,44	19,849%
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	15322,02	17,971%
MRAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	11034,32	12,942%
MWAg3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	10164,54	11,922%
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	4289,95	5,032%
MWGd1p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	VERTISOLES	3904,24	4,579%
MWGd2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	VERTISOLES	1436,51	1,685%
MQMe2p	Templado	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias	Media	INCEPTISOLES	1158,63	1,359%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
	húmedo			(areniscas y arcillolitas)				
PXEc2	Cálido muy seco	Piedemonte	Lomas y colinas	Tobas, areniscas tobáceas y conglomerados	Media y gruesa	ENTISOLES	561,15	0,658%
MQMcp	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	409,79	0,481%
MQAg2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	400,24	0,469%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	46,11	0,054%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

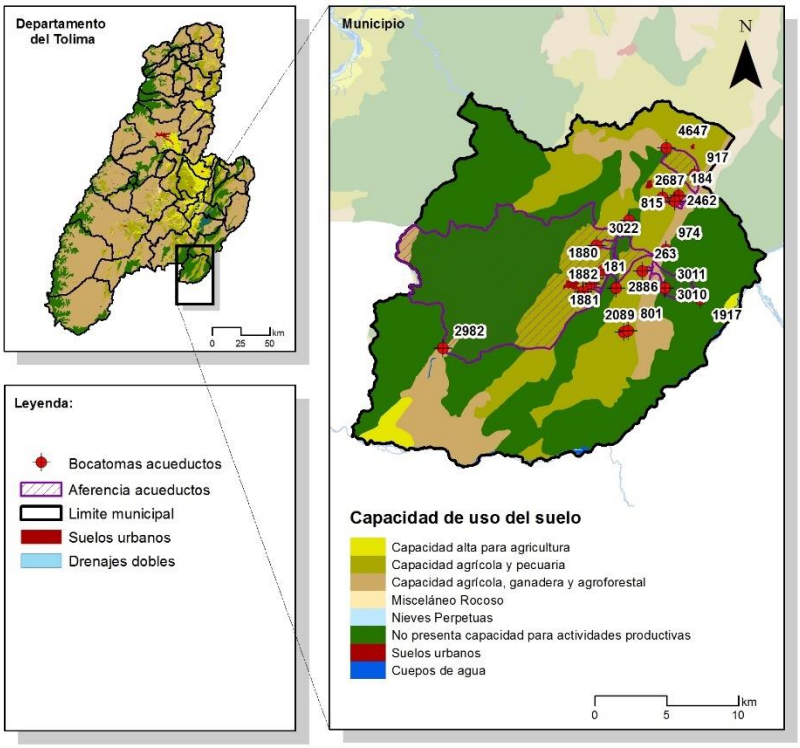
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 7. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Alpujarra.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	8128,37394	64,49%
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	2976,05549	23,61%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	409,79457	3,25%
8pe	No presenta capacidad para actividades productivas	385,90881	3,06%
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	299,282493	2,37%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	259,887772	2,06%
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	84,3986342	0,67%
ZU	ZU	46,1133688	0,37%
		12,1937517	0,10%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1,84175001	0,01%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 64.49 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales presentan limitaciones muy severas que la hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales; solamente deben ser empleados para la vida silvestre, belleza escénica, zonas de protección especial y como banco de flora y fauna.

El 23.61% de los suelos de la clase agroecológica 4 tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro. En las áreas sub-húmedas y semiáridas los rendimientos de los cultivos están relacionados directamente con la distribución de las lluvias; así, los suelos pueden producir altos rendimientos durante los años en los cuales la humedad sea adecuada, bajos rendimientos durante los años de lluvias regulares y fracasos durante los años de lluvias escasas. de El 11.9% restante de las áreas aferentes se encuentra una variedad en la clasificación agroecológica que va de la categoría 4, 6, 7, 8 donde se abarcan limitaciones muy severas que la hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales hasta donde son aptas para la explotación ganadera con

pastos mejorados resistentes a la sequía y manejo técnico para evitar el sobre pastoreo, esto se debe hacer combinada con prácticas que protejan la vegetación natural mediante programas de reforestación y recuperación de las áreas deterioradas por la erosión.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

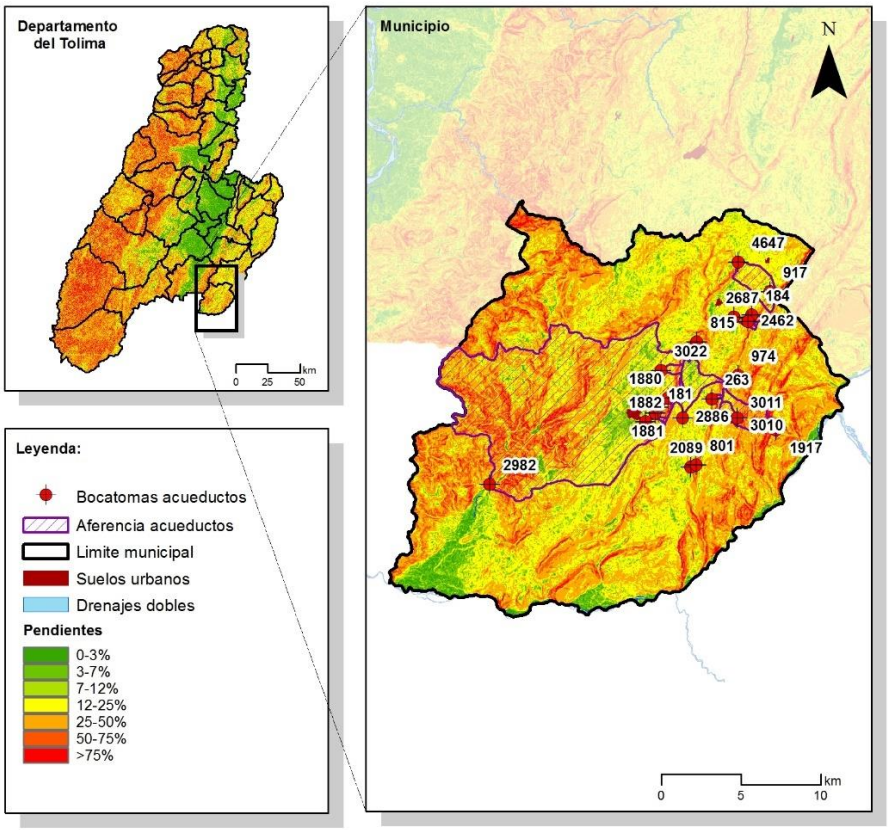
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 8. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	169,36	1,34%
>75%	Fuertemente escarpado	608,64	4,83%
50-75%	Moderadamente escarpado	1404,22	11,15%
7-12%	Moderadamente inclinado	3817,51	30,30%
25-50%	Ligeramente escarpado	4218,61	33,49%
12-25%	Fuertemente inclinado	1909,09	15,15%
3-7%	Ligeramente inclinado	470,94	3,74%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Alpujarra y en sus áreas aferentes



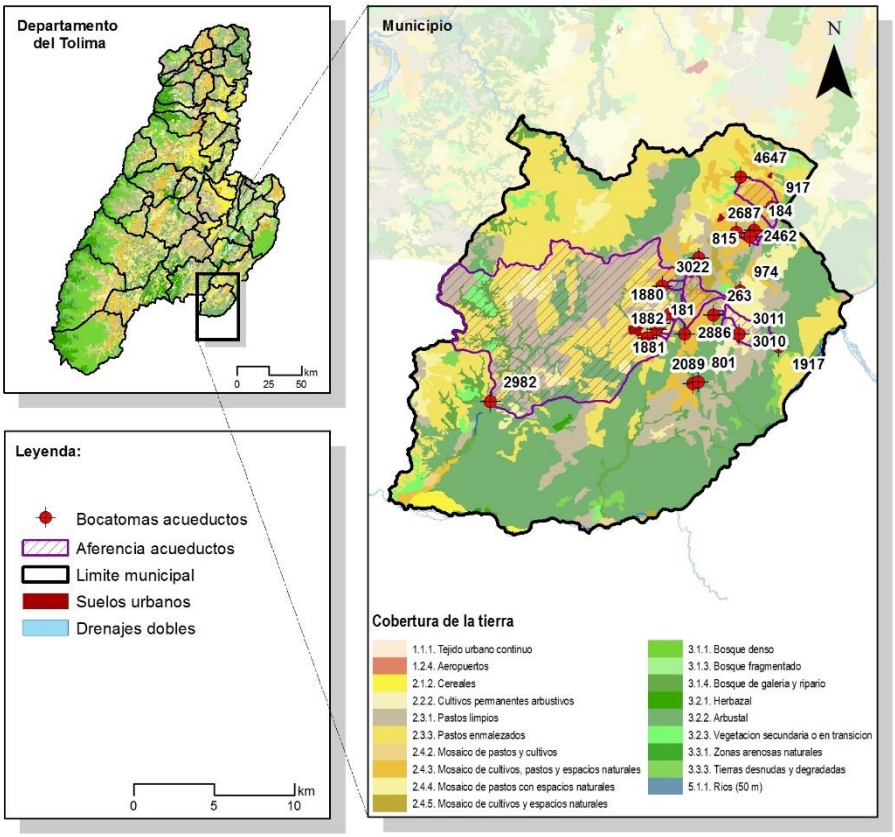
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Alpujarra se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra es de 7-12% y 25-50% conformando una topografía de moderada a ligeramente escarpada y abarcando un total de 63.79% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas , abarcando un área de 15.15% y 11.15% respectivamente del total del área ya para las áreas que menos predominan son fuertemente escarpado, ligeramente inclinado y plano abarcando respectivamente el 4.83%, 3.74% y 1.34% para el total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Alpujarra se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Alpujarra y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 9. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.3	Pastos enmalezados	3854,803672	30,60%
2.3.1	Pastos limpios	3739,607266	29,69%
3.2.2.2	Arbustal abierto	1450,648386	11,52%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	1109,273589	8,81%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	830,726177	6,60%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	629,654345	5,00%
3.2.2.1	Arbustal denso	344,94276	2,74%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	276,454114	2,19%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	161,236594	1,28%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	94,729595	0,75%
1.1.1	Tejido urbano continuo	34,78878	0,28%
2.2.2.2	Cafe	32,023311	0,25%
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	14,409772	0,11%
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	11,57367	0,09%
1.2.4	Aeropuertos	6,983844	0,06%
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	3,860586	0,03%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 30.6% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra presentan cobertura por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. El 29.69% Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. El 11,52% Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. El 8.81% Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas.
Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Las áreas restantes las conforman los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, los pastos limpios, Bosque denso bajo de tierra firme y solamente el 0,25% del área los cultivos de café.

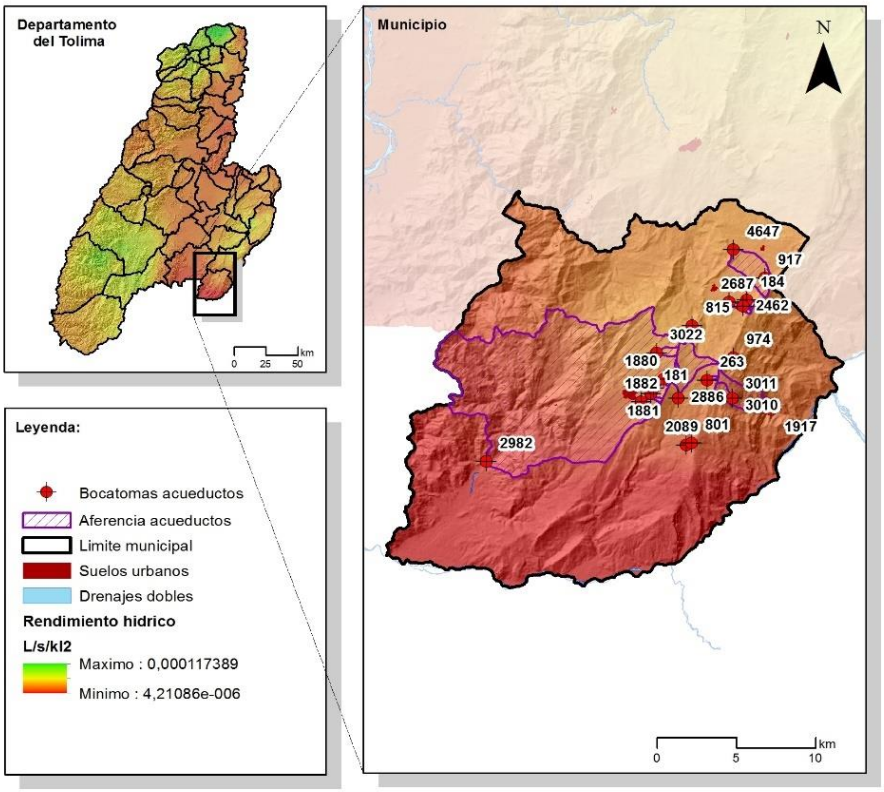
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Alpujarra y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Alpujarra.

LLAVE	Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
184	0,1883	0,0043	2115.10.5.2	Quebrada Badillo	7,2014	0,1686	2,54%	2,61%
2462	0,2155	0,0049	2115.10.5.2	Quebrada Badillo			2,88%	2,99%
2210	0,6323	0,0096	2115.10.5.2	Quebrada Badillo			5,71%	8,78%
2687	0,6323	0,0096	2115.10.5.2	Quebrada Badillo			5,71%	8,78%
917	0,1538	0,0035	2115.10.6	Quebrada Aguamugrosa	8,0708	0,1930	1,80%	1,91%
4647	4,5245	0,1021	2115.23.1	Quebrada Guadualeja			52,91%	56,06%
974	0,1819	0,0041	2114.2.7	Quebrada Coroma	9,3650	0,1831	2,21%	1,94%
815	0,5829	0,0148	2115.10.5	Quebrada El Lindero	20,7867	0,5009	2,96%	6,22%
3022	0,5926	0,0157	2114.2.15.2.3	Quebrada Agua De Dios	3,7164	0,0957	16,43%	2,85%
263	0,1431	0,0031	2114.2.13.6	Quebrada La Pradera	4,1100	0,0885	3,53%	3,85%
1880	0,5007	0,0123	2114.2.15.2.2	Quebrada Gualandayes	6,4707	0,1520	8,07%	12,18%
1881	0,0243	0,0005	2114.2.15.2.2	Quebrada Gualandayes			0,35%	0,37%
181	0,0490	0,0011	2114.2.15.2.2	Quebrada Gualandayes			0,70%	0,76%
2886	3,9698	0,0959	2114.2.13.6.1	Quebrada Las Nutrias	3,9873	0,0962	99,66%	99,56%
3010	1,2674	0,0253	2114.2.8	Quebrada El Chorro	11,3499	0,2072	12,19%	31,79%
1917	5,5108	0,0809	2114.2.8	Quebrada El Chorro			39,07%	48,55%
3011	1,2674	0,0253	2114.2.8	Quebrada El Chorro			12,19%	11,17%
1882	0,5480	0,0112	2114.2.15.2.1	Quebrada Las Flores	8,0837	0,1471	7,60%	6,78%
801	0,0206	0,0003	2114.2.13.4	NN 2	2,4910	0,0345	0,79%	0,26%
2089	0,0579	0,0005	2114.2.13.4	NN 2			1,56%	2,32%
TOTAL	21,0632	0,4249			85,6329	1,8666	278,87%	309,74%

LLAVE	Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO SUBZONA	NOMBRE DE LA SUBZONA	Área de la subzona (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO SUBZONA	% RH Área Aferente respecto SUBZONA	% Área de Aferencia respecto Área SUBZONA
2982	110,2470	1,8009	2114.2.15	RIO CABRERA	596,1380	2,0958	85,93%	18,49%

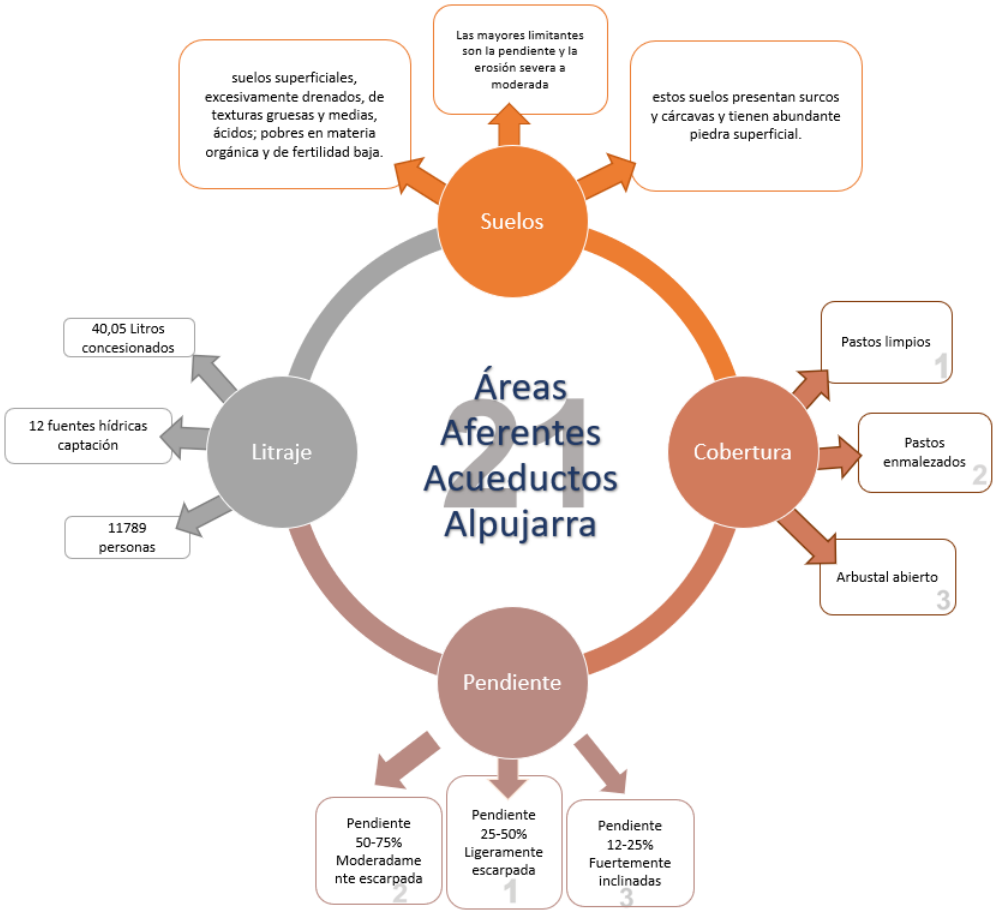
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El área aferente del acueducto de la junta de acción comunal de la vereda guasimal, presenta un rendimiento hídrico de 0.0959 l/s/Km^2 que corresponde al 99.66% del rendimiento hídrico total de la microcuenca las Nutrias, pues abarca el 99.56% del

área de la misma. EN el área aferente para la microcuenca Guadualeja comparte el rendimiento hídrico con la microcuenca denominada Aguamugrosa donde la llave 4647 (JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LOS AMESES), presentan un rendimiento hídrico de 0.1021 l/s/km^2 y corresponde al 52.91% del rendimiento hídrico total de la microcuenca, pues abarca 56.06% del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto del municipio de Alpujarra, con 0,0005 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,35% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Gualandayes.

Para la llave 2982 correspondiente a la (JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LOS MEDIOS), el área aferente de este punto abarca una gran mayoría de microcuencas lo cual presentamos el rendimiento hídrico frente a una subzona hidrográfica (rio cabrera), basado en esto tenemos que el rendimiento hídrico de 1.80 l/s/Km^2 corresponde al 85.93% del rendimiento hídrico total de la subzona hidrográfica (rio cabrera), abarcando un área del 18.49% del total de esta.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alpujarra



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. La Tebaida, Qda. La Chumba – Alvarado, Tolima

ANEXO 2 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE AlVARADO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE ALVARADO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Unidades de suelo** 12
5. **Capacidad de uso del suelo** 15
6. **Pendientes** 17
7. **Cobertura de la tierra** 19
8. **Rendimiento hídrico** 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Alvarado 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Alvarado. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Alvarado 10
Tabla 8. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado. 12
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado. 14
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Alvarado 15
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado 18
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado 19
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Alvarado 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Alvarado y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes. 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Alvarado y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Alvarado y en las áreas aferentes de los acueductos 21
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado 22

MUNICIPIO DE ALVARADO

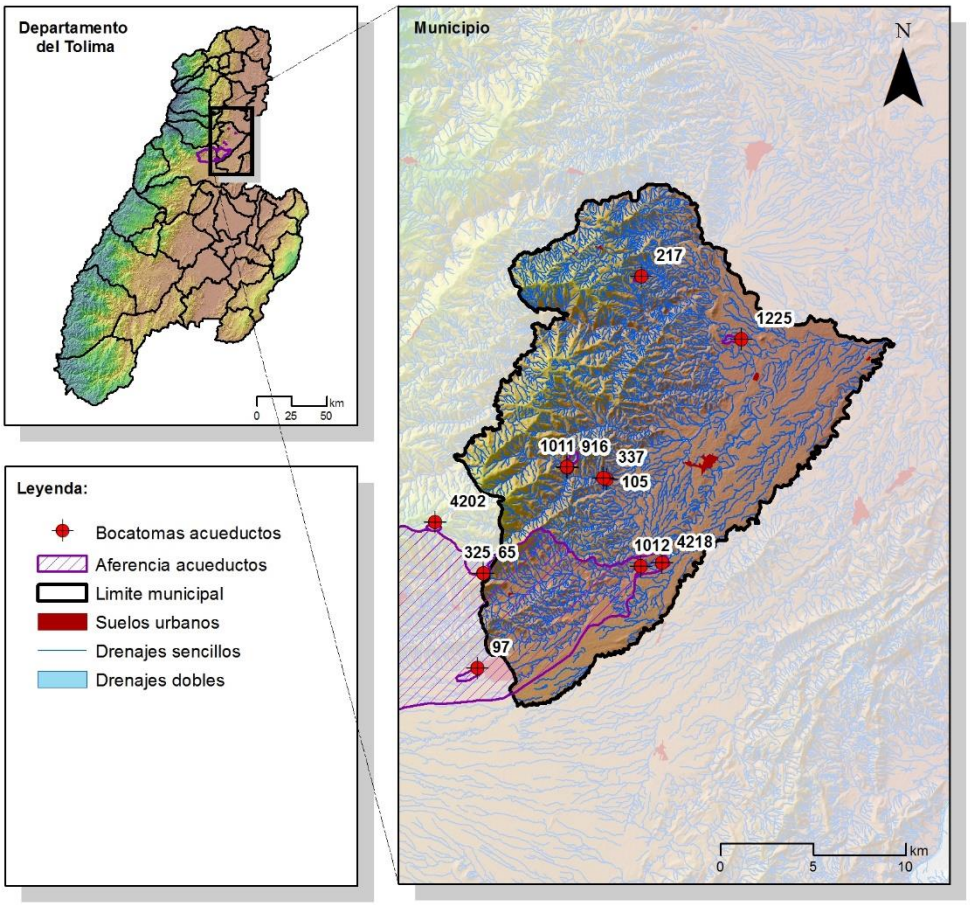
1. Localización

El municipio de Alvarado se encuentra ubicado en el centro del Departamento del Tolima, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 04º 34' 06" de latitud Norte y 74º 57' 24" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Se ubica a los 439 m.s.n.m, limitando por el norte con Venadillo, occidente con Anzoátegui, oriente con Piedras y sur con Ibagué. Su temperatura promedio es 26 grados y la distancia a la capital 35Km.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Alvarado se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 62% de población ubicada en la zona rural y el restante 38% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con 7 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Alvarado se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Alvarado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Alvarado

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONSECIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
65	JAC. VDA. LA TEBAIDA/ALVARADO	Regular	4,512980	-75,06177	965	1,5	158,870837
97	J.A.C. VDA. LA CHUMBA	Bueno	4,466720	-75,06447	753	3	49,420711
105	JAC. VDA. LA PALMILLA/ALVARADO	Regular	4,559200	-75,00165	537	4	11,59122
217	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE TOTARITO	Bueno	4,658030	-74,98507	1367	1	5,751779
325	JAC. VDA. LA TEBAIDA/ALVARADO	Regular	4,512969	-75,06171	966	0,2	158,870837
337	JAC. VDA. LA PALMILLA/ALVARADO	Malo	4,559759 25	-75,00348	559	0,2	16,896564
916	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA HATICO TAMARINDO	Bueno	4,564914	-75,02108	636	4	29,571386
1011	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA HATICO TAMARINDO	Malo	4,564980	-75,02115	637	6	29,571386
1012	MUNICIPIO DE ALVARADO	Bueno	4,516741	-74,98507	509	20	15734,516
1225	ASOC. PARA ADMIN SOSTEN Y MTO DEL ACUED Y ALCANT DE CALDAS VIEJO	Malo	4,627444	-74,93625	397	10	28,298368
4202	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL MONTEGRANDE LA TIGRERA	Regular	4,538080	- 75,085280	1951	9,65	25,854331
4218	MUNICIPIO DE ALVARADO	Malo	4,518362	-74,97477	510	3,4	15875,8392

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Alvarado cuenta con 16 concesiones de agua, de las cuales 12 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 62,95 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	9	29,55
MUNICIPAL	2	23,40
CORREGIMIENTO	1	10,00
TOTAL	**12**	**62,95**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 16 concesiones mencionadas inicialmente, solo 12 cuentan con continuidad del servicio ya que tres (3) fueron declaradas en “caducidad” bajo resolución 3930 de 28/11/2016, identificados con llave 2766, 2765, 2764 del usuario JAC. DE LA INSPECCION VDA. VERACRUZ/ALVARADO, con un caudal otorgado de 3,01 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 6 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada La Caima la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 4 concesiones que corresponden al 33,33% del total de concesiones para acueductos del municipio de Alvarado, adicional el río Alvarado cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 23,40 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Alvarado.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada La Caima	2124.2.45.7.1	4	14,20
Quebrada La Chumba	2124.2.45.7.2	2	1,70
Rio Alvarado	2124.2.45.7	2	23,40
Rio La China	2124.2.45	2	19,65
Quebrada Sto. Domingo	2124.2.45.2	1	1,00
Quebrada Manjarres	2124.2.45.7.3	1	3,00
TOTAL		**12**	**62,95**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Alvarado:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	5
Toma lateral	4
Otra	1
Camara de toma directa	1
Toma de rejilla	1
TOTAL	**12**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

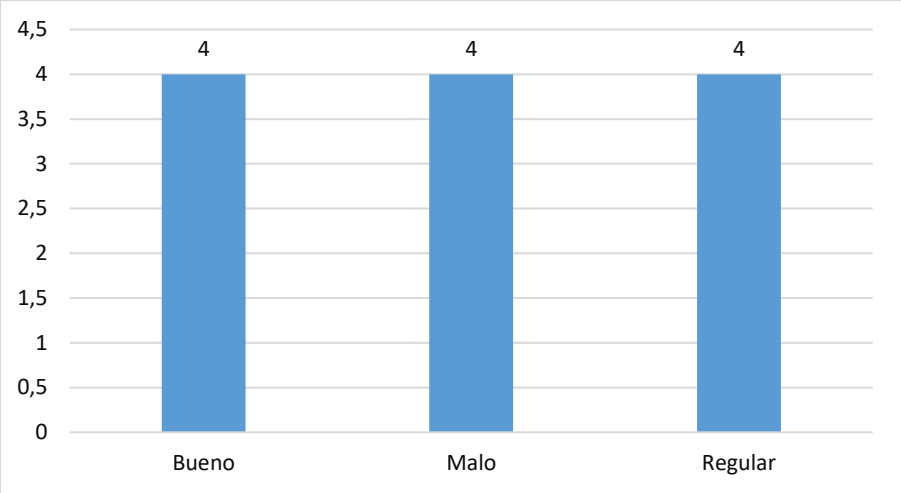
Las visitas realizadas permiten verificar que el 66,66% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	4	33,33
Malo	4	33,33
Regular	4	33,33

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Alvarado, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	10.341
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de elIas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura

en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Abanico de Ibagué

No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, hacia la parte inferior se localizan coladas piroclásticas, flujos de ceniza y flujos de pumita, asociados actividad explosiva del volcán (Thouretet al., 1985); hacia la parte superior del cono o abanico está compuesto por depósitos aluviales, con facies torrenciales.

De acuerdo a Acosta y Ramírez (1985), los fragmentos líticos del Abanico corresponden a un 85% a rocas volcánicas andesíticas, 10% rocas metamórficas (neises, cuarcitas y esquistos) y el 5% restante son rocas intrusivas del batolito de Ibagué. La composición incluye también arenas, limos y arcillas los cuales presentan estructuras sedimentarias.

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE ALVARADO

Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Alvarado

Ambalema			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

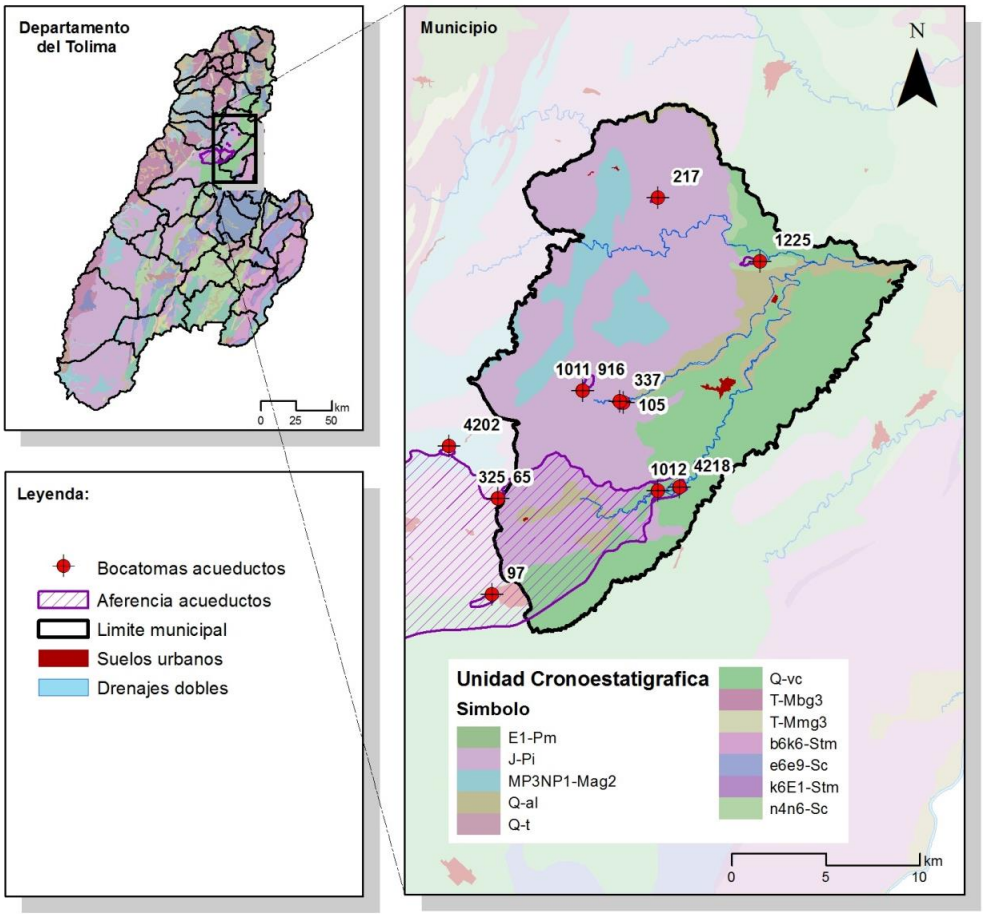
Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Alvarado, se determinaron valores de Ph en promedio de 7.64 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 23 °C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

HIDROGEOLOGÍA

Hidrogeológicamente estas unidades como el Batolito de Ibagué y Neis y Esquistos de Tierradentro son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Los depósitos del Abanico de Ibagué son clasificados como un acuífero libre con agua de buena calidad química, es un acuífero continuo de extensión más regional, de alta productividad (18,1^{3}m/s), según (Plan de Manejo Ambiental Cortolima, 2015). Conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, volcánico.

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Tabla 8. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	10066,910	62,988%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario	Abanico de Ibagué	4614,552	28,873%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	708,596	4,434%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		567,936	3,554%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	24,218	0,152%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

4. Unidades de suelo

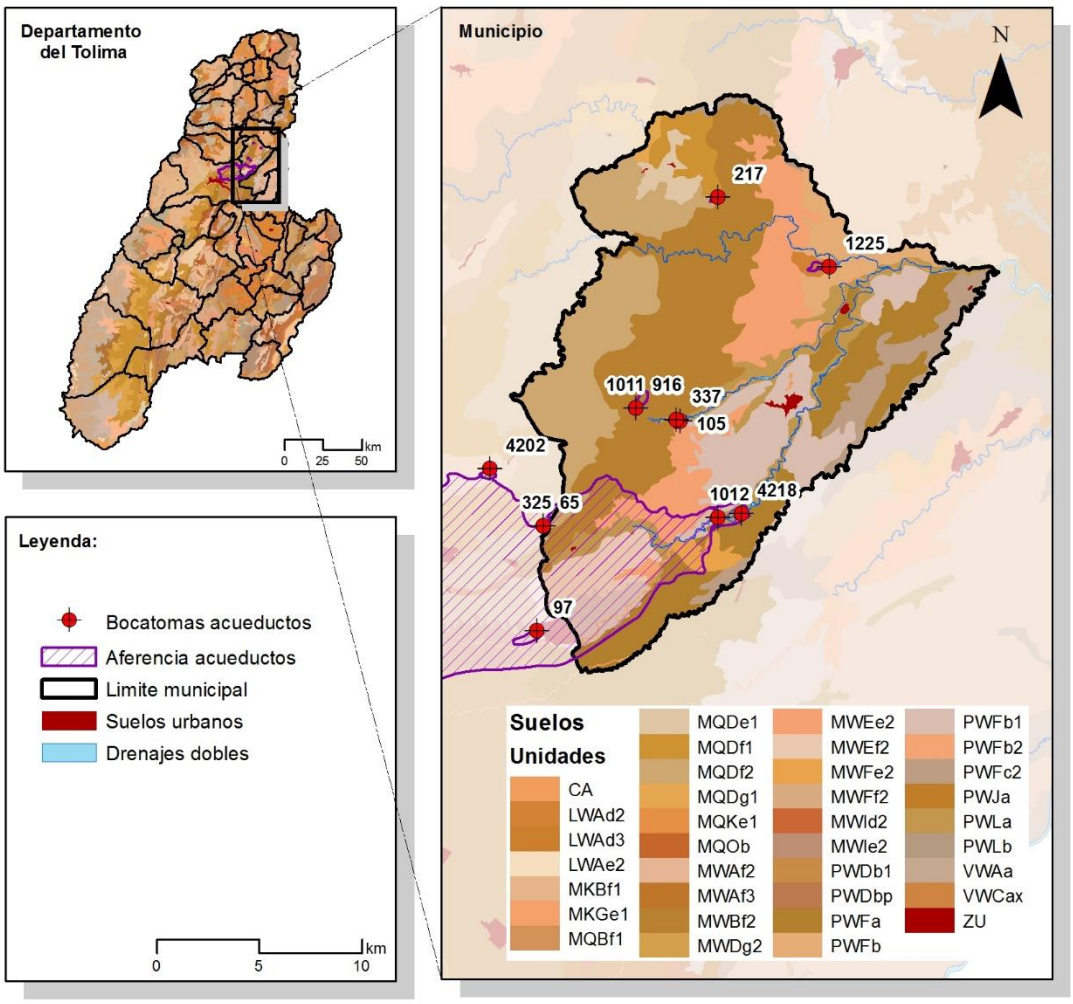
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Alvarado se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Alvarado se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWC con el 67,54% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, estos suelos presentan erosión moderada a severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas y tienen abundante piedra superficial, además la vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.

El 26,11% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQD, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada, estos suelos presentan erosión hídrica ligera, con frecuentes deslizamientos, además la

vegetación natural ha sido destruida casi completamente para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva. Los suelos restantes pertenecen a las unidades PWC (3,6%), MQH (2,4%) y MRA (0,35%), cuya mayor limitante es la erosión ligera o moderada.

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado.

UCSuelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
Cuerpo de Agua							19.267,86	19,14
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	18.440,97	18,32
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	16.921,20	16,81
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ANDISOLES	11.515,57	11,44
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	8.412,37	8,36
PWFb	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	MOLISOLES	7.019,71	6,97
Zona Urbana							4.903,88	4,87
PWFb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	3.035,91	3,02
PWFa	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	2.353,75	2,34
PWDbp	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ALFISOLES	2.211,31	2,20
PWDb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio	Gruesa y media	ALFISOLES	1.600,99	1,59

UCSuelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				aluviales mixtos				
MWEe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Tonalitas y granodioritas	Gruesa	INCEPTISOLES	1.435,99	1,43
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	1.401,07	1,39
MWEf2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Tonalitas y granodioritas	Gruesa	INCEPTISOLES	1.357,14	1,35
MWFe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	INCEPTISOLES	366,48	0,36
LWAd2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	VERTISOLES	151,99	0,15
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	ENTISOLES	139,59	0,14
PWFb2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	108,28	0,11

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Capacidad de uso del suelo

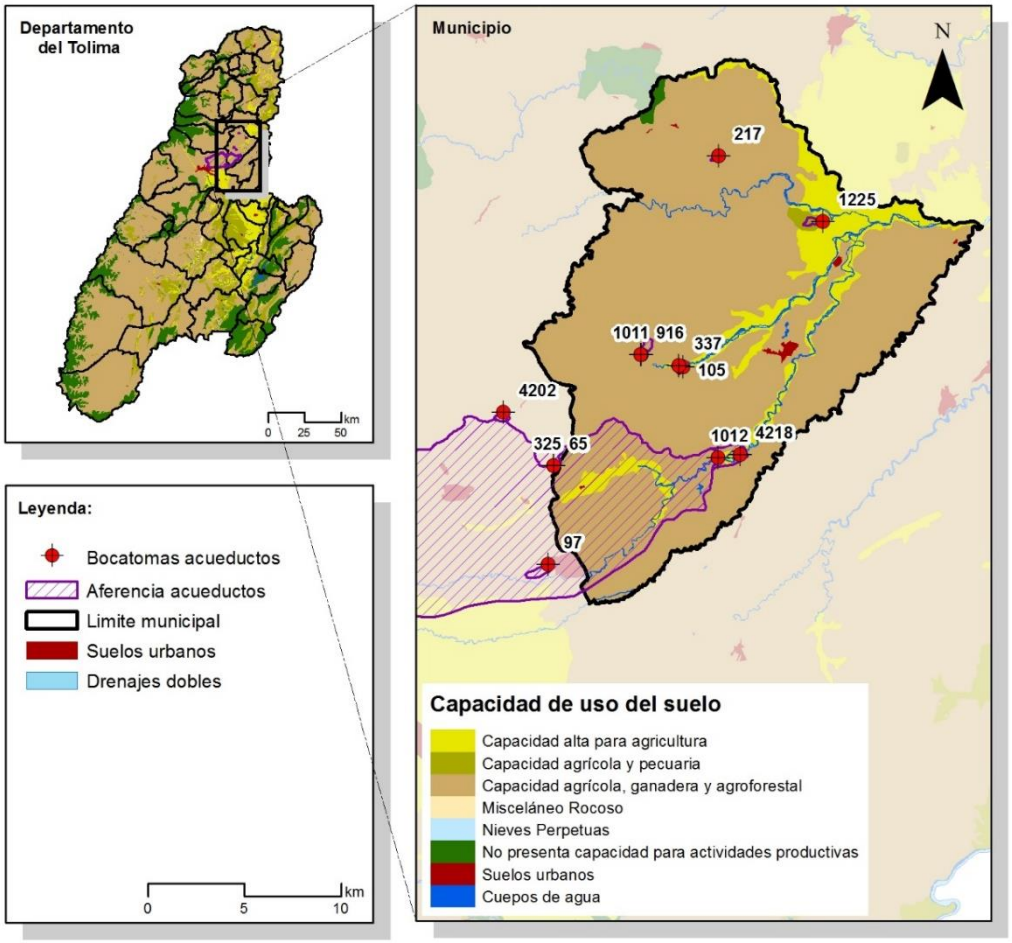
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Alvarado

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1133,602	89,36
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	54,400	4,29
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	45,697	3,60
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	34,868	2,75

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 89,36 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 4,29% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas

únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p). El 3,6% restante de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 4, que son tierras con limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener; La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erosionadas y susceptibles al deterioro.

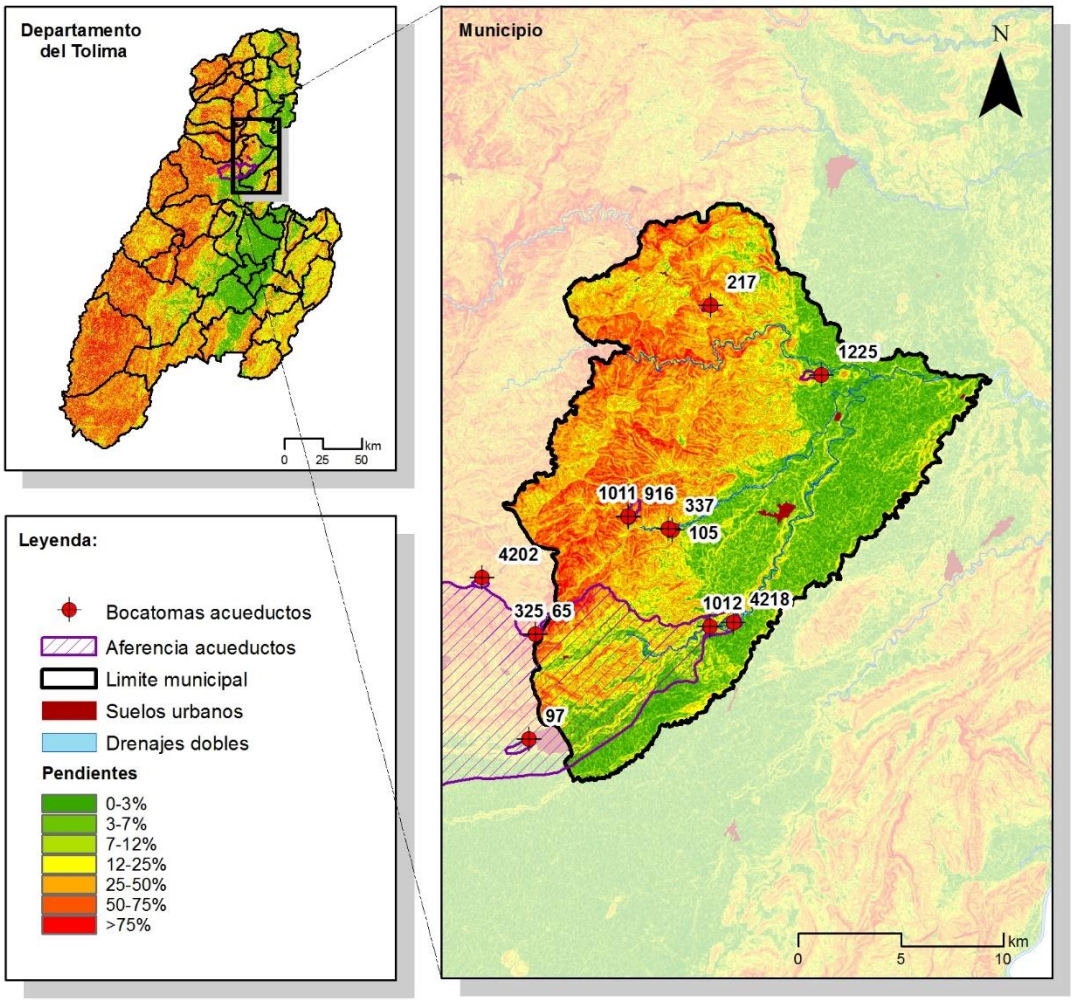
6. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Alvarado y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	1120,41	7,01%
3-7%	Ligeramente inclinado	2098,77	13,13%
7-12%	Moderadamente inclinado	1666,67	10,43%
12-25%	Fuertemente inclinado	2788,12	17,44%
25-50%	Ligeramente escarpado	4749,00	29,71%
50-75%	Moderadamente escarpado	2969,86	18,58%
>75%	Fuertemente escarpado	590,78	3,70%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

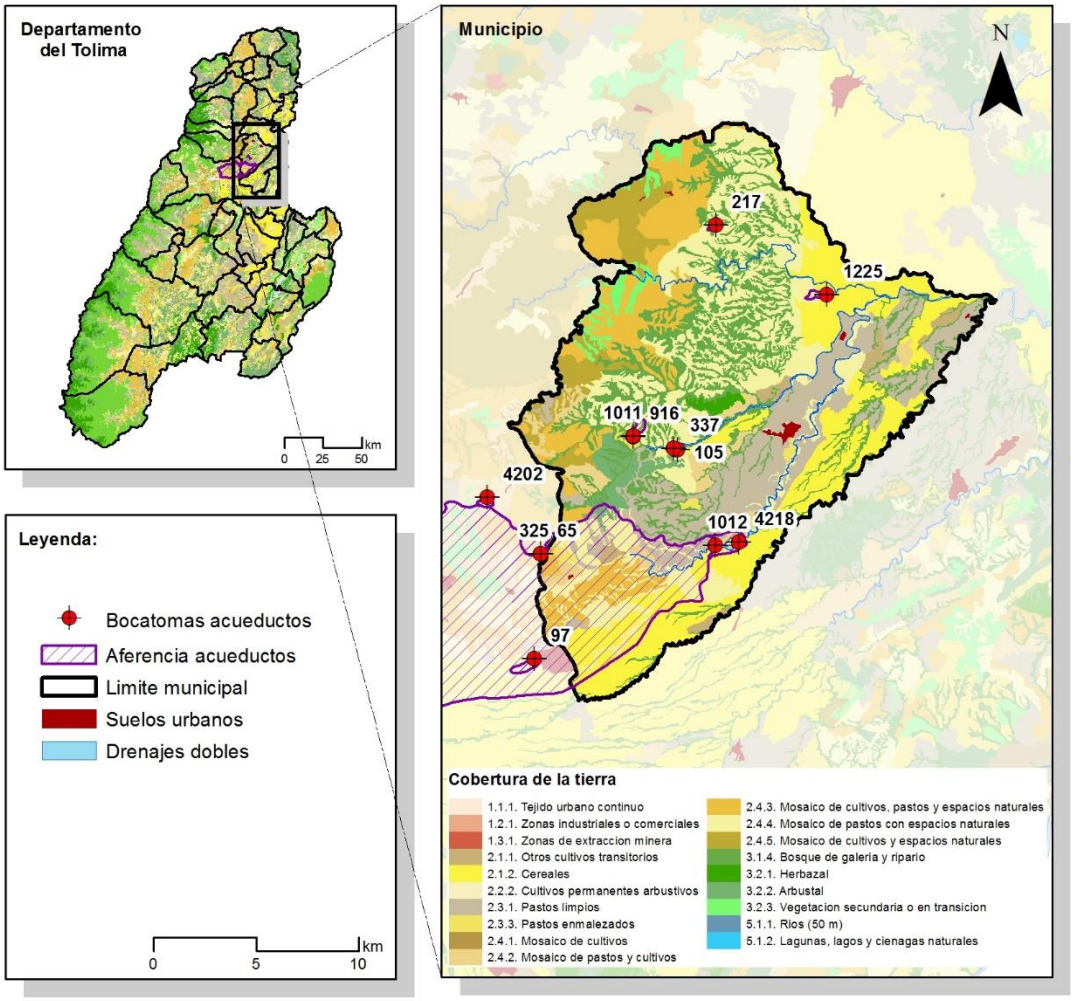
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Alvarado se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado es entre 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada, abarcando un total de 29,71%

del área global de las áreas aferentes (ver tabla 11), seguido de zonas moderadamente escarpadas, abarcando un área de 18,58% del total del área.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Alvarado se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Alvarado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	% CUBRIMIENTO
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	9.605,28	22,46
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	9.331,06	21,82
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	6.376,72	14,91
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	3.464,94	8,10
2.3.1	Pastos limpios	3.419,35	7,99
1.1.1	Tejido urbano continuo	2.972,63	6,95
3.1.4	Bosque de galería y ripario	2.560,68	5,99
2.1.2.1	Arroz	1.954,36	4,57
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	1.394,23	3,26
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	693,53	1,62
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	456,35	1,07
3.2.2.1	Arbustal denso	281,48	0,66
2.3.3	Pastos enmalezados	162,13	0,38
2.1.1	Otros cultivos transitorios	76,29	0,18
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	19,88	0,05

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 40,67% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado presentan cobertura de herbazal denso de tierra firme, esta es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), el herbazal denso de tierra firme se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. El 11,92% de la cobertura presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios; el 11,27% arbustales densos, que están constituidos por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos que forman un dosel irregular y el 10,10% presenta bosque de galería y/o ripario, que hace referencia a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales.

Las áreas restantes las conforman los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, los pastos limpios, los herbazales abiertos rocosos y solamente el 0,51% del área los cultivos de café.

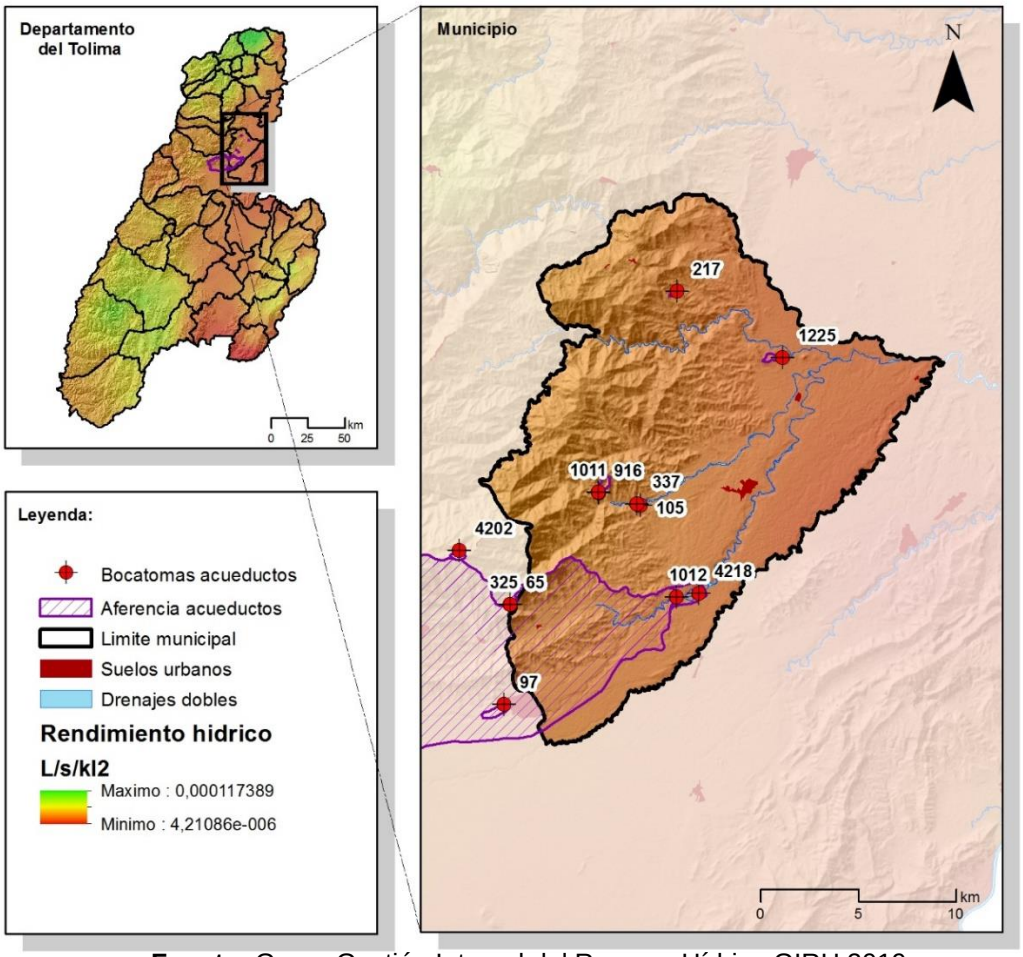
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Alvarado y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Alvarado

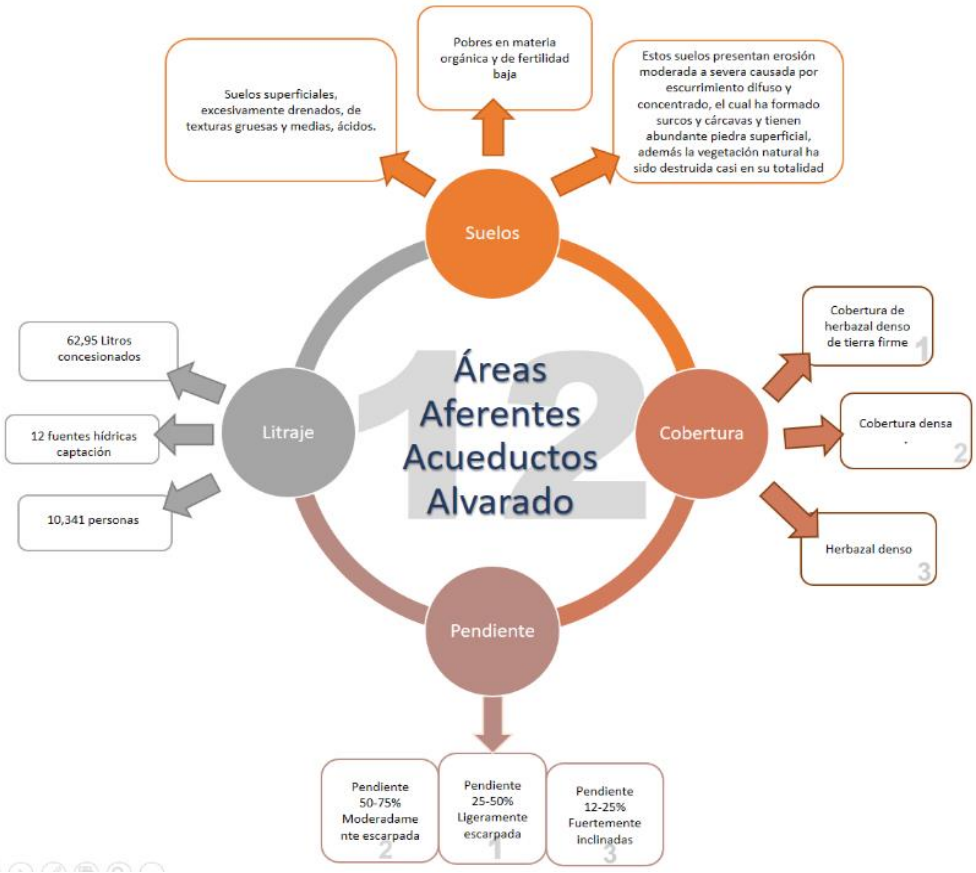
LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% Área de Aferencia respecto Área Micro	% RH Área Aferente respecto RH Micro
4202	0,25	0,007	2124.2.45	Río La China	183,95	1,13	0,001	0,006
65 y 325	1,58	0,042	2124.2.45.7.2	Quebrada La Chumba	60,02	0,43	0,026	0,097
916 y 1011	0,29	0,008	2124.2.45.7.1	Quebrada La Caima	121,18	0,7	0,002	0,011
337	0,16	0,003	2124.2.45.7.1	Quebrada La Caima	121,18	0,7	0,001	0,004
1225	0,28	0,005	2124.2.45	Río La China	183,95	1,13	0,002	0,005
4218	158,75	3,843	2124.2.45.7	Río Alvarado	77,97	0,8	2,036	4,804

1012	157,34	3,843	2124.2.45.7	Río Alvarado	77,97	0,8	2,018	4,804
217	0,05	0,001	2121.2.45.2	Quebrada Santo Domingo	7,17	0,15	0,007	0,009
105	0,11	0,001	2124.2.45.7.1	Quebrada La Caima	121,18	0,7	0,001	0,002
97	0,49	0,042	2124.2.45.7.3	Quebrada Manjarres	17,466	0,18	0,028	0,233
TOTAL	**159,78**	**3,87**			**695,4**	**4,61**	**2,05**	**4,84**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 12 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 3,87 l/s/Km^2. Las áreas aferentes de los acueductos municipales de Alvarado, presenta un rendimiento hídrico de 3,843l/s/Km^2 y 3,843l/s/Km^2 que corresponde al 0,002% y 0,147% del rendimiento hídrico total de las microcuencas Quebrada Guayabal y Quebrada Bonita, respectivamente. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Asociación de usuarios del acueducto de la Vereda Patiburri/Villahermosa con 0,002 l/s/km^2 el cual corresponde al 6,1% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Patiburri.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Alvarado



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C Vereda Rastroios, Río Lagunilla– Ambalema, Tolima

ANEXO 3 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE AMBALEMA

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE AMBALEMA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 5
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 20
8. **Cobertura de la tierra** 22
9. **Rendimiento hídrico** 26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ambalema 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca 6
Tabla 4. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Ambalema . 10
Tabla 5. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema 11
Tabla 6. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema 15
Tabla 7. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ambalema 18
Tabla 8. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema 21
Tabla 9. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema 23
Tabla 10. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ambalema 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ambalema y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes 11
Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes 13
Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes 17
Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ambalema y en sus áreas aferentes 20
Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes 22
Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Ambalema y en las áreas aferentes de los acueductos 27
Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema 28

MUNICIPIO DE AMBALEMA

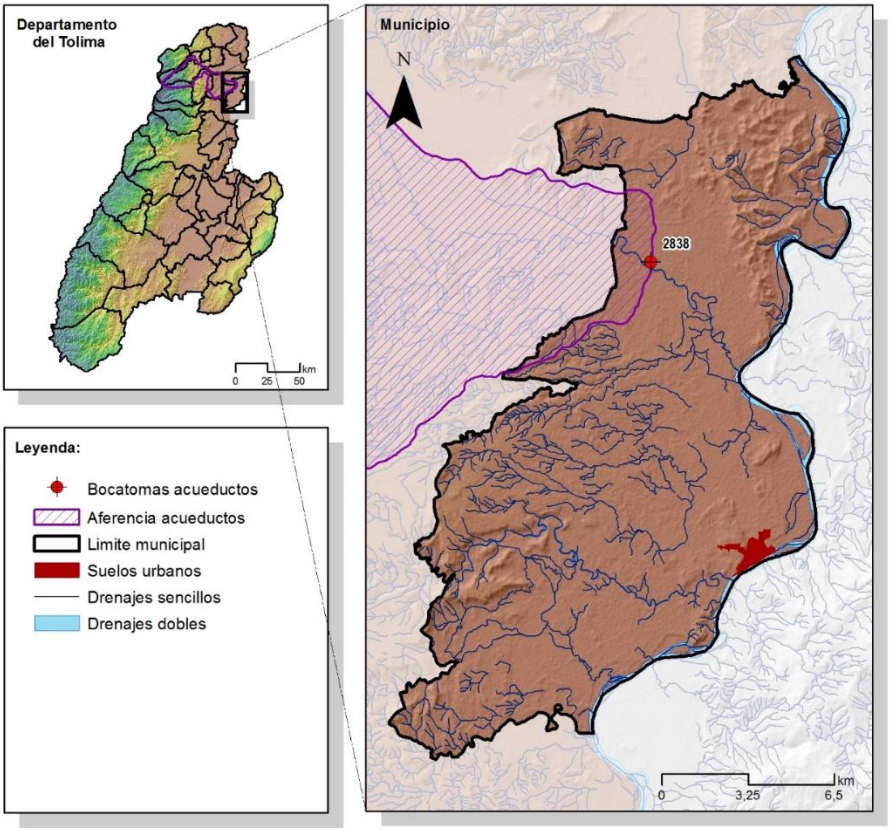
1. Localización

El Municipio de Ambalema, se encuentra situado al Norte del Departamento del Tolima; sus coordenadas Latitud norte 74° 44´ 13" Longitud oeste 74° 53´ 54"; la altura sobre el nivel del mar es de (241 m. s. n. m); Temperatura (26 °C); Límites del Municipio al Norte con el Municipio de Armero, Sur con el municipio de Venadillo, al Oriente con la margen izquierda del río Magdalena – Departamento de Cundinamarca y al Occidente con el municipio de Lérida.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Ambalema, se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un área de 240 Kilómetros cuadrados, de los cuales sólo el 0,65%, corresponde al área urbana y el 99,35% al sector rural; El municipio de Ambalema, en su área urbana, está conformado por 18 barrios y la zona rural la integran 9 veredas. El municipio cuenta con 1 acueducto el cual abastece las necesidades hídricas de la población, el acueducto del municipio de Ambalema se describe en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ambalema y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ambalema

Llave	Nombre Acueducto	Estado Obra	Coordenadas		Altura (msnm)	Área Aferencia (ha)
			X	Y		
2838	J.A.C Vereda Rastrojos	Malo	4,881579	-74,799203	231	74042,35

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El acueducto de Ambalema presenta un área de aferencia de 740,4235 km2 que corresponden al 1,07% del área total del municipio.

El municipio de Ambalema cuenta con una (1) concesión de agua activa con un caudal concesionado que corresponden a 14,96 Lts.seg-1 destinadas al uso de acueductos veredal de la vereda Rastrojos

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identifica la fuente hídrica encargada del abastecimiento de este acueducto, la cual corresponde al río Lagunilla, siendo esta la fuente principal de la Subzona hidrográfica, a continuación se relaciona la codificación e información principal de esta fuente:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Río Lagunilla	2125-02.2	1	14,96
TOTAL		**1**	**14,96**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

La visita realizada permitió verificar el estado de la concesión, presentando un estado categorizado como “malo”, debido a la evaluación de sus obras, lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA.

La concesión mencionada cuenta con continuidad del servicio y para el funcionamiento eficiente de esta se identifica la presencia de servidumbre lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, no obstante por el estado de las obras no se garantiza para la vereda Rastrojos.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas

captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	300
Personas Transitorias	Sin Definir

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver figura 2.

A continuación se presenta la tabla 2 simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 3. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica (Q2-vc):

Los depósitos aluviales presentes en la zona de estudio son: Conos Aluviales compuestos principalmente de arenas, arcillas tobáceas, bloques y cantos, que se ubican en la desembocadura de los ríos que conforman la red hidrográfica del área de Venadillo, Recio y, Totare específicamente en zonas de planicie. Son a su vez, característicos contiguos a la margen izquierda y están identificados como los Conos de Venadillo, Totare, Recio y parte baja de Lagunilla.

No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, se localizan piroclastos y epiclastos de composición andesítica (plagioclasa, piroxeno, biotita y horblenda); y dacítica (plagioclasa, cuarzo, biotita, horblenda, augita y / o enstatita). Ver tabla 3. PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE AMBALEMA .

Tabla 4. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Ambalema

Ambalema			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

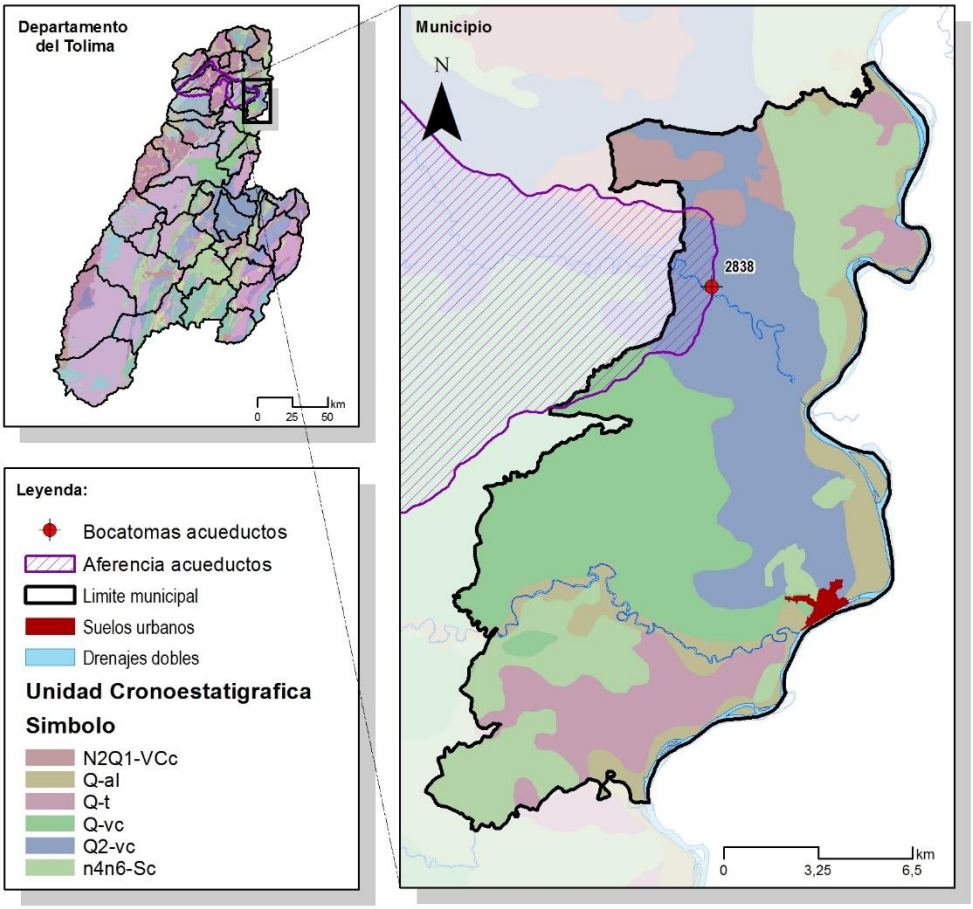
Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Ambalema, se determinaron valores de Ph de 7.5 a 8 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 24 a 34 °C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente estas unidades como el Batolito de Ibagué y Complejo Cajamarca son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Los Flujos Volcanoclásticos son clasificados como acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química, son acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal.

Figura 2. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 5. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	26512,111	35,807%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario		7976,181	10,772%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		6847,670	9,248%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		6451,980	8,714%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	6225,545	8,408%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno		5649,502	7,630%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico		3350,767	4,525%
E2-Pi	Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas	Eoceno	Batolito El Bosque	2910,363	3,931%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		2791,631	3,770%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	2474,812	3,342%
ρT-Sm	Metarenitas, metarenitas conglomeráticas y metaconglomerados con líticos de rocas metamórficas, e intercalaciones de lodolitas.	Pos-Triásico	Rocas Sedimentarias de Santa Teresa	884,595	1,195%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	825,704	1,115%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		666,584	0,900%
N2Q1-VCc	Arenitas feldespáticas y líticas; arcillolitas, y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.	Plioceno-Pleistoceno	Formación Mesa	474,901	0,641%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

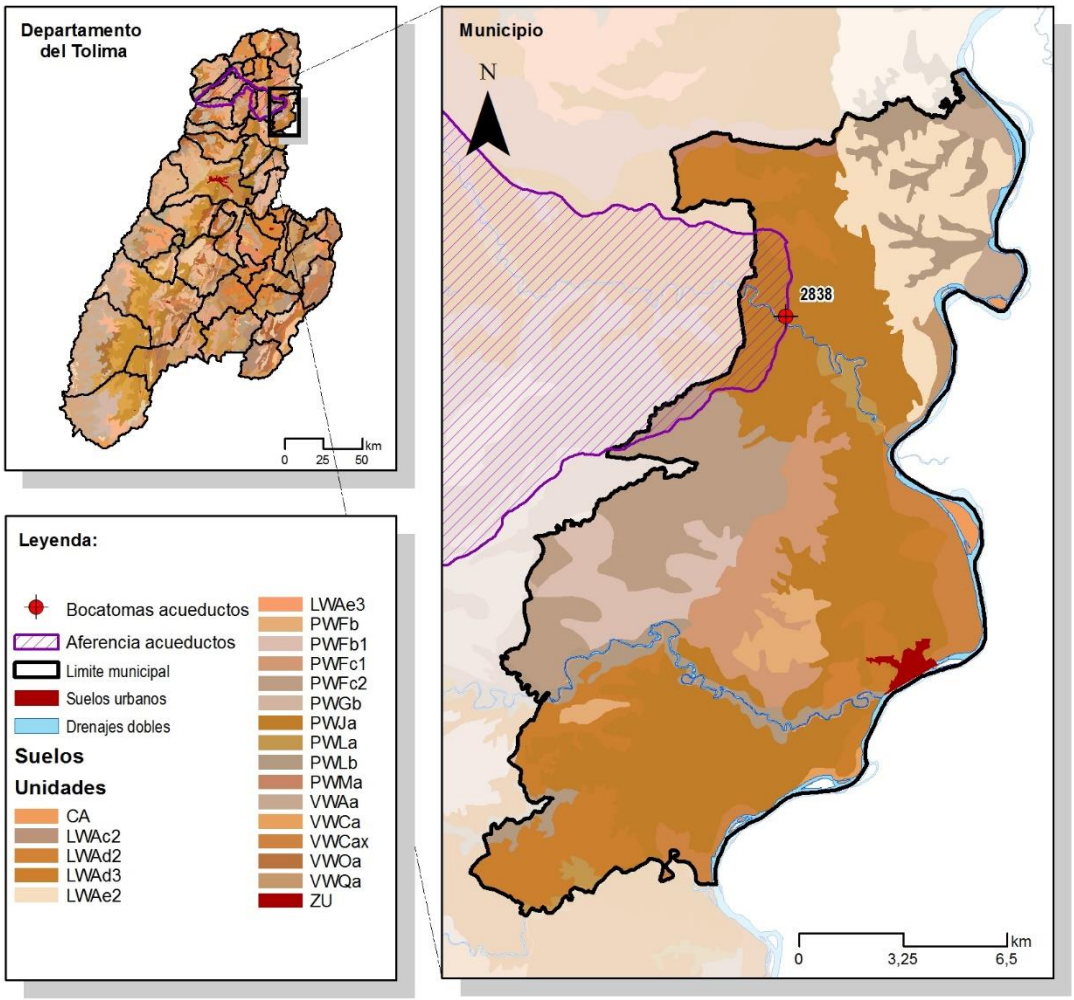
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Ambalema se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de la bocatoma del acueducto del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Ambalema se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKBf1 con el 19,99% del área total, estos son

suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas; ácidos y ricos en materia orgánica; de fertilidad moderada; el 13,10% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQJg1, estos son suelos muy superficiales; excesivamente drenados de texturas gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y fertilidad baja; el 6,12% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWEe2, estos son suelos moderadamente profundos y superficiales; excesivamente drenados; de reacción neutra y fertilidad baja; con el 6,10% del área total se encuentra los suelos pertenecientes a las unidades de PWJa estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, bien y pobremente drenados; ligeramente ácidos y de fertilidad moderada; y también la unidad PWFc2 estos son suelos superficiales, limitados por piedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja a moderada; el 5,33% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQKe1, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada; el 4,7% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQBf1, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medias; fuertemente ácidos, altos en materia orgánica y de fertilidad moderada; el 4,58% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGAf1, estos son suelos, profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada a baja; el 4,10% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKGe1, estos son suelos, muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; el 2,85% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGCe, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; el 2,85% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGCe, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; el 2,60% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad PWGb, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados; de texturas medias, con gravilla, cascajo y piedra; ligeramente ácidos y de fertilidad moderada; el 2,28% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWFf2, estos son suelos muy superficiales, bien drenados, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada; el 2,19% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MDAe, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, bien y pobremente drenados, texturas gruesas; ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad baja; el 2,06% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad PWGb , estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados; de texturas medias, con gravilla, cascajo y piedra; ligeramente ácidos y de fertilidad moderada; los suelos restantes pertenecen a las unidades MAAf (1,85%) estos son suelos Afloramientos rocosos, nieve temporal con inclusiones de suelos muy superficiales arenosos y gravillosos; MGBg (1,80%) estos son suelos Muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja; MDAf (1,50%) estos son suelos Superficiales a moderadamente profundos, bien y pobremente drenados, texturas gruesas; ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad baja; MWBf2 (1,49%) estos son suelos Superficiales a moderadamente profundos,

excesivamente drenados de reacción neutra y de fertilidad moderada; MGCe1 (1,42%) estos son suelos Profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; MKGd (1,15%) estos son suelos Muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; MWDg1 (1,14%) estos son suelos Muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja; PWMa (1,02%) estos son suelos Muy superficiales, moderadamente bien drenados, extremadamente ácidos, de alto contenido de azufre y de fertilidad baja; MKFg1 (1,01%) estos son suelos Muy superficiales, bien drenados, de texturas finas a medianas; ligeramente ácidos y de fertilidad muy baja y los suelos MGEc (0,93%), PWFb1 (0,84%), MGCd (0,83%), Nieves Pe* (0,71%), LWAc2 (0,50%), ZU (0,29%), MGEb (0,26%), PWLa (0,22%), MKGc (0,16%), CA (0,12%), MWFe2 (0,08%), Moderadamente profundos y superficiales, de texturas finas, ligeramente ácidos y de fertilidad moderada.

Tabla 6. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	14802.22	19.99
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	9702.57	13.10
MWEe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Tonalitas y granodioritas	Gruesa	INCEPTISOLES	4534.99	6.12
PWJa	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos terraza reciente	Depósitos aluviales heterométricos	Fina	INCEPTISOLES	4517.53	6.10
PWFc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	4514.62	6.10
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	3949.86	5.33
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	3483.51	4.70
MGAf1	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	3392.44	4.58
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	3032.79	4.10
MGCe	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	2109.69	2.85
PWGb	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales	Media	INCEPTISOLES	1926.03	2.60
MWFf2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	ENTISOLES	1686.62	2.28
MDAe	Extremadamente frío	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	1623.75	2.19

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
	húmedo y muy húmedo							
LWAd3	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	ENTISOLES	1523.39	2.06
MAAf	Subnival pluvial	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos (arenas volcánicas y lavas)	No aplica	Misceláneo Rocoso	1370.53	1.85
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	1333.73	1.80
MDAf	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	1113.21	1.50
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	1101.05	1.49
MGCe1	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	1054.22	1.42
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	853.31	1.15
MWDg1	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (esquistos y arenas volcánicas)	Gruesa y media	Misceláneo Rocoso	841.48	1.14
PWMa	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos aluviales	Lahares	Gruesa	ENTISOLES	756.60	1.02
MKFg1	Frío seco	Montaña	Cañones	Rocas metamórficas (esquistos)	Media	ENTISOLES	745.49	1.01
MGEc	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	690.74	0.93
PWFb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	623.35	0.84
MGCd	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	616.63	0.83
Nieves Pe*	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	525.53	0.71
LWAc2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	ENTISOLES	371.91	0.50
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	217.26	0.29
LWAe2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	VERTISOLES	214.54	0.29
MGEb	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	192.91	0.26
LWAf3	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	ENTISOLES	190.41	0.26

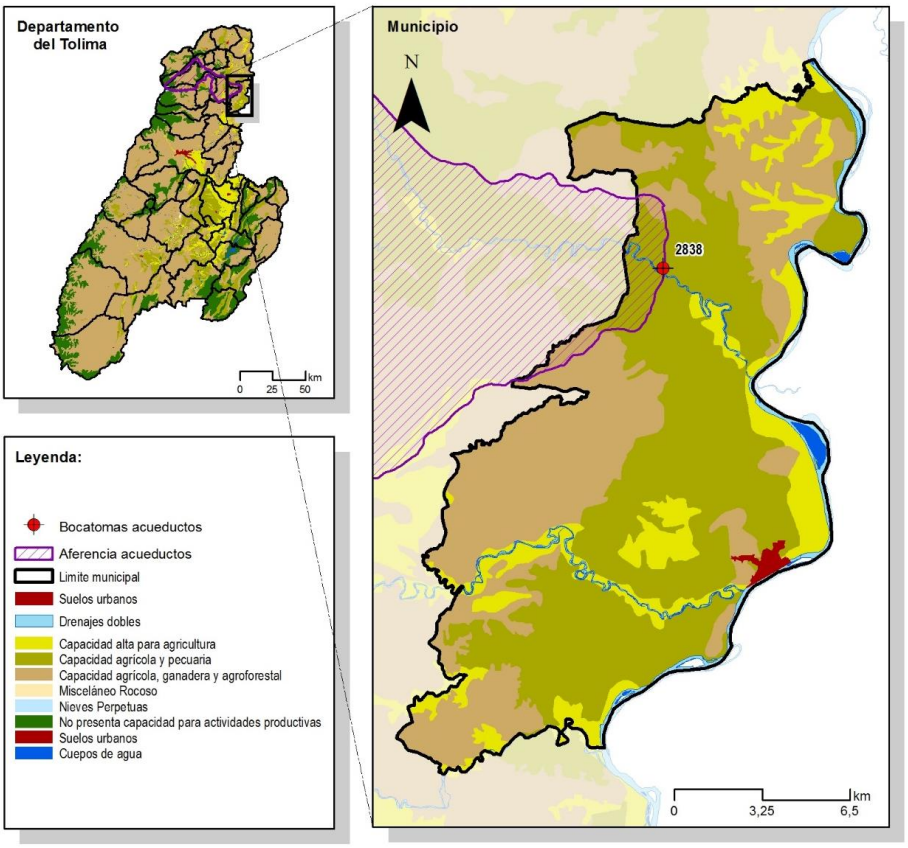
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	159.88	0.22
MKGc	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	118.09	0.16
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	90.73	0.12
MWFe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	INCEPTISOLES	60.76	0.08

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ambalema

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	16921.1593	22.85
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	14802.2232	19.99
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	7342.2963	9.92
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	5392.22158	7.28
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	5137.96744	6.94
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	4595.7458	6.21
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3854.65203	5.21
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3483.51071	4.70
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3032.78709	4.10
3cs	Capacidad alta para agricultura	1926.02816	2.60
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1686.62195	2.28
7ec	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1523.38811	2.06
4e	Capacidad agrícola y pecuaria	1225.22622	1.65
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1101.04679	1.49
6c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	809.54206	1.09
Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	525.53062	0.71
ZU	ZU	217.255833	0.29
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	214.53943	0.29
3s	Capacidad alta para agricultura	159.877241	0.22
CA	CA	90.7264997	0.12

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 22,85 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema se encuentra en la clase agroecológica 8, las tierras de esta clase tienen limitaciones muy severas, que las hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales; solamente deben ser empleadas para la vida silvestre, belleza escénica zonas de protección especial y como banco de flora y fauna. Las principales limitantes que tienen los suelos son: las pendientes pronunciadas, la escasa profundidad efectiva, la erosión, y las temperaturas muy bajas.

El 43.59 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos agrícolas; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. El uso está condicionado por las fuertes pendientes, el drenaje natural excesivo, los suelos pobres, la erosión, el exceso o la deficiencia de lluvia, la alta pedregosidad o la rocosidad en algunas unidades de tierra.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos o subclases es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta

unidad de capacidad. Los suelos presentes en la subclase 7pc (19.99%), son suelos con limitación de pendiente y clima; la subclase 7p (9.92%), son suelos con limitación de pendiente (p), la subclase 7c (5.21%) son suelos con limitación de clima; la subclase 7pe (4.7%), son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión; la subclase 7ps (2.28%), son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo; y los suelos categoría 7es, son suelos con limitación de erosión y suelo.

El 18.63% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones severas, que las hacen inadecuadas para la explotación agrícola intensiva. El uso debe orientarse hacia la elección de cultivos semi perennes o perennes en el sistema de multiestrata, o en fajas de cultivos asociados dispuestos en sentido contrario a la dirección de la pendiente y al pastoreo extensivo, con establecimiento de pastos de corte. Se recomienda paras tierras la explotación en sistemas que combinen el uso de agricultura con los bosques y el establecimiento de bosques comerciales plantados en algunos sectores. Los suelos presentes en la clase 6 son los de la subclase 6s (6.94%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión; la subclase 6p (6.21%), son suelos con limitación de pendiente (p), la subclase 6ps (4.10%), son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo; la subclase 6c (1.09%) son suelos con limitación de clima; y los suelos categoría 6es, son suelos con limitación de erosión y suelo.

El 8.93 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema se encuentra en la clase agroecológica 4, son tierras con limitaciones severas que la restringen la elección de las plantas para la agricultura y requieren prácticas de manejo cuidadosas, como siembras en contorno, cultivos en fajas intercaladas, instalación de barreras, control de malezas y fertilización: Se recomienda el establecimientos de cultivos densos como los pastos de corte, caña panelera, cultivos semi limpios y explotaciones agro- silvo-pastoriles. Los suelos presentes en la clase 6 son los de la subclase 4s (7.284%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión; y los suelos categoría 6e (1.65%), son suelos con limitación de erosión.

El 2.82 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema se encuentra en la clase agroecológica 3, las tierras de esta clase tienen moderadas ilimitaciones de uso debido a la profundidad efectiva moderada, a la baja retención de humedad, a la presencia de sales de sodio o de fragmentos gruesos, y a la posibilidad de inundaciones, características que reducen las posibilidades de explotación de cultivos de la zona, requieren algunas prácticas de conservación de suelos, como siembras en contorno, control de las sales, fertilización complementario establecimiento y manejo adecuado de los sistemas de drenaje. Es necesario el riego completaría para alcanzar buenos rendimientos. Los suelos

presentes en la clase 3 son los de la subclase 3s (0.22%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión; y la subclase 3cs (2.60%) son suelos con limitación de clima y suelo.

El 0.71 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema se encuentra en NP (Nieves Perpetuos); EL 0.29% en ZU (Zona Urbana); y el 0.12 en la CA (cuerpos de Agua).

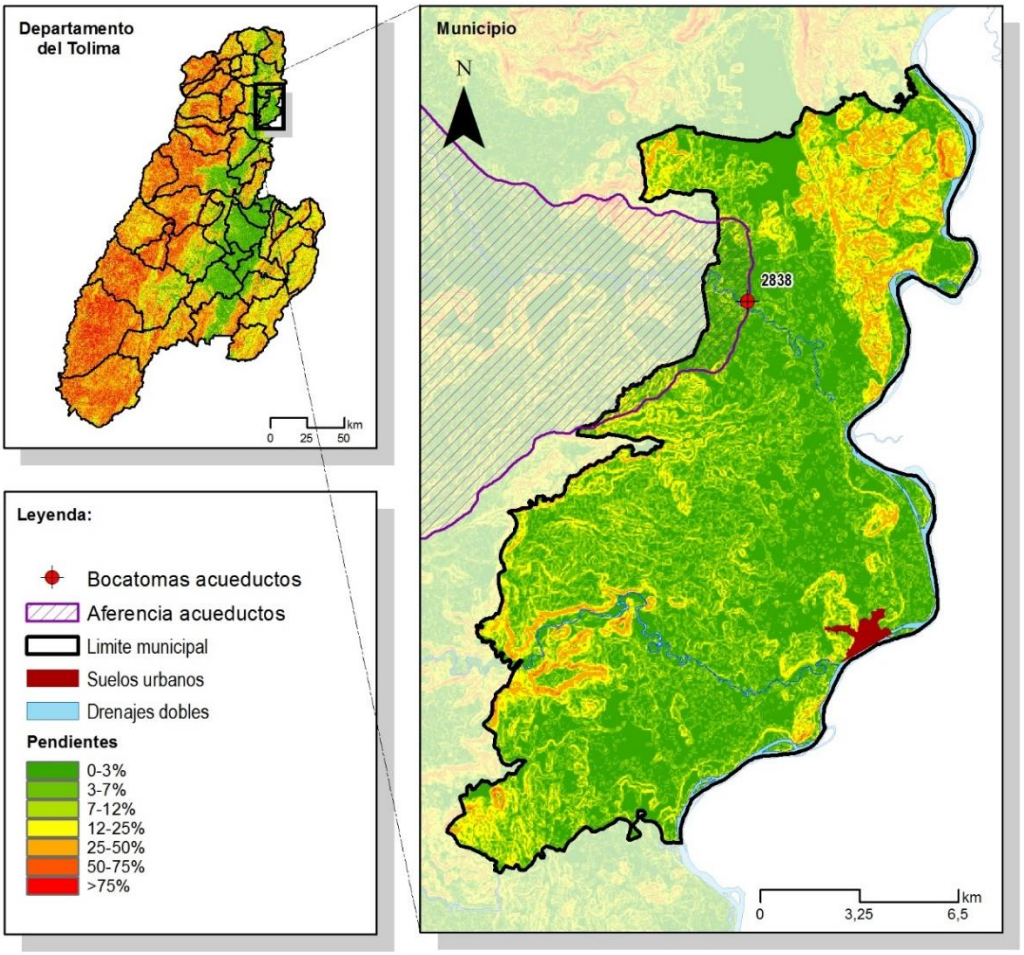
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ambalema y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	6216.87	8,40
3-7%	Ligeramente inclinado	6469.37	8.74
7-12%	Moderadamente inclinado	5704.87	7.71
12-25%	Fuertemente inclinado	13437.42	18.15
25-50%	Ligeramente escarpado	23620.46	31.90
50-75%	Moderadamente escarpado	13375.81	18.07
>75%	Fuertemente escarpado	5212.24	7.04

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

La pendiente presente en las bocatomas del acueducto del municipio de Ambalema observa en la tabla 5, con pendientes entre el 3-7%.

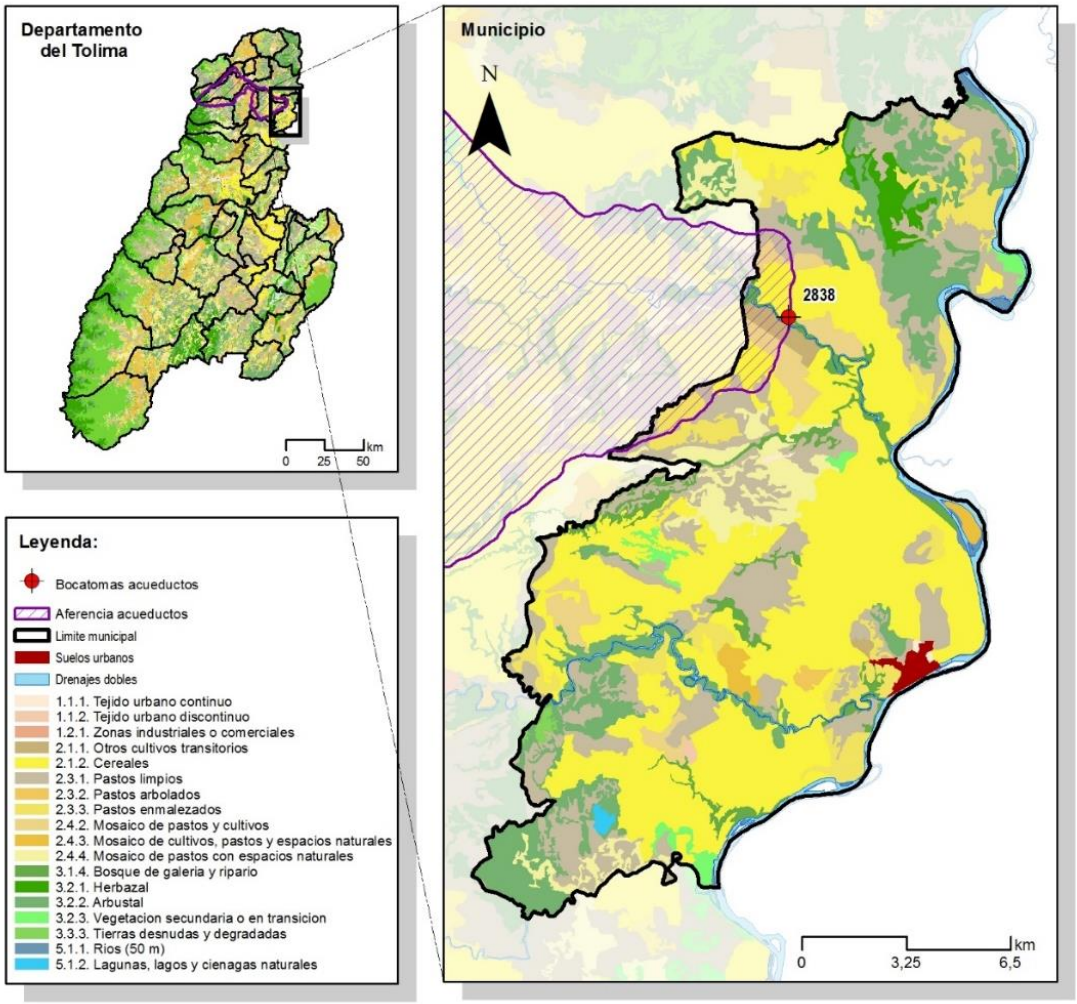
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Ambalema se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema es de 25-50%

conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 31,9% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas , abarcando un área de 18,15% y 18,07% respectivamente del total del área; la pendiente de ligeramente inclinada con el 8,74%; y con los rangos de pendiente escasos de >75% con 7.04% del total del área aferente.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ambalema se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ambalema y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 9. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.1	Pastos limpios	17232.42	23.27
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11000.76	14.86
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	8320.45	11.24
2.1.2.1.	Arroz	7711.85	10.42
3.2.2.1.	Arbustal denso	6384.98	8.62
3.1.4.0	Bosque de galería y ripario	3289.92	4.44
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	3253.61	4.39
3.1.1.1.1.	Bosque denso alto de tierra firme	3049.22	4.12
2.3.3.	Pastos enmalezados	2417.62	3.27
3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	2261.88	3.05
3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2227.46	3.01
3.1.3.2.	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1951.65	2.64
3.3.2.	Afloramientos rocosos	1233.06	1.67
3.2.2.2.	Arbustal abierto	718.06	0.97
3.1.2.1.1.	Bosque abierto alto de tierra firme	636.10	0.86
2.2.2.2.	Café	618.04	0.83
1.1.1.	Tejido urbano continuo	439.54	0.59
3.1.3.1.	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	267.60	0.36
3.3.1.	Zonas arenosas naturales	239.34	0.32
5.1.1.	Ríos (50 m)	192.48	0.26
3.2.1.2.2.	Herbazal abierto rocoso	147.36	0.20
3.3.5.	Zonas glaciares y niveles	143.55	0.19
2.3.2.	Pastos arbolados	121.90	0.16
2.1.1.	Otros cultivos transitorios	83.41	0.11
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	67.26	0.09
3.1.1.2.1.	Bosque denso bajo de tierra firme	32.80	0.04

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 23.27% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema presentan cobertura de Pastos limpios. Los pastos comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la

introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

La cobertura de pastos limpios con alto grado de manejo también puede presentar confusión con las coberturas de cultivos herbáceos transitorios o permanentes, especialmente cuando los pastos presentan arreglos espaciales geométricos, debido a la variedad de tonos y colores que se observan en la imagen. Para su diferenciación se hace necesaria la utilización de información auxiliar como fotografías aéreas, mapas temáticos y otra información agrícola, así como un buen nivel de referencia local del intérprete. Los pastos limpios la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 14,86% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 11,24% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Mosaico de pastos y cultivos: en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. El mosaico de pastos y cultivos presenta en la imagen arreglos geométricos característicos que facilitan su interpretación; así como también una amplia gama de tonos y colores debido a sus diferentes estados vegetativos y las variadas prácticas de manejo.

El 10,42% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Arroz: Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de gramíneas de hojas largas y flores blanquecinas en espiga, que se cultiva, por lo general, en terrenos muy húmedos.

El 8,62% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Arbustal denso: Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido

intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999).

El 4,44% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Mosaico de Bosque de galería y ripario: Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario.

El 4,39% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales: Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 4,12% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Bosque denso alto de tierra firme: Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 3,27 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Pastos enmalezados: Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

El 3,05% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Vegetación secundaria o en transición: Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

El 3,05% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Herbazal denso de tierra firme con arbustos: Corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan principalmente en áreas con limitantes edáficas y climáticas, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña; esta es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), el herbazal denso de tierra firme se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos.

El 2,64% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema, presentan cobertura de Bosque fragmentado con vegetación secundaria: Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

Las áreas restantes las conforman las coberturas de Arbustal abierto, herbazal denso de tierra firme, pastos enmalezados, otros cultivos permanentes herbáceos, y solamente el 0,21% del área aferente corresponde a la cobertura de tejido urbano continuo

Las áreas restantes las conforman áreas más pequeñas y están descritas en la tabla 8, de Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema.

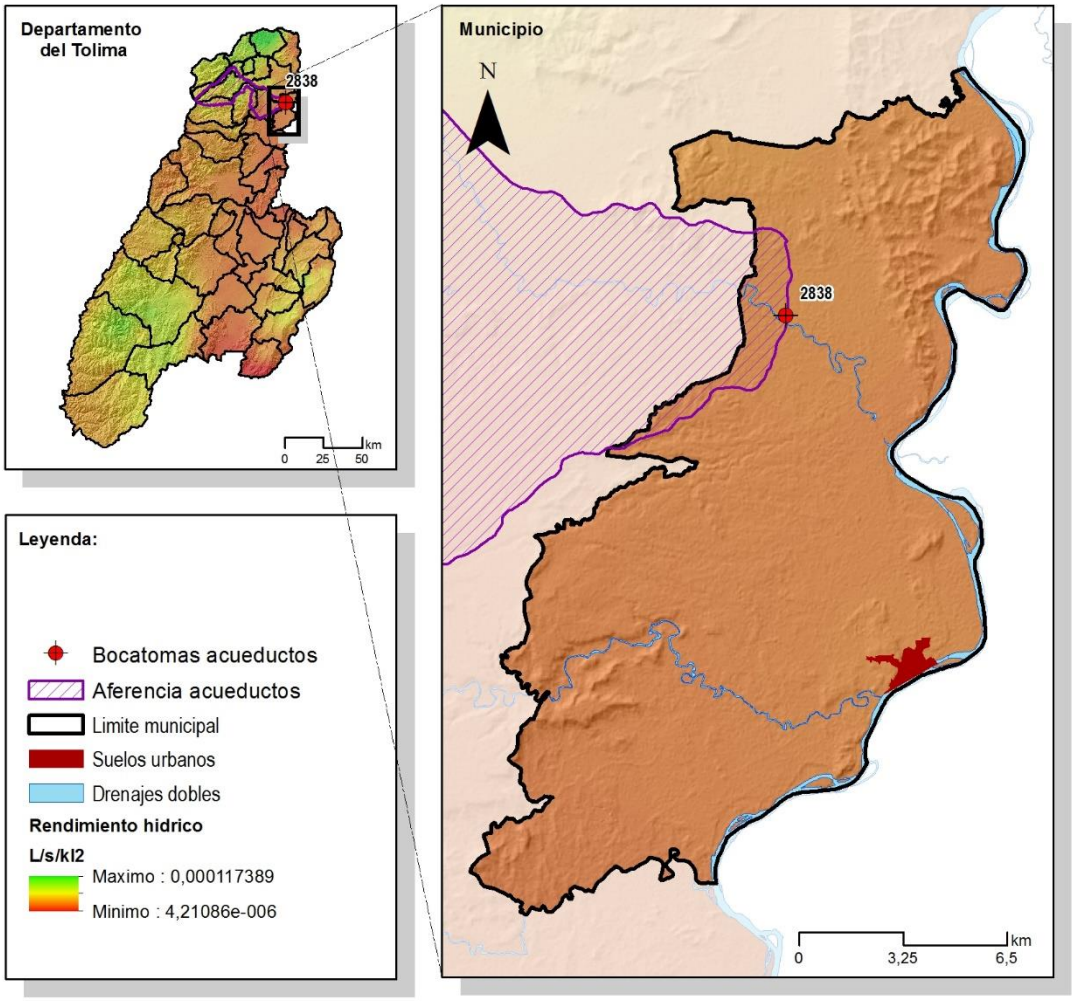
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Ambalema y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ambalema

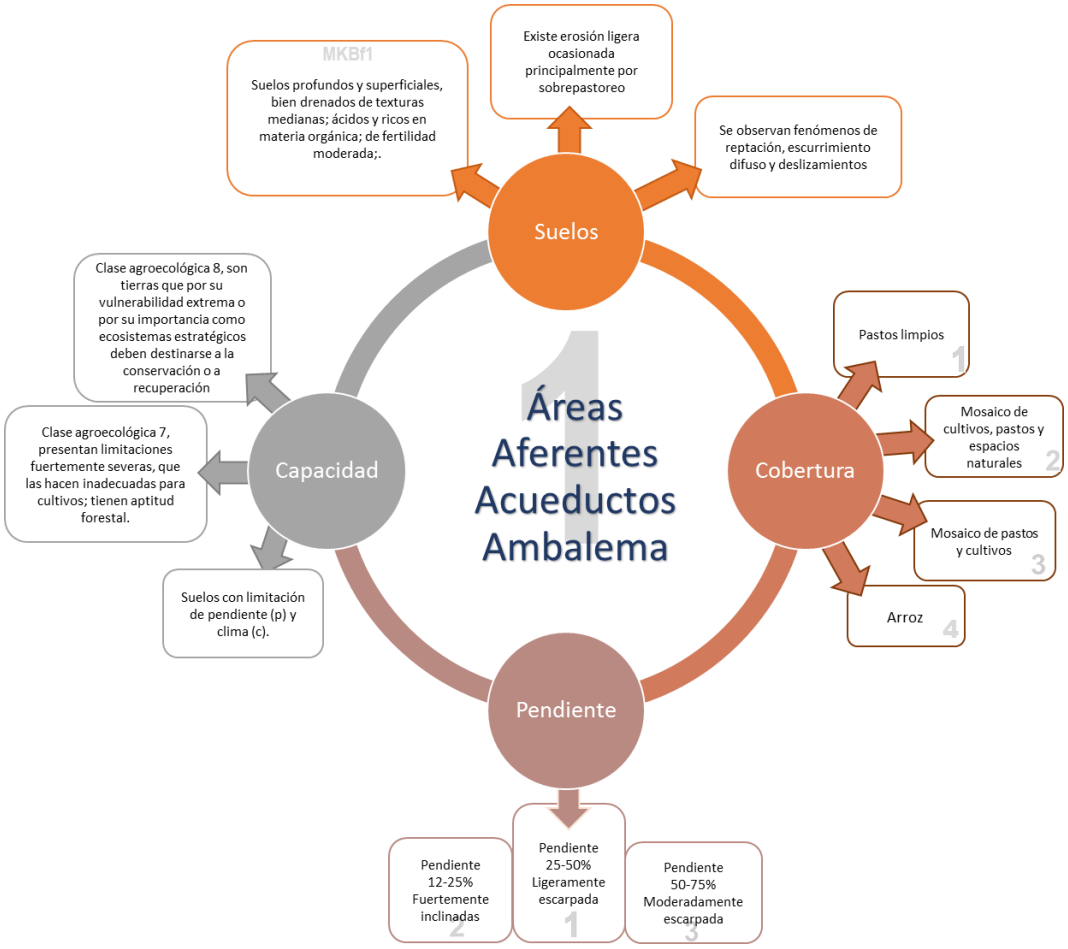
LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2838	740,4235	27.6395	2125-1	Río Lagunilla	876.231	30,5391	90,5
TOTAL	740,4235	27.6395			876.231	30,5391	90,5

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El área total aferente del acueducto del municipio de Ambalema presenta un rendimiento hídrico de 27,6395 l/s/Km^2, El área aferente del municipio de Ambalema

presenta un rendimiento hídrico de 5,055 l/s/Km^2 que corresponden al 18.1% al aporte del rendimiento hídrico total del río Lagunilla.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ambalema



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto Municipio Anzoátegui– Anzoátegui, Tolima

ANEXO 4 -
CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ANZOATEGUI

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE ANZOATEGUI 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Anzoátegui 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Anzoátegui 5
Tabla 4. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7 Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 7
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui 14
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Anzoátegui. 15
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui 17
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui. 18
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Anzoátegui. 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes ... 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes 12
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Anzoátegui y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes 18
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Anzoátegui y en las áreas aferentes de los acueductos 20

MUNICIPIO DE ANZOATEGUI

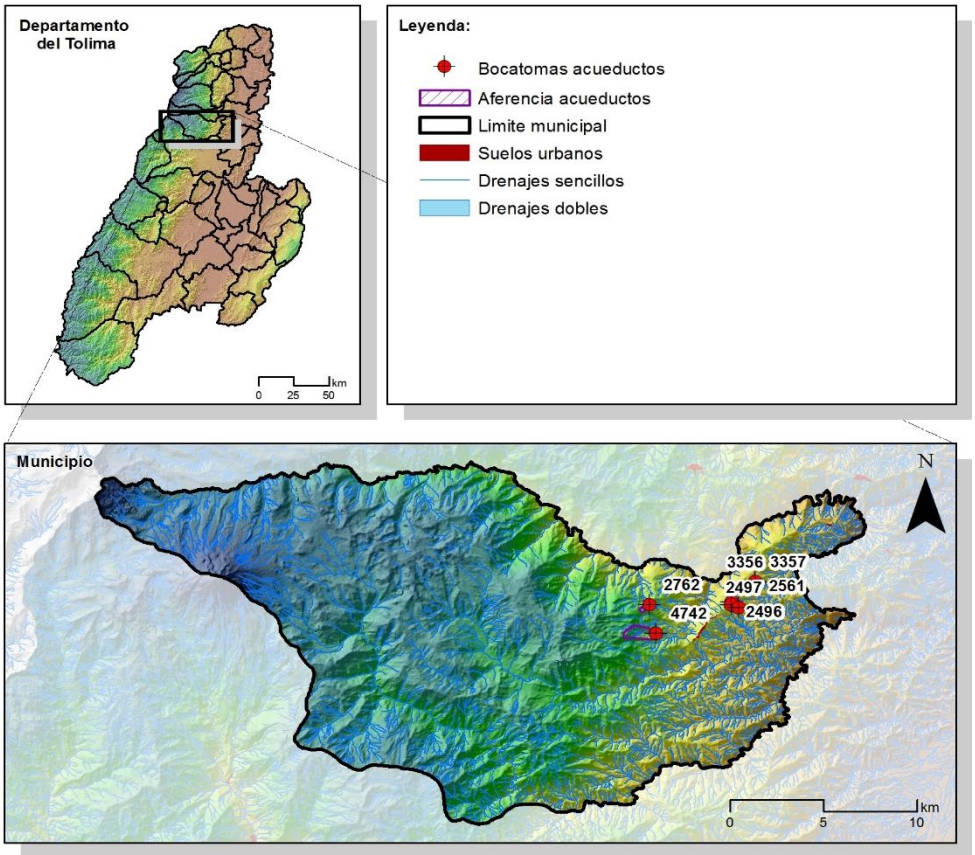
1. Localización

El municipio de Anzoátegui se encuentra situado al sur occidente del departamento del Tolima, su cabecera está a 79 Kilómetros de Ibagué sobre los 4°37’54’’ latitud norte y 75°05’38’’ longitud oeste del meridiano de Greenwich. La localización municipal limita al norte y occidente con el municipio de Santa Isabel, y al oriente y sur con el municipio de Alvarado, manteniendo una población aproximada de 8.371 habitantes;

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Anzoátegui tiene una extensión municipal de 541 Km^2 de los cuales 8,43 Km^2 un 0,8% pertenecen al área urbana, conformada por 6 barrios, y el 540,57 Km^2 restante equivale al 99,92% de área urbana rural conformada por 36 veredas y 3 centros poblados. Respondiendo a su extensión y población, Anzoátegui cuenta con 8 acueductos veredales que abastecen un aproximado de 8.371 habitantes, en la tabla 1 se describen detalladamente.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Anzoátegui

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCECIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
4742	Municipio de Anzoátegui	Bueno	4,629674	-75,116854	2272	26,4	102,381
2497	ASOUSUR-ACUED. Rural "La Palmera"	Bueno	4,642931	-75,076793	1680	0,5	14,355
2762	Asoc. de ASOUSUR-ACUED. Vda. El Fierro/Anzoátegui	Bueno	4,644390	-75,120090	2250	1,5	16,862
2496	ASOUSUR-ACUED. Rural "La Palmera"	Bueno	4,644570	-75,080499	1804	0,5	6,290
2495	ASOUSUR-ACUED. Rural "La Palmera"	Bueno	4,645839	-75,080292	1812	3,0	5,984
2561	Asoc. De Usuarios del Acueducto Inspección Vda El Hatillo/Anzoátegui	Regular	4,654440	-75,069570	1558	1,2	5,967
3356	Junta De Acción Comunal De La Vereda El Hatillo Del Municipio De Anzoátegui	Bueno	4,655980	-75,069150	1645	0,5	7,482
3357	Junta De Acción Comunal De La Vereda El Hatillo Del Municipio De Anzoátegui	Bueno	4,656320	-75,068940	1620	0,6	7,482

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Anzoátegui cuenta con 8 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 34,20 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	26,40
VEREDAL	7	7,80
TOTAL	**8**	**34,20**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen

dichos acueductos además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 3 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Del Fierro la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 27,90 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Anzoátegui

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Frio	2124.2.45.4	3	4,00
Rio Cumina	2124.2.41	3	2,30
Quebrada Del Fierro	2124.2.40	2	27,90
TOTAL		**8**	**34,20**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Anzoátegui:

Tabla 4. Estado actual de las obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	3
Toma de rejilla	4
Toma lateral	1
TOTAL	**8**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

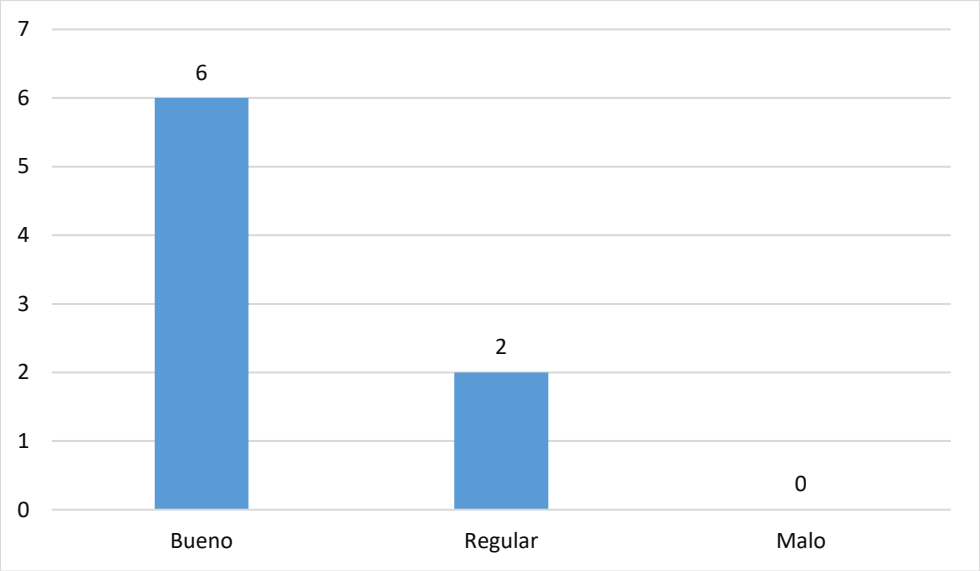
Las visitas realizadas permiten verificar que el 25,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	6	75,00
Regular	2	25,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Anzoátegui, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	2.377
Personas Transitorias	323 Aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 7.

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7 Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO

Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el

nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises bióticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

ANFIBOLITAS

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.
La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

NEISES CUARZOFELDESPÁTICOS

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cócora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

NEISES BIOTÍTICOS

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que

conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cócora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzo feldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita

EDAD

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos el municipio de Anzoátegui.

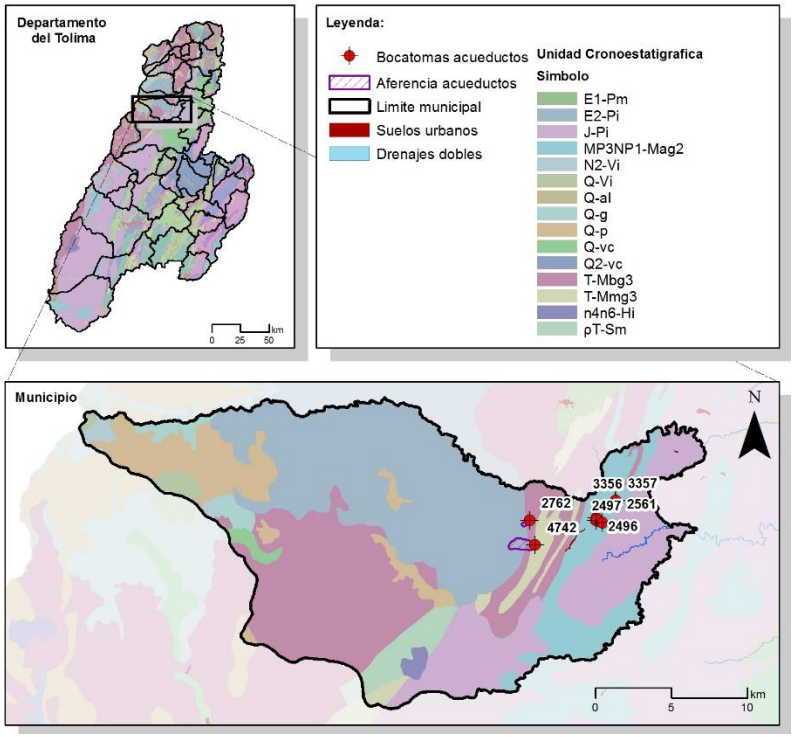
Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	32,115	20,16%
E2-Pi	Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas	Eoceno	Batolito El Bosque	76,766	48,18%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	10,362	6,50%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	40,078	25,16%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

4. Hidrogeología

El complejo Cajamarca se encuentra clasificado hidrogeológicamente como de acuífugo, son rocas metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

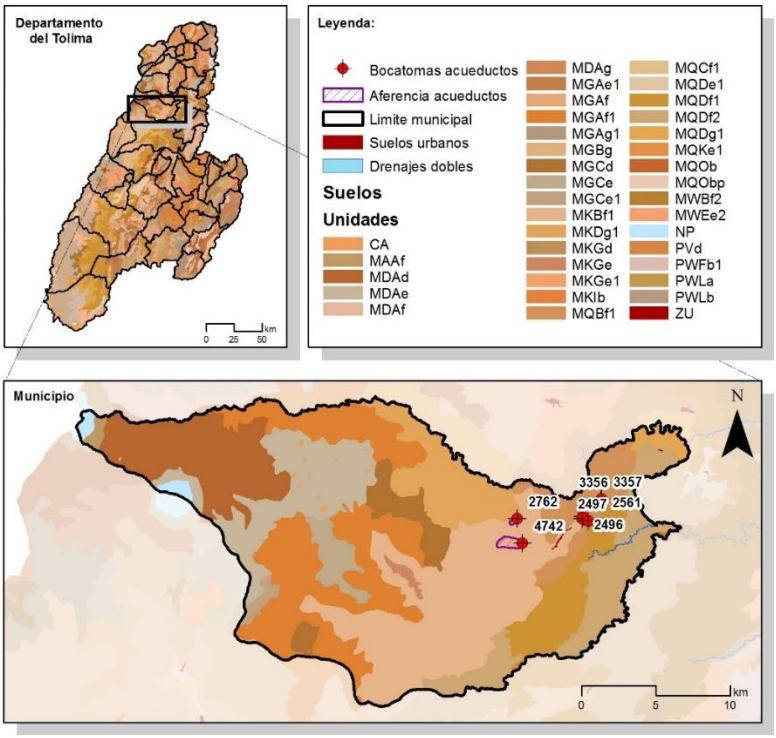
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo con sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el

contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Anzoátegui se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Principalmente el municipio de Anzoátegui presenta suelos de clase III en el área total del municipio, reconociéndolas como tierras de usos limitados debido a la baja retención de humedad, a la presencia de sales de sodio, o de fragmentos gruesos y a la posibilidad de inundaciones, características que reducen las posibilidades de explotación de cultivos de la zona, en donde las prácticas de conservación de suelos, como siembras en contorno, control de las sales, fertilización complementaria, establecimiento y manejo adecuado de los sistemas de drenaje son estrategias de conservación de suelos para alcanzar buenos rendimientos

El 76,66%, 15,82% y el 0,58% del suelo del municipio de Anzoátegui pertenece a la subclase VIIt en donde el relieve dominante es moderadamente escarpado con pendiente que oscilan entre 50 y 75%, por sus pendientes es un suelo con poca profundidad, susceptibles a erosión, desprendimientos y deslizamientos que ocurren en la zona.

Este tipo de suelo están caracterizados por su acidez debido a su naturaleza de andisoles e inceptisoles, con buenos drenajes y baja saturación los hace aptos para programas de reforestación con especies nativas y repoblamiento natural de la vida silvestre, en donde se pueden desarrollar actividades de cultivo tales como frutales, café y plátano, adoptando medidas de manejo y control de la erosión.

Las tierras de clase VIII con una participación del 6,93% en el municipio de Anzoátegui presentan limitaciones dirigidas a las actividades agropecuarias y forestales por tu tipo de pendiente, acidez, fertilidad baja y una alta saturación; localizadas en cañones y taludes, de paisaje montañoso presentando así un relieve fuertemente escarpado, con pendientes mayores del 75%, suelos de desarrollo muy incipiente, limitados en su profundidad por material parental

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui

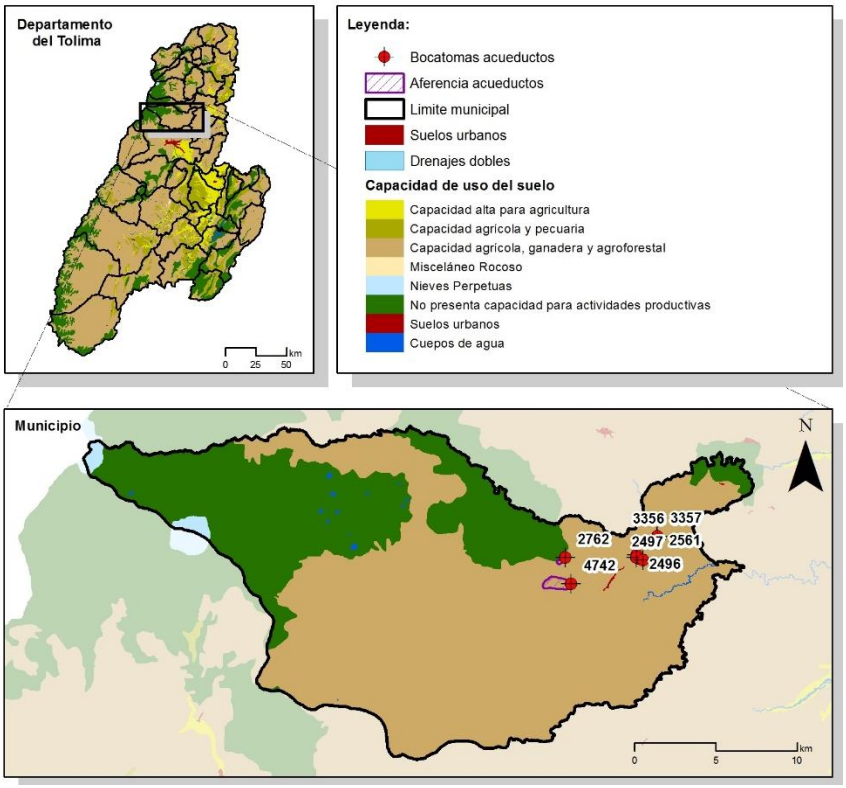
UC Suelo	Clima	Paisaje	Tipo Relieve	Material Parental	Textura	Orden	Área (HA)	%
MKDg1	Frío Húmedo	Montaña	Filas-vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	Andisoles	11,043	6,93
MKBf1	Frío Húmedo	Montaña	Filas-vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	Andisoles	122,138	76,66
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas-vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	Inceptisoles	25,208	15,82
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas-vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	0,93	0,58

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Anzoátegui.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	16,861986	7,93976401
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	145,870922	68,6859007
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	35,286398	16,6152239
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	14,354588	6,75911136

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Anzoátegui cuenta con tierras de clase agroecológica 7 que presentan limitaciones fuertemente severas, fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad.

Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) en un 6,76% para el municipio, los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e) con un 16,62% de participación y los suelos de categoría 7pc, son suelos de limitación pendiente (p) y clima limitante por déficit o exceso de humedad (c) que hacen referencia al 68,68% de presencia, con mayor participación en las características agroecológicas que describen el suelo del municipio de Anzoátegui.

La cobertura vegetal perteneciente a la clase 8 reconoce la vulnerabilidad extrema y su importancia como ecosistema estratégico (páramo) para la regulación del recurso hídrico, por ello debe destinarse a la conservación de la naturaleza; incluyendo en esta clase tierras malas, erosionadas, playas, glaciares, afloramientos rocos, cárcavas, paramos, manglares, humedales, lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica y turismo ecológico, tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 msnm.

7. Pendientes

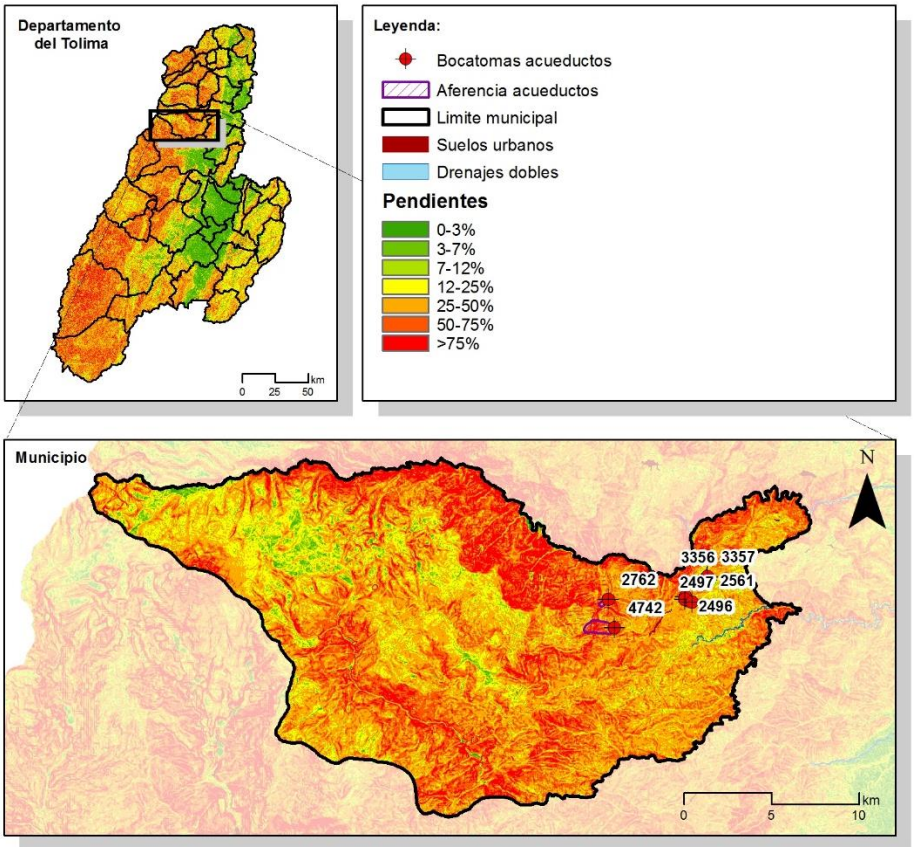
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Anzoátegui y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
3-7%	Ligeramente inclinado	0,095	0,06
7-12%	Moderadamente inclinado	0,473	0,30
12-25%	Fuertemente inclinado	8,033	5,05
25-50%	Ligeramente escarpado	62,376	39,22
50-75%	Moderadamente escarpado	58,690	36,90
>75%	Fuertemente escarpado	29,392	18,48

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

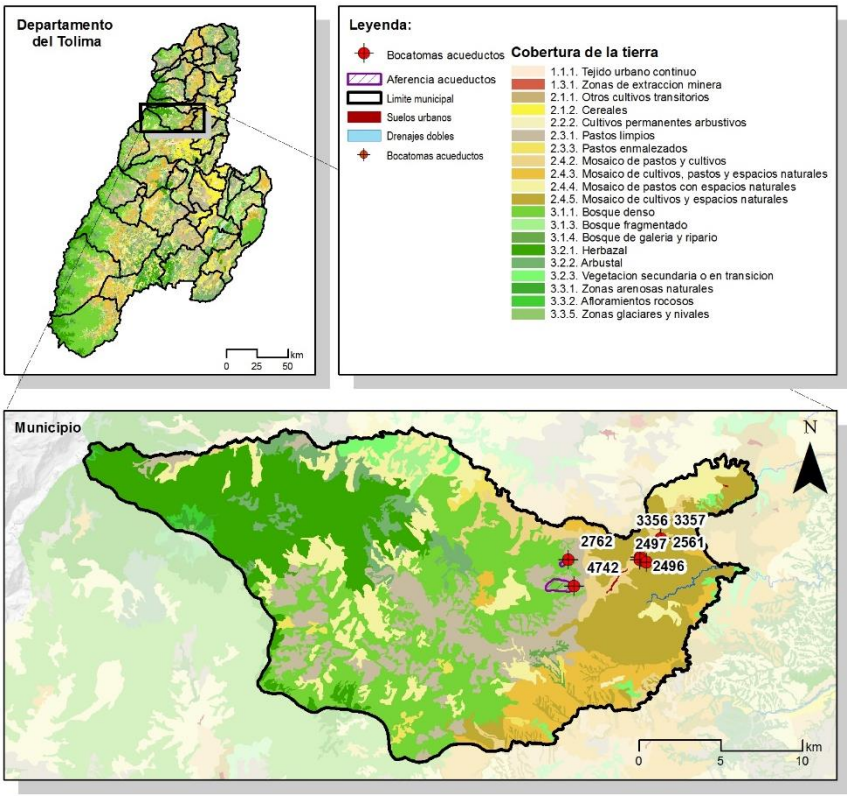
El municipio de Anzoátegui comprende pendientes entre los rangos de 25 a 50%, poca predominancia de pendientes planas como puede observarse con claridad en la figura 6. El porcentaje de pendientes encontradas en las áreas aferentes de los acueductos del municipio describe la presencia de pendientes ligeramente inclinadas a fuertemente escapadas, con mayor predominancia en aquellas áreas de pendientes ligeramente escarpadas.

Las llaves de los acueductos que se reportan para el municipio de Anzoátegui están ubicadas en pendientes moderadamente inclinados y fuertemente inclinados correspondientes a las llaves 2762 y 4742, los 6 restantes se ubican en pendientes desde ligeramente escarpado, moderadamente escarpado hasta fuertemente escarpado.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Anzoátegui.se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Anzoátegui y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	63,733	38,21
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	13,264	7,95
2.3.1	Pastos limpios	38,648	23,17
2.3.1	Pastos limpios	3,598	2,16

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	0,279	0,17
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	4,959	2,97
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	3,654	2,19
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	14,076	8,44
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	1,331	0,80
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	2,330	1,40
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	5,967	3,58
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	2,713	1,63
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	2,713	1,63
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	4,769	2,86
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	4,769	2,86

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 46,16% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui presentan cobertura de bosque denso alto de tierra firme, esta es una cobertura que se caracteriza por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70%, localizados en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos y una altura del dosel superior a 15 metros.

Coberturas que describen pastos limpios representan el 25,33% del área aferente a los acueductos en donde se realizan prácticas de manejo como limpieza, encalamiento y/o fertilización; el 19,93% de cobertura de suelo es representado por mosaico de cultivos y espacios naturales, superficies ocupadas principalmente por cultivos con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes demasiado intrincado (relictos), las áreas de los cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total; y finalmente con un 8,58% mosaico de pastos y cultivos, esta cobertura comprende tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

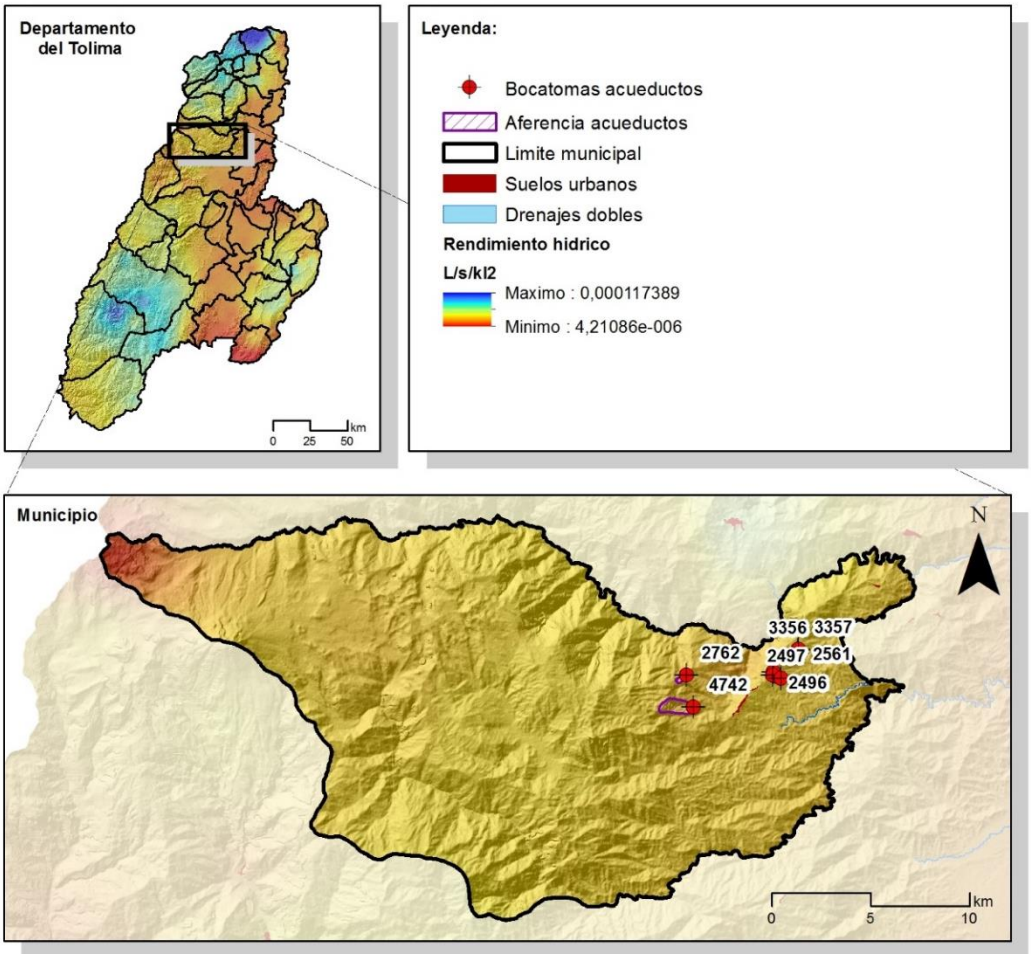
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Anzoátegui y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

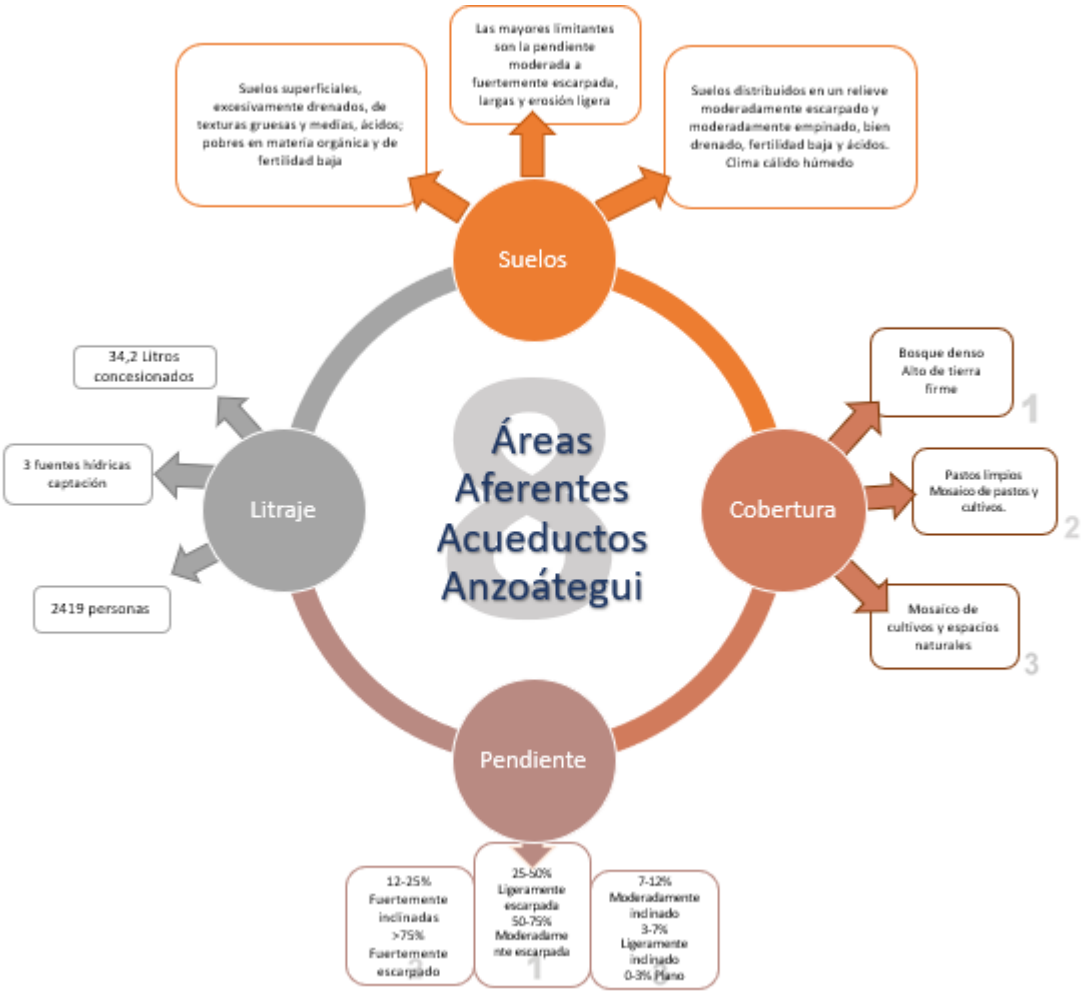
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Anzoátegui.

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2495	0,005983922	0,001575	2124.2.45.4	Rio Frio	104,87535	2,942421	0,005705747
2496	0,0062898	0,001667					0,005997405
2497	0,014354588	0,003851					0,013687285
2561	0,00596739	0,001627	2124.2.41	Rio Cumina	19,331907	0,525823	0,030868088
3356	0,00748221	0,002046					0,038703942
3357							
2762	0,016861986	0,004486	2124.2.40	Qda del Fierro	21,027256	0,56477	0,080191091
4742	0,102380626	0,027702					0,486894847
TOTAL	**0,159320522**	**0,042954**			**145,234513**	**4,033014**	**0,662048405**

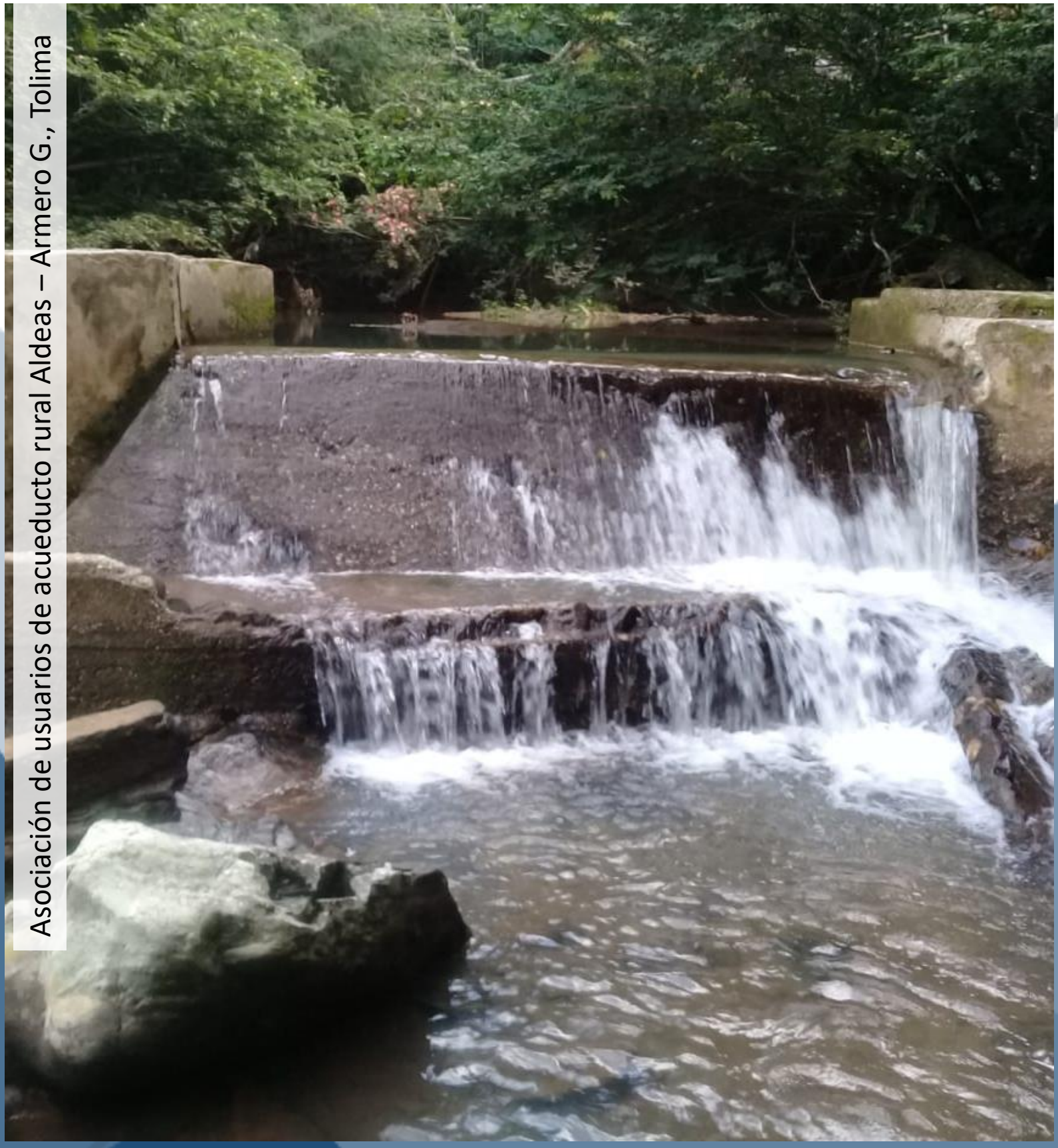
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio de Anzoátegui presentan un rendimiento hídrico de 0,043 l/s/Km^2 que corresponden al 0,33% del rendimiento hídrico total municipal. El área aferente de las llaves de los acueductos municipales encontrados en la quebrada del Fierro presenta el rendimiento hídrico mayor en el municipio con un 0.031 l/s/Km^2 que equivale al 72,17% del rendimiento hídrico aferente y 0,24% del rendimiento hídrico del municipio; la quebrada del Fierro que abastece los acueductos municipales de Anzoátegui mantiene una relación porcentual relacionada al área de la microcuenca del 0,57% con respecto al área aferente de dichos acueductos. Las áreas que intervienen los acueductos en el rio frio es de 0,25%, el rio Cumina tiene una participación del 0,069% en la cuenca y la quebrada del Fierro 0,56 de la microcuenca.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Anzoátegui.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asociación de usuarios de acueducto rural Aldeas – Armero G., Tolima

ANEXO 5 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ARMERO GUAYABAL

CORTOLIMA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE ARMERO GUAYABAL 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Cobertura de la tierra** 19
8. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Armero Guayabal. 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Armero Guayabal 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 9
Tabla 8. pH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Armero Guayabal 11
Tabla 9 . Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal. 12
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal. 15
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Armero Guayabal 16
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal. 18
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 20
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Armero Guayabal 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes. 12
Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes 14
Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes 16
Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y en sus áreas aferentes. 18
Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes 19
Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Armero Guayabal y en las áreas aferentes de los acueductos 21
Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal 23

MUNICIPIO DE ARMERO GUAYABAL

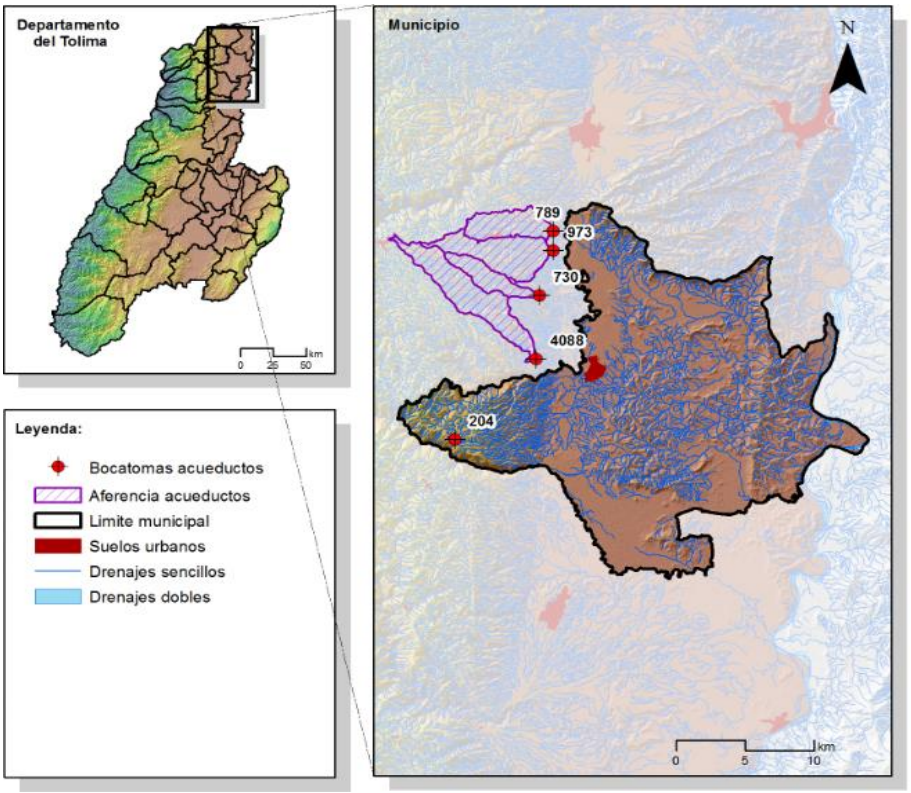
1. Localización

El municipio de Armero Guayabal se encuentra ubicado al norte del Departamento del Tolima, enclavado en la vertiente oriental de la Cordillera Centra, en un amplio valle formado por los ríos Lagunilla, Sabandija, Cuamo y Magdalena. Su Cabecera Municipal se encuentra ubicado en la parte centro-occidente del municipio de Armero, dentro de las Coordenadas Geográficas 4º 58’ de Latitud Norte y 74º 54’ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. A una altura sobre el nivel del mar de 500 metros y su temperatura promedio llega a los 28,4° C.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Armero Guayabal cuenta con el 4,44%, de su territorio clasificado como área urbana y el 95,56 %. El área urbana está conformada por 27 barrios, y el área rural que se divide en 18 veredas, 4 centros poblados y 3 corregimientos. Cuentan con 3 acueductos verdales y 2 que abastecen zonas urbanas, entre ellas la cabecera municipal.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Armero Guayabal.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO Lt.seg^{-1}	AREA (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
204	ASOUS.ACUED RURAL VDA EL PLACER P/B.	Bueno	4,981850	-74,976380	1185	2,5	16,24
730	ASOC USUAR DEL ACUED RURAL ALDEAS.	Bueno	5,083200	-74,921170	566	4,8	865,74
789	ASOC. USUAR DE ACUED INSPEC ESP DE SAN FELIPE.	Regular	5,128550	-74,912160	450	7,5	1195,07
973	ASOC. USUA ACUED. RURAL VDA UNIDAS PARAISO.	Bueno	5,114792	-74,912078	457	11,7	1857, 86
4088	MUNICIPIO DE ARMERO.	Bueno	5,038683	-74,923111	936	45,74	2316,10

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Armero Guayabal cuenta con 7 concesiones de agua, de las cuales 5 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 72,24 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	45,74
VEREDAL	4	26,50
TOTAL	**5**	**72,24**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 7 concesiones mencionadas inicialmente, solo 5 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada en “caducidad” bajo resolución 281 de 28/08/2019, identificada con llave 912 del usuario MUNICIPIO DE ARMERO, con un caudal otorgado de 44,00 Lts.seg^{-1}. y una (1) que debe ser “Modificada” debido a un error en el uso asignado ya que el usuario ASOC. DE PISICULTORES Y AGRICULTORES APIAGUA, presente uso “Piscícola” según resolución 358 de 20/08/2010

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 5 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Jiménez el que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 45,74 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Armero Guayabal.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Santo Domingo	2125-03.2.16	1	2,50
Quebrada De Salinas	2125-03.2.5.1	1	4,80
Rio Jiménez	2125-03.2.5	1	45,74
Quebrada Morales	2125-03.2.4.3	1	11,70
Quebrada Murillo	2125-03.2.4.2	1	7,50
TOTAL		**5**	**72,24**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Armero Guayabal:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	3
Toma sumergida	1
Camara de toma directa	1
TOTAL	**5**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

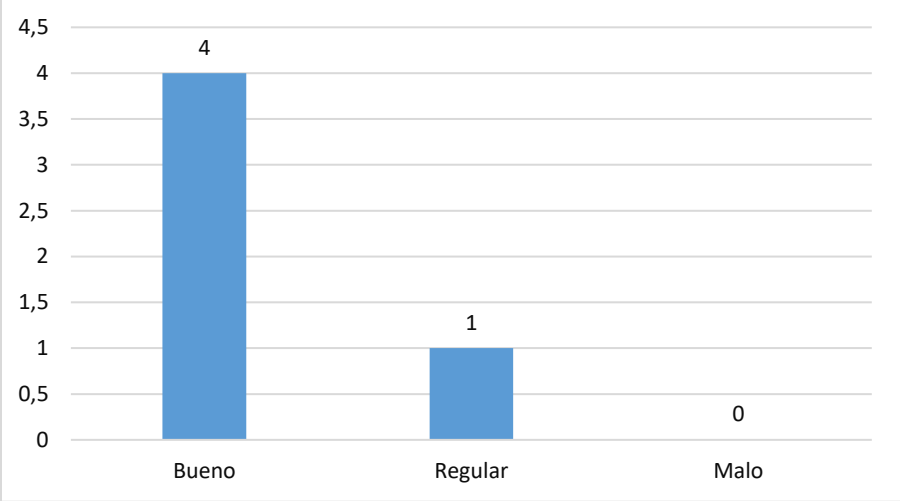
Las visitas realizadas permiten verificar que el 20% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	4	80,00
Regular	1	20,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 1. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Armero Guayabal, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	11.594
Personas Transitorias	280 aprox.

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita,

Magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).
A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	**Esquisto Negro N.M.=28 ppm**	**Cuarcita N.M.=10 ppm**
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE ARMERO GUAYABAL

Tabla 8. pH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Armero Guayabal

ARMERO GUAYABAL			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7	**X**	Media 14 - 21	
Básico > 7		Alta 21 - 34	**X**

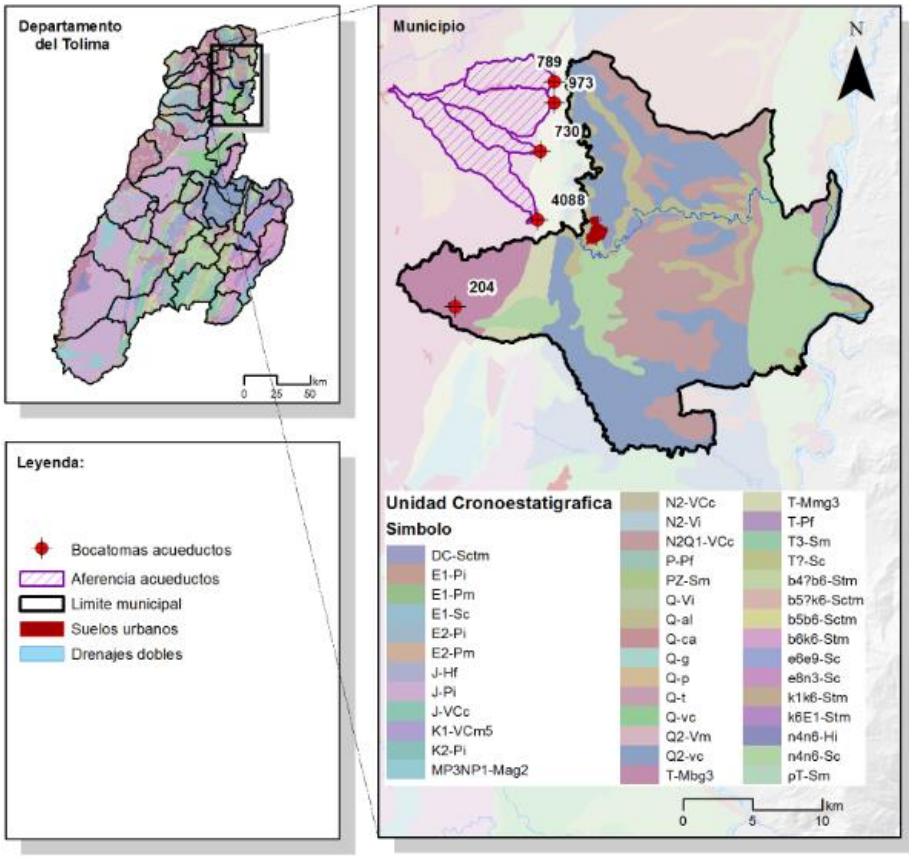
Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Con la interpolación de datos de pH y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Armero Guayabal, se determinaron valores de pH promedio de 7 lo que indica un pH neutro (situación ideal) y una temperatura del agua en promedio de 24°C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Complejo Cajamarca está clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 2. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Tabla 9 . Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno		2670,922	45,10%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		1078,310	18,21%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico		861,583	14,55%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano -Mesiniano	Grupo Honda	780,368	13,18%
N2Q1-VCc	Arenitas feldespáticas y líticas; arcillolitas, y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.	Plioceno-Pleistoceno	Formación Mesa	474,892	8,02%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	53,632	0,91%
K2-Pi	Granodioritas, tonalitas y cuarzodioritas.	Cretácico Superior	Stock de Mariquita	2,227	0,04%

Fuente: CORTOLIMA GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

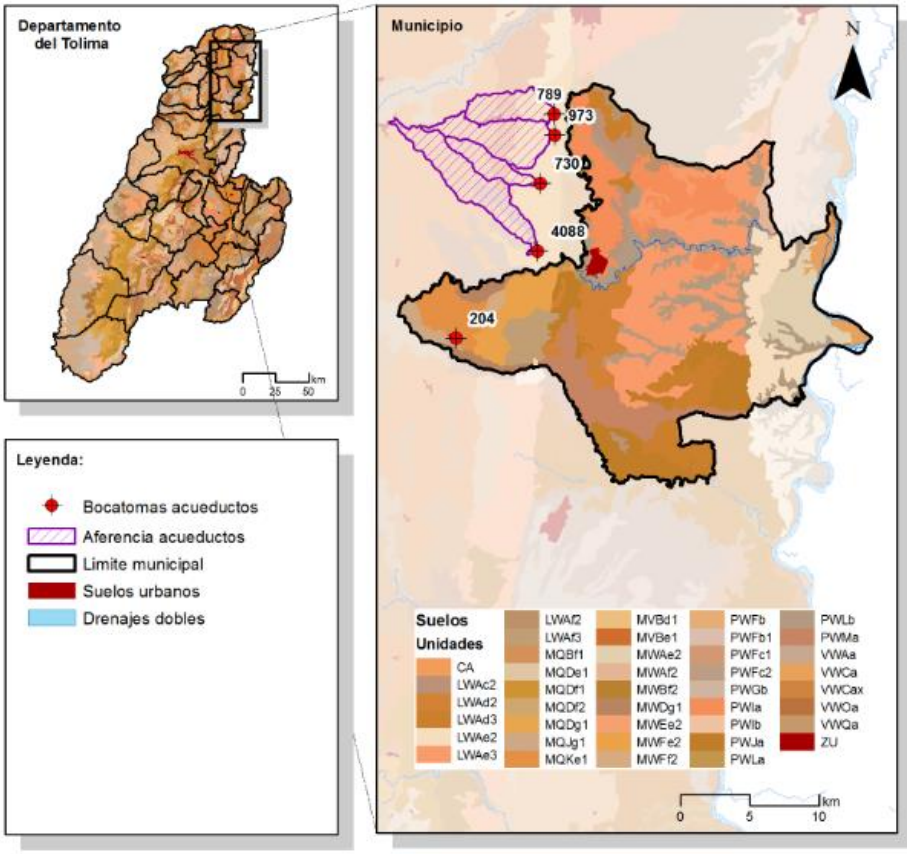
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La

primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Armero Guayabal se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Cuatro de las áreas aferentes se encuentran dentro del municipio Fala, las cuales abastasen el municipio de Armero Guayabal, Los suelos donde se encuentran ubicadas las micro cuencas, son suelos pertenecientes a la unidad MQKe1 con el 49,13% del área total, presentan relieves moderadas a fuertemente quebrados de pendientes cortas, los cuales se caracterizan por ser muy profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, fertilidad media y erosión ligera. En segundo lugar con 25,55% encontramos suelos clasificados como MWFe2, los cuales están formados por relieves moderadamente ondulados a moderadamente escarpado, de pendientes largas, con erosión moderada, de texturas finas, bien drenados, pobres

en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MVBe1 (16,71 %), MWDg1 (8,30 %) y ZU (0,30%), de buen drenaje en general, pendientes cortas, de baja a media fertilidad y erosión moderada.

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal.

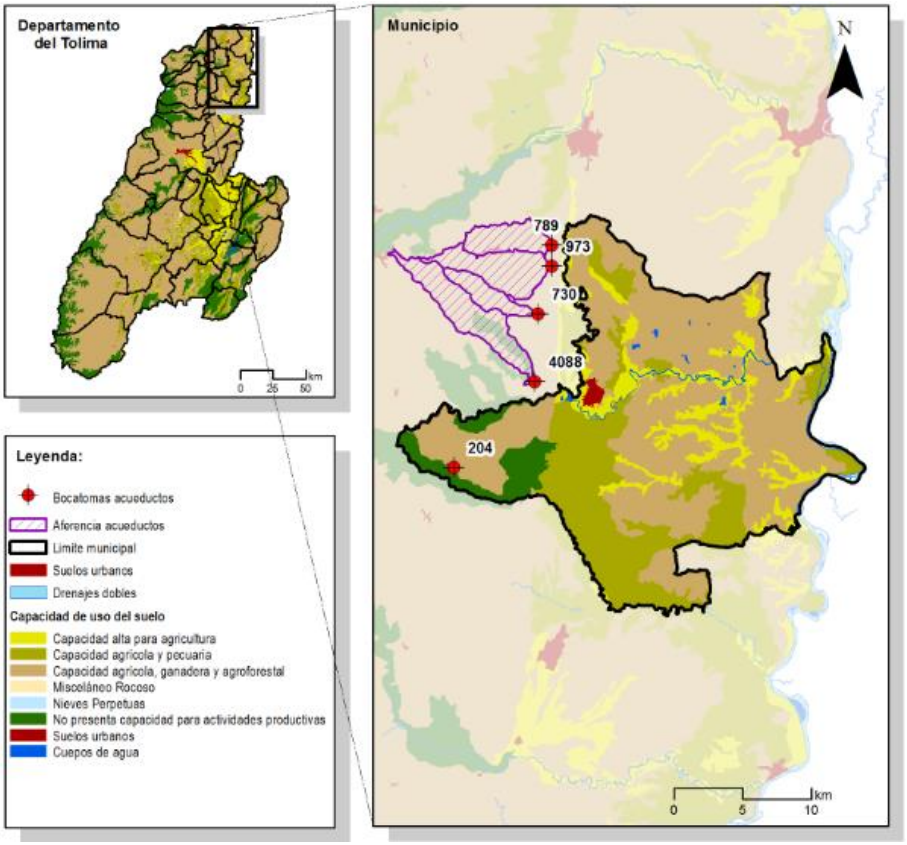
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Templado húmedo	ANDS	3071,04	49,13%
MWFe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Cálido seco	EPTS	1597,22	25,55%
MVBe1	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Cálido húmedo	EPTS	1045,00	16,72%
MWDg1	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (esquistos y arenas volcánicas)	Cálido seco	Miscelá neo Rocoso	519,01	8,30%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	18,71	0,30%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Armero Guayabal.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3071,04	49,129%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1597,22	25,551%
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1045,00	16,717%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	519,01	8,303%
ZU	ZU	18,71	0,299%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 49,129 % de los suelos que comprenden las áreas aferentes de los acueductos que abastecen el municipio de Armero Guayabal se encuentra en la clase agroecológica 7p, los cuales se caracterizan por pendientes mayores del 25% y restricciones muy fuertes por pedregosidad, rocosidad, baja fertilidad, suelos muy

superficiales, erosión severa y limitantes químicas como pH fuertemente ácido. Son áreas de protección que deben permanecer cubiertas por vegetación densa de bosque. Su principal uso es la protección de suelos, aguas, flora y fauna. Solo son aptos para mantener coberturas arbóreas permanentes; La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Predominancia de climas medios muy húmedos.

En segundo lugar para las áreas aferentes a la captación de los acueductos del Municipio de Armero se encuentran dentro de la clasificación 6p con un 25,551% de territorio, estas presentan limitaciones muy severas que en términos generales, aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.

La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío, como caña de azúcar, panela, café, cacao, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá. En menor escala encontramos la clasificación 6s (16,71%), 8 (8,30%) y Zu (0,299%) las cuales presentan limitaciones muy severas que en términos generales.

Pendientes

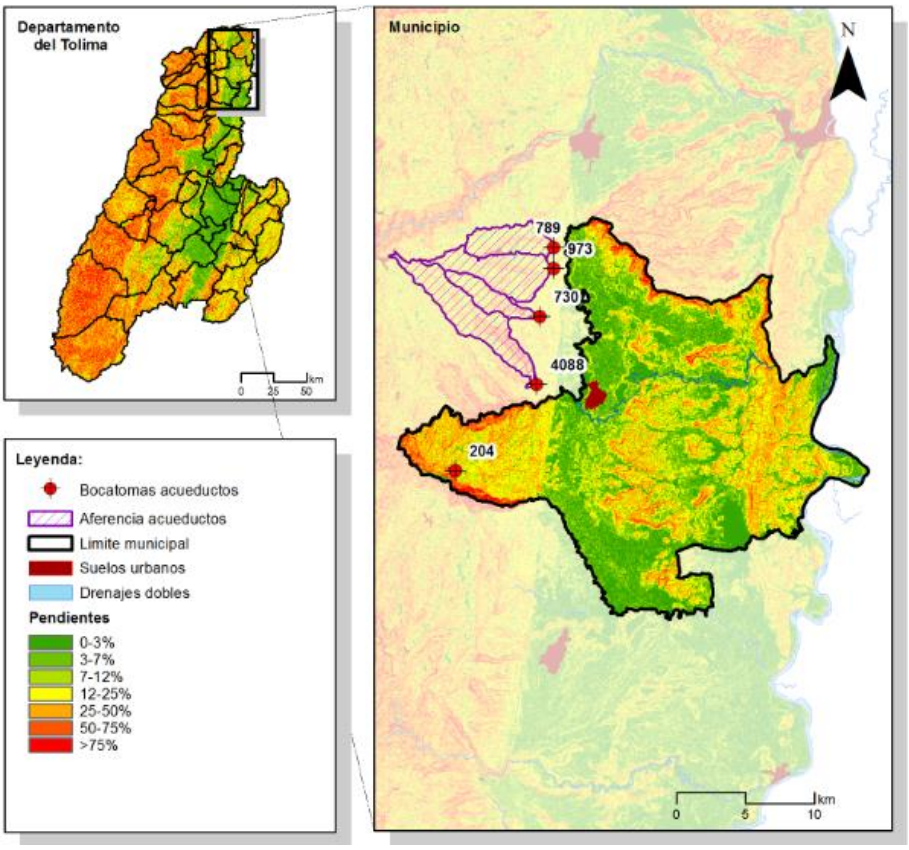
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.

- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y en sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	2480,87	39,68%
3-7%	Ligeramente inclinado	2107,18	33,71%
7-12%	Moderadamente inclinado	690,30	11,04%
12-25%	Fuertemente inclinado	508,55	8,13%
25-50%	Ligeramente escarpado	295,91	4,73%

50-75%	Moderadamente escarpado	90,63	1,45%
>75%	Fuertemente escarpado	78,35	1,25%

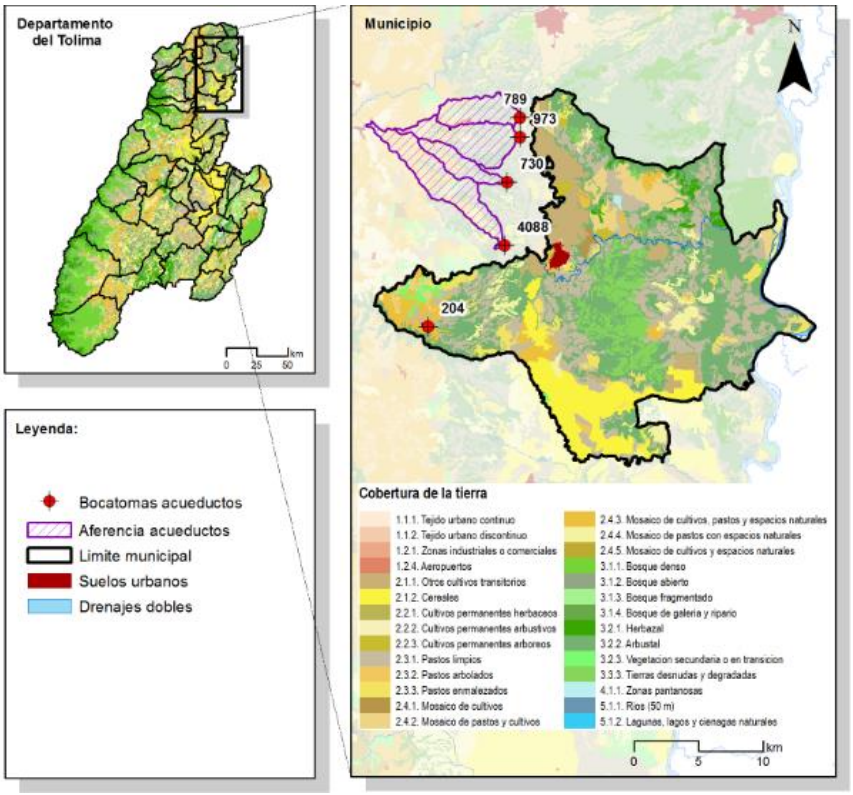
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas de los acueductos que abastecen el municipio de Armero Guayabal que se observan en la tabla 13, podemos determinar el rango de pendiente. Como predominante dentro de las áreas aferentes encontramos que el, 39,68% de ellas presentan un rango de inclinación entre el 0-3 % de pendiente, esto corresponde a un terreno plano, debido a que los puntos de captación se encuentran en la parte baja de la cuenca cerca de su desembocadura al Rio Sabandija, en límites entre el municipio de Falan y Armero. El 33,71 % de las áreas aferentes presentan un terreno ligeramente inclinado con pendientes entre el 3-7%, seguido de zona moderadamente inclinado en un rango de pendiente entre 7-12% con un 11,04%, Fuertemente inclinado con un rango de 12 -25% con un 8,13% de total de las áreas aferentes. El resto de pendientes presentes dentro de las áreas aferentes cuenta con características de pendientes escarpadas con un 4,73% pertenecientes a zonas ligeramente escarpada, 1,45% Moderadamente escarpadas y 1,25% pertenece a zonas fuertemente escarpadas, estos predominan en la parte media y alta de las cuencas donde se ubican las áreas de aferencia de los acueductos.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ataco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Armero Guayabal y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (HA)	% CUBRIMINETO
3.2.2.2	Arbustal	6403,13	39,19%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4402,71	26,95%
2.3.1	Pastos limpios	3086,20	18,89%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	1169,79	7,16%
2.3.3	Pastos enmalezados	432,15	2,65%
3.2.2.1	Arbustal	345,72	2,12%
2.2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	200,63	1,23%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	100,67	0,62%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	92,53	0,57%
1.1.1	Tejido urbano continuo	61,32	0,38%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	41,88	0,26%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 39,19% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal presentan cobertura de arbustal, esta es una cobertura de desarrolla de forma natural donde varia su densidad, se caracteriza por predominar vegetación con tallos leñosos, fuertemente ramificados en su base y sin copas definidas con alturas entre los 0,5 y 5 metros. El 26,95% de las áreas aferentes cuentan con una cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, las cuales comprendes superficies ocupadas por cultivos y pastos combinados con espacios naturales, donde se destacan parcelas con tamaño mayor a 25 Ha, los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.

El restante de coberturas presentes dentro de las áreas de aferencias se distribuye de la siguiente manera: Pastos limpios con un 18,89%, Mosaico de pastos y cultivos con el 7,16%, Pastos enmalezados con un 2,65%, Arbustal con el 2, 12%, Cultivos permanentes arbustivos con un 1,23%, Vegetación secundaria o en transición con el 0, 62%, Bosque de galería y ripario con un 0,57%, Tejido urbano continuo con el 0,38% y Mosaico de pastos con espacios naturales con un 0,26%.

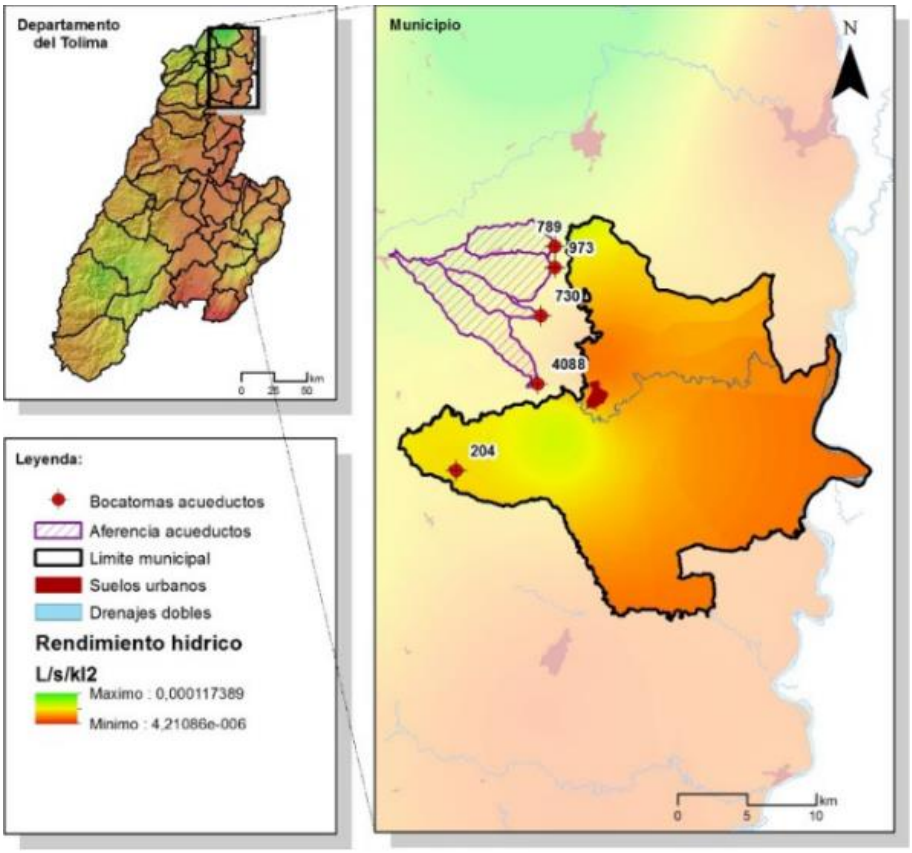
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Armero Guayabal y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Armero Guayabal.

LLAVE	Área afere ncia (km²)	RENDIMIE NTO HÍDRICO AREA AFERENT E	CODIGO MICROCUENC A	NOMBRE MICROCUENC A	Área microcuenc a (km²)	Rendimien to hídrico microcuen ca	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferenc ia respect o Área Micro
4088	23,16	1,1051	2125-03.2.5	Rio Jiménez	24,01	1,136	97,32%	96,47%
973	18,58	0,9167	2125-03.2.4.3	Quebrada Morales	19,44	0,954	96,087%	95,58%
789	11,95	0,6369	2125-03.2.4.2	Quebrada Murillo	13,90	0,735	86,669%	85,96%
730	8,66	0,4135	2125-03.2.5.1	Quebrada De Salinas	26,16	1,027	40,260%	33,10%
204	0,16	0,0065	2125-03.2.16	Quebrada Santo Domingo	27,87	1,237	0,526%	0,58%

TOTAL	62,51	3,0787		111,37	5,088	

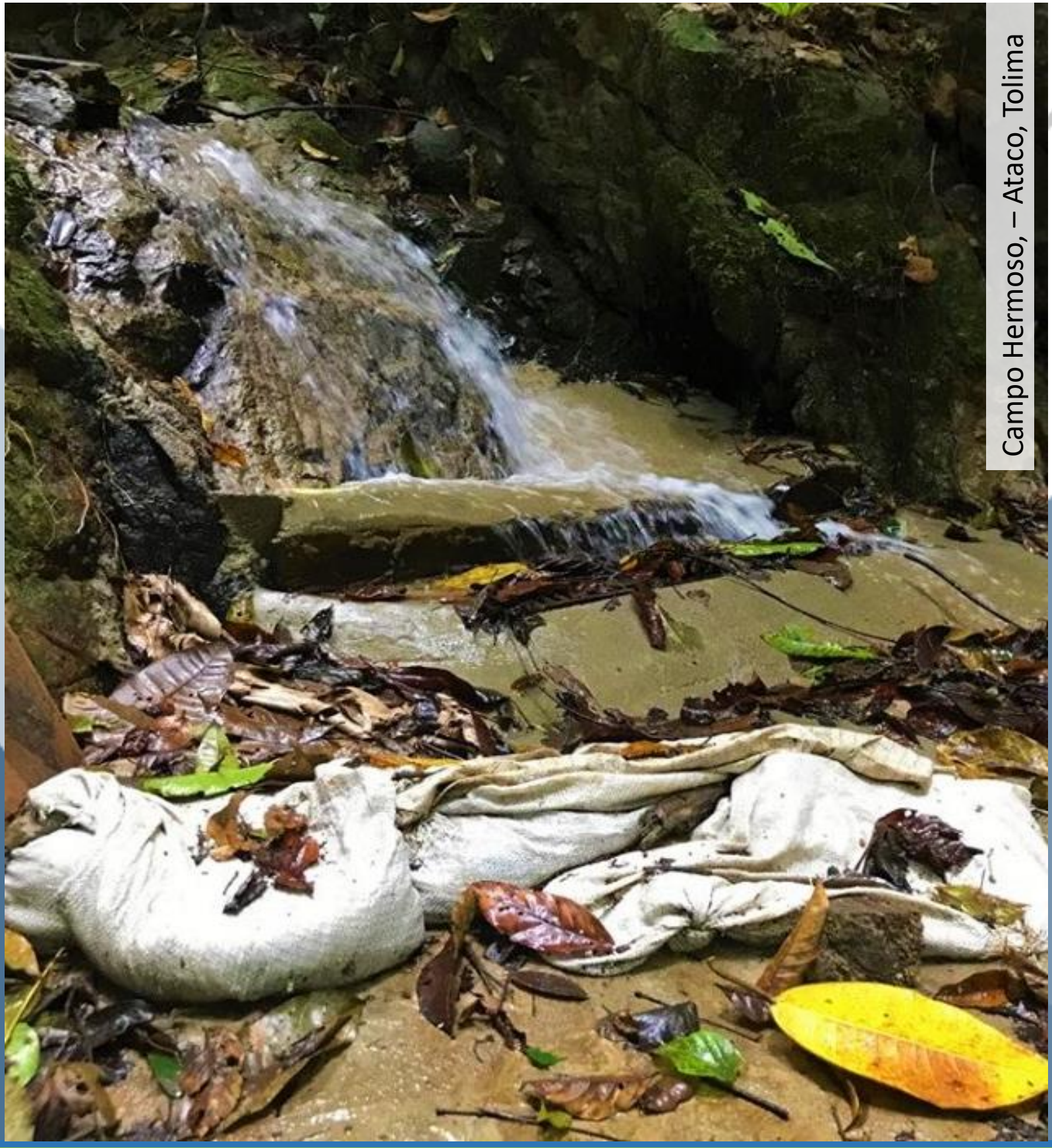
Las áreas aferentes de los 5 acueductos de Armero Guayabal presentan un rendimiento hídrico de 3,0787 l/s/Km^2, de las cuales 4 de las áreas y puntos de captación se encuentran dentro del municipio de Falan, representando el 38% del rendimiento hídrico del municipio; estas aportan 99,7% del rendimiento calculado dentro de las áreas de aferencia. Se destaca la llave 4088 la cual capta sobre la cuenca de rio Jiménez con un rendimiento hídrico del 1,1051 l/s/Km^2, los cuales representan el 97,32% del rendimiento hídrico de la microcuenca. La llave 973 capta sobre la microcuenca de la quebrada Morales, con un rendimiento hídrico de 0,9167 l/s/Km^2 el cual representa 96,087% del rendimiento calculado para la microcuenca, seguida de la llave 789 el cual depende directamente del comportamiento de la microcuenca de la quebrada Murillo, el área aferente representa 86,66% del rendimiento de la microcuenca con 0,6369 l/s/Km^2 y por último se encuentra la llave 730 la cual capta sus aguas sobre la microcuenca de la quebrada salinas, esta representa el 40,26% del rendimiento de la microcuenca con 0,4135 l/s/Km^2.

Dentro de Municipio de Armero solo encontramos un punto de captación dado por la llave 204, la cual capta las aguas dentro de la microcuenca de la quebrada santo domingo la cual representa el 0,047% del rendimiento Hídrico del Municipio de Armero Guayabal con 0,0065 l/s/Km^2 y una incidencia del 0,53 % sobre la microcuenca.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Armero Guayabal



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Campo Hermoso, – Ataco, Tolima

ANEXO 6 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ATACO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE ATACO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 8
5. **Unidades de suelo** 9
6. **Capacidad de uso del suelo** 12
7. **Pendientes** 13
8. **Cobertura de la tierra** 15
9. **Rendimiento hídrico** 17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ataco 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ataco ... 5
Tabla 4. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 9
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 11
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ataco 13
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 15
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 16
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ataco 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ataco y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 5
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes 10
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ataco y en sus áreas aferentes 14
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes 16
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ataco y en las áreas aferentes de los acueductos 17

MUNICIPIO DE ATACO

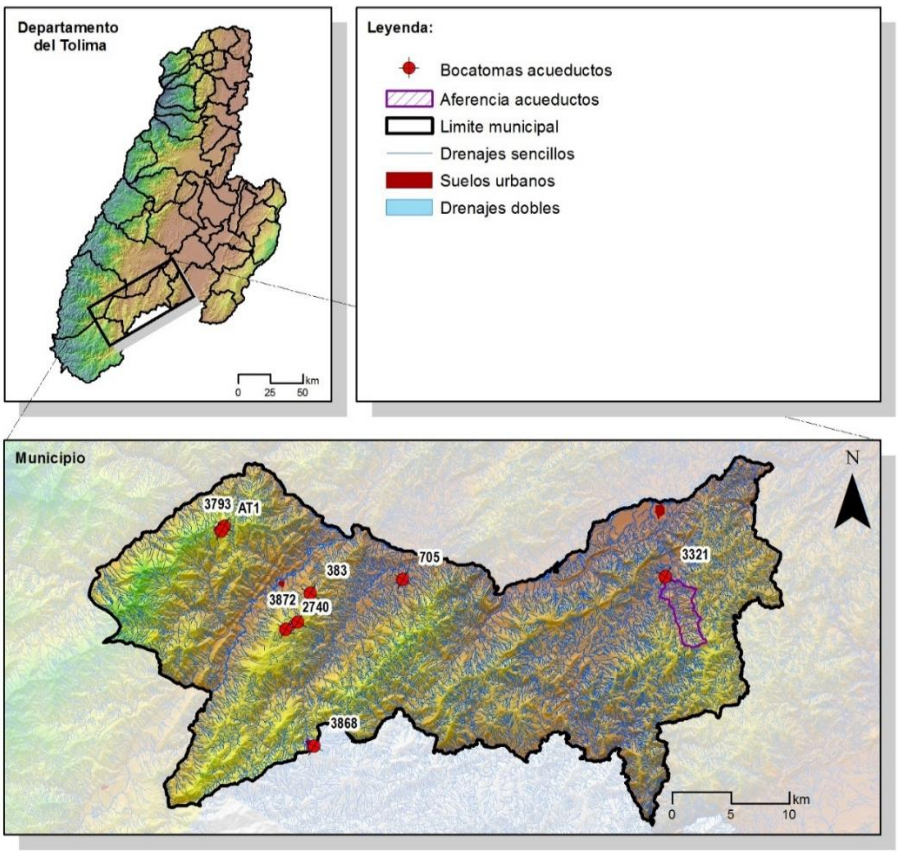
1. Localización

El municipio de Ataco se encuentra ubicado al sur del Departamento del Tolima en la zona Sur-Oriental, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°24´8,60” de latitud Norte y 75°29´15,80” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La localización geográfica del Municipio lo constituye el eje Sur articulado en el sentido Norte - Sur por la troncal del Magdalena en la vía Neiva - Ibagué, donde el Municipio de Ataco no tiene comunicación directa entre estas dos ciudades.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Ataco se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 73% de población ubicada en la zona rural y el restante 27% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con 7 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Ataco se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ataco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ataco

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y		
2740	J.A.C Vereda La Cabaña	Malo	3,368379	-75,585382	1687	9,501
3793	J.A.C Vereda Pomarrosa	Regular	3,412222	-75,665086	1883	10,934
3868	J.A.C Vereda La Lindosa	Regular	3,302899	-75,522638	1683	37,972
Ata1	Usuario Informal	-	3,408300	-75,665400	1858	14,717
383	J.A.C Vereda Agua Dulce	Regular	3,401613	-75,582747	1243	59,164
3872	J.A.C Vereda La Laguna	Bueno	3,377750	-75,580167	1620	34,178
705	Asociación de Usuarios MINI Distrito Riego Mesa de Pole	Bueno	3,446167	-75,526639	649	7,522
3321	Municipio de Ataco	Bueno	3,549280	-75,353534	573	1096,685

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Ataco cuenta con 7 concesiones de agua que corresponden a 45,92 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales, municipal y un minidistrito de usuarios como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	34,75
VEREDAL	5	6,17
MINIDISTRISTO	1	5,00
TOTAL	**7**	**45,92**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 6 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Canoitas la que cuenta con la mayor carga de caudal concesionado para un total de 34,75 Lt.seg que corresponden al 75.67% del total

de caudal concesionado del municipio de Ataco a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ataco

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Canoitas	2203.12.6	1	34,75
Quebrada Agua Fria	2203.7.6	1	5,00
Quebrada Polecito	2203.7.1	2	2,07
Quebrada Aguadulce	2202.22	1	2,00
Quebrada Barranca	2202.3	1	1,55
Quebrada San Francisco	2203.7.3	1	0,55
TOTAL		**7**	**45,92**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

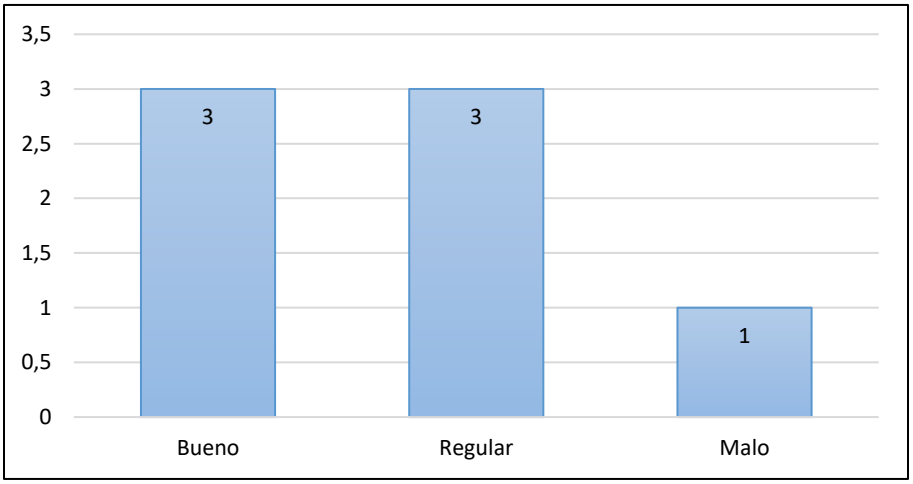
Las visitas realizadas permiten verificar que el 57,14% de las concesiones presentan estado regular y malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación el panorama del estado de obras.

Tabla 4. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	42,86
Regular	3	42,86
Malo	1	14,29

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las 7 concesiones cuentan con continuidad del servicio, para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Ataco, ninguna fue reportada con personal fijo en el área de captación

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos veredales, se clasificaron en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estos acueductos, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	6.380
Personas Transitorias	No definido

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA, a continuación la relación de estos usuarios.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas:

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

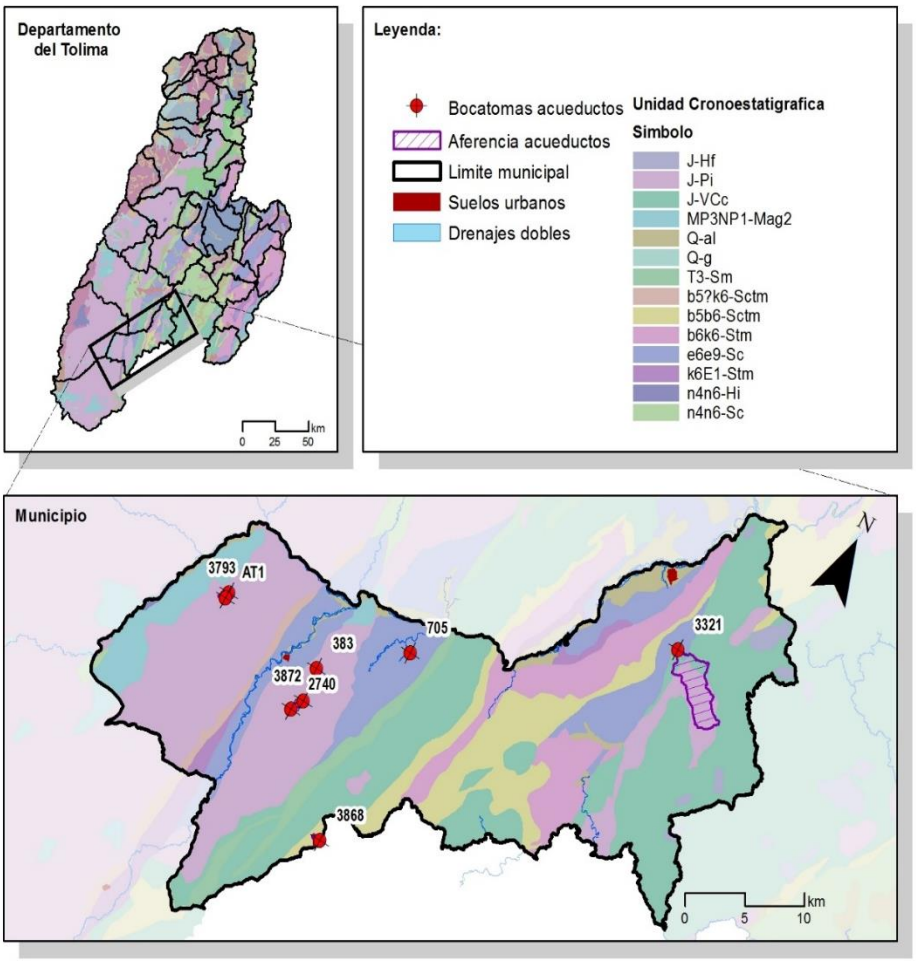
Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente esta unidad es clasificada como un acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EDAD	UNIDAD INTEGRADA	ÁREA (HA)	%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y sha les, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano		37,879	2,986
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	213,711	16,848
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	26,006	2,050
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	25,686	2,025
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	7,522	0,593
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Stock de San Cayetano	857,288	67,584
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	100,381	7,914

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

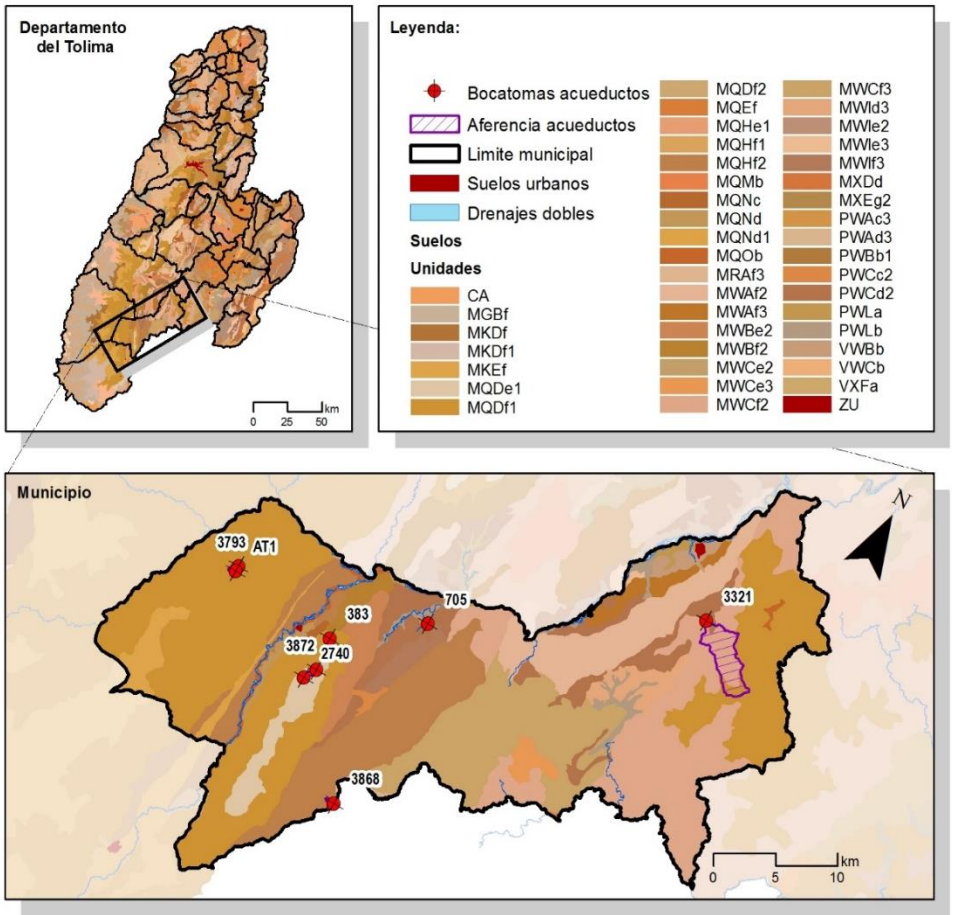
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades

cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Ataco se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Ataco se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWC con el 67,54% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, estos suelos presentan erosión moderada a severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas y tienen abundante piedra superficial, además la vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.

El 26,11% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQD, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada, estos suelos presentan erosión hídrica ligera, con frecuentes deslizamientos, además la vegetación natural ha sido destruida casi completamente para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva. Los suelos restantes pertenecen a las unidades PWC (3,6%), MQH (2,4%) y MRA (0,35%), cuya mayor limitante es la erosión ligera o moderada.

Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

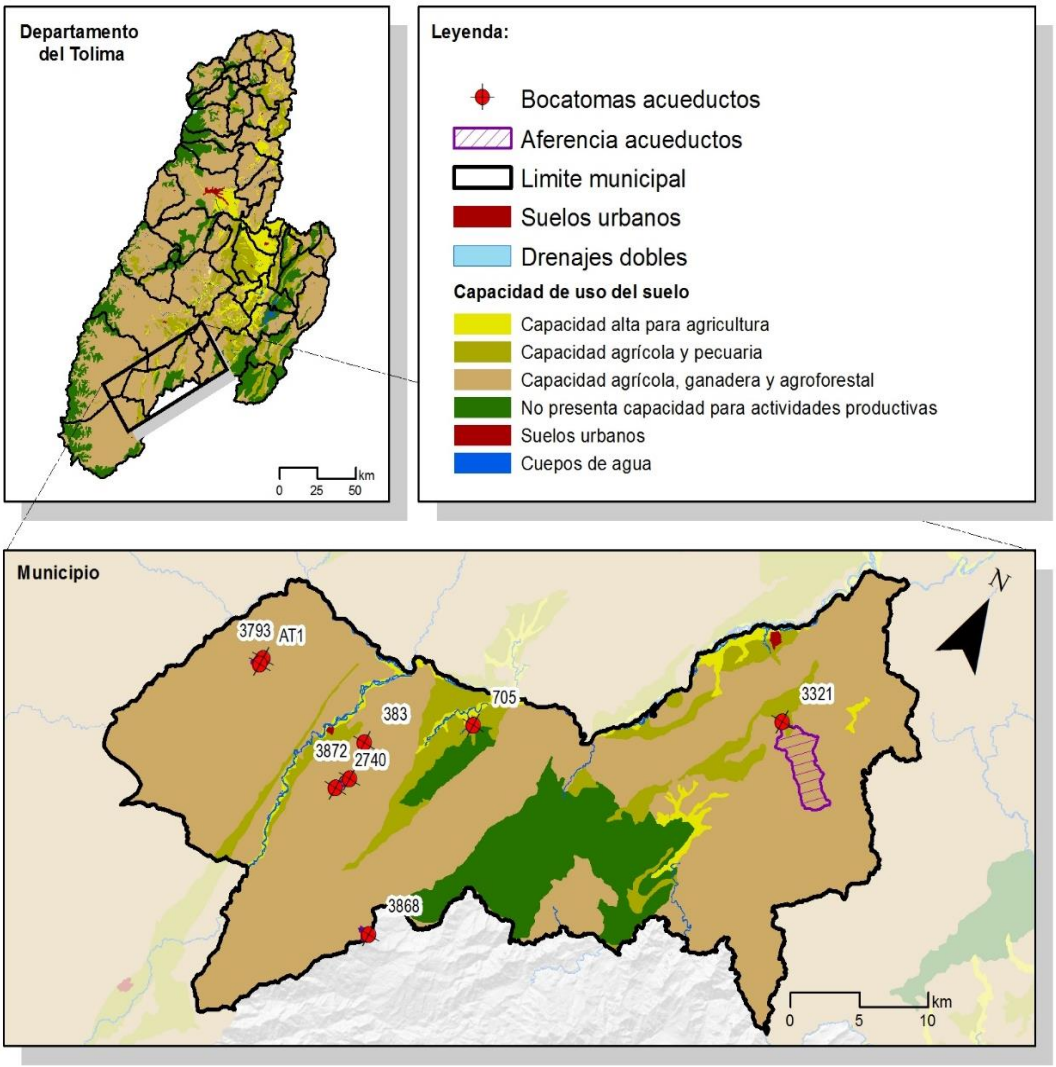
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	856,739	67,54
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	273,757	21,58
MQDe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	54,400	4,29
PWCd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	INCEPTISOLES	45,697	3,60
MQHf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	30,408	2,40
MRAf3	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	INCEPTISOLES	4,460	0,35
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media y gruesa	ANDISOLES	3,104	0,24

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ataco

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1133,602	89,36
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	54,400	4,29
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	45,697	3,60
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	34,868	2,75

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 89,36 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 4,29% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p). El 3,6% restante de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 4, que son tierras con limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener; La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erosionadas y susceptibles al deterioro.

7. Pendientes

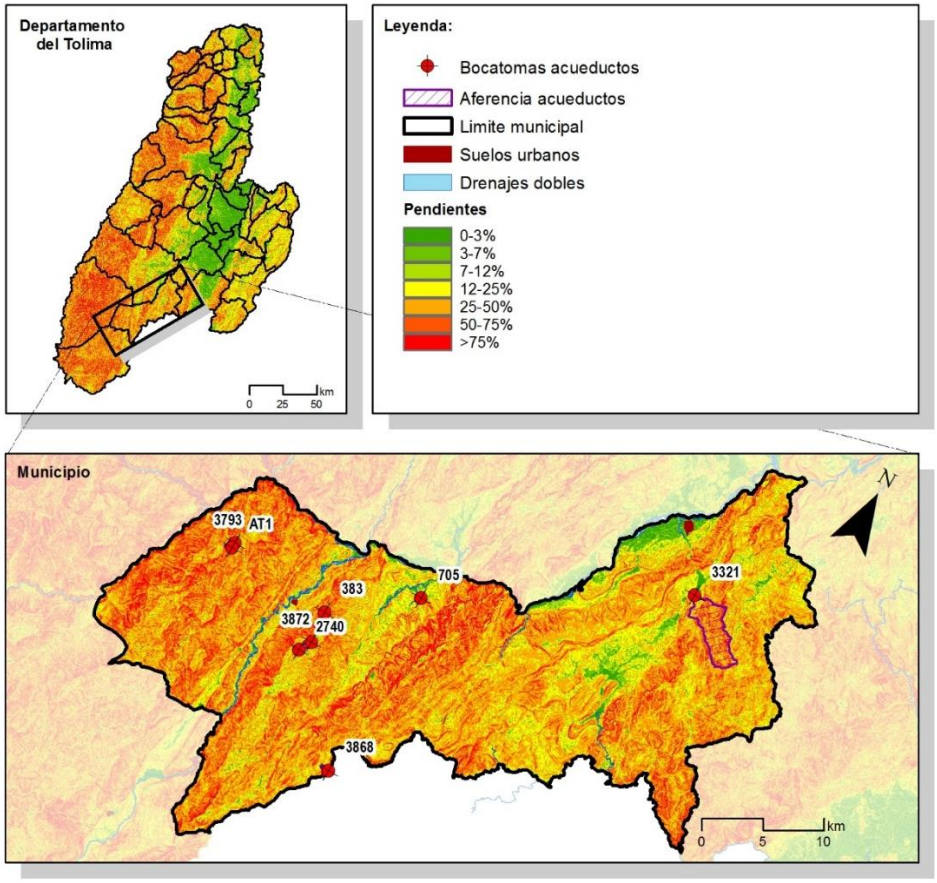
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ataco y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	5,49	0,45
3-7%	Ligeramente inclinado	11,34	0,94
7-12%	Moderadamente inclinado	23,4	1,94
12-25%	Fuertemente inclinado	151,2	12,52
25-50%	Ligeramente escarpado	560,61	46,42
50-75%	Moderadamente escarpado	378,99	31,38
>75%	Fuertemente escarpado	76,77	6,36

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

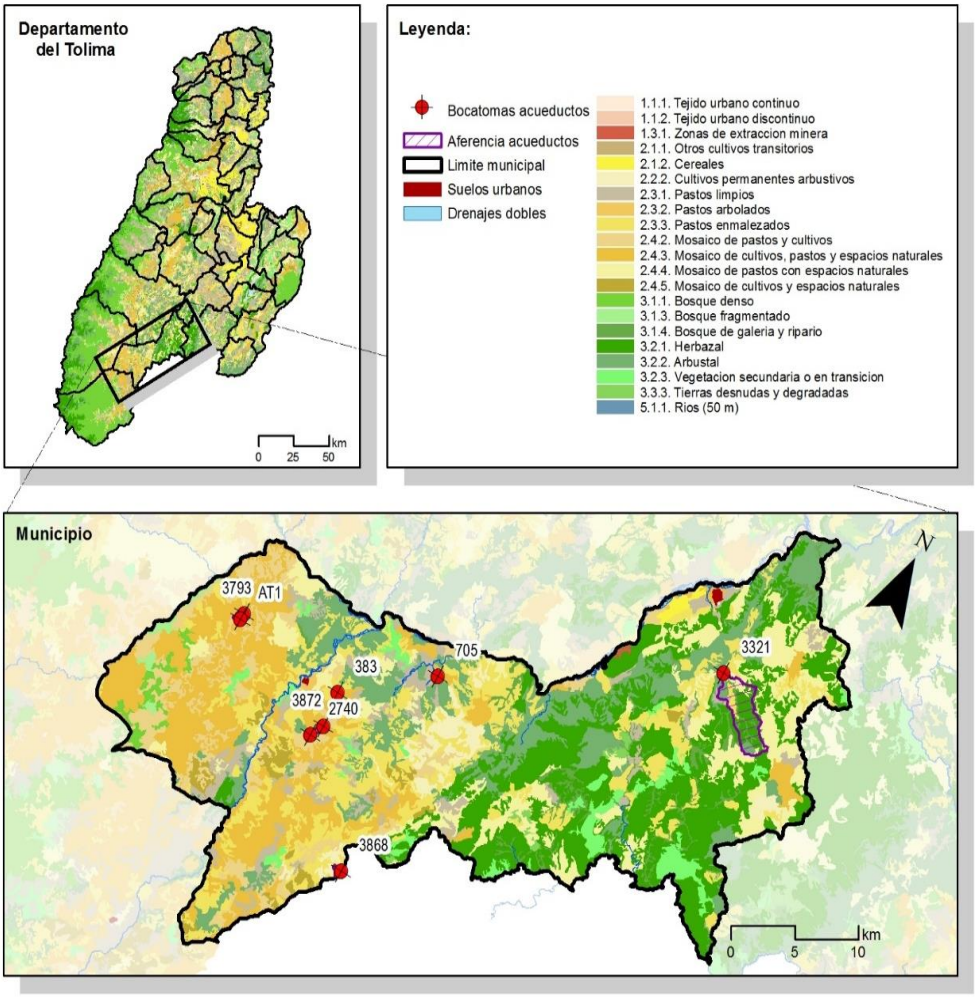
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Ataco se observan en la tabla 5, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llave Ata 1 (Usuario no formalizado) y 3868 (J.A.C Vereda La Lindosa) con pendientes entre el 50-75%, y la menor pendiente en el acueducto con llave 705 (Minidistrito riego mesa de Pole) con pendientes entre el 12-25%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Ataco se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 46,42% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 6), seguido de zonas moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 31,38% y 12,52% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ataco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ataco y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	515,890	40,67%
2.3.3	Pastos enmalezados	151,204	11,92%
3.2.2.1	Arbustal denso	143,009	11,27%
3.1.4	Bosque de galería y ripario	128,136	10,10%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	115,660	9,12%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	76,907	6,06%
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	62,933	4,96%

2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	39,694	3,13%
2.3.1	Pastos limpios	28,683	2,26%
2.2.2.2	Café	6,449	0,51%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 40,67% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco presentan cobertura de herbazal denso de tierra firme, esta es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), el herbazal denso de tierra firme se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. El 11,92% de la cobertura presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios; el 11,27% arbustales densos, que están constituidos por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos que forman un dosel irregular y el 10,10% presenta bosque de galería y/o ripario, que hace referencia a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales.

Las áreas restantes las conforman los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, los pastos limpios, los herbazales abiertos rocosos y solamente el 0,51% del área los cultivos de café.

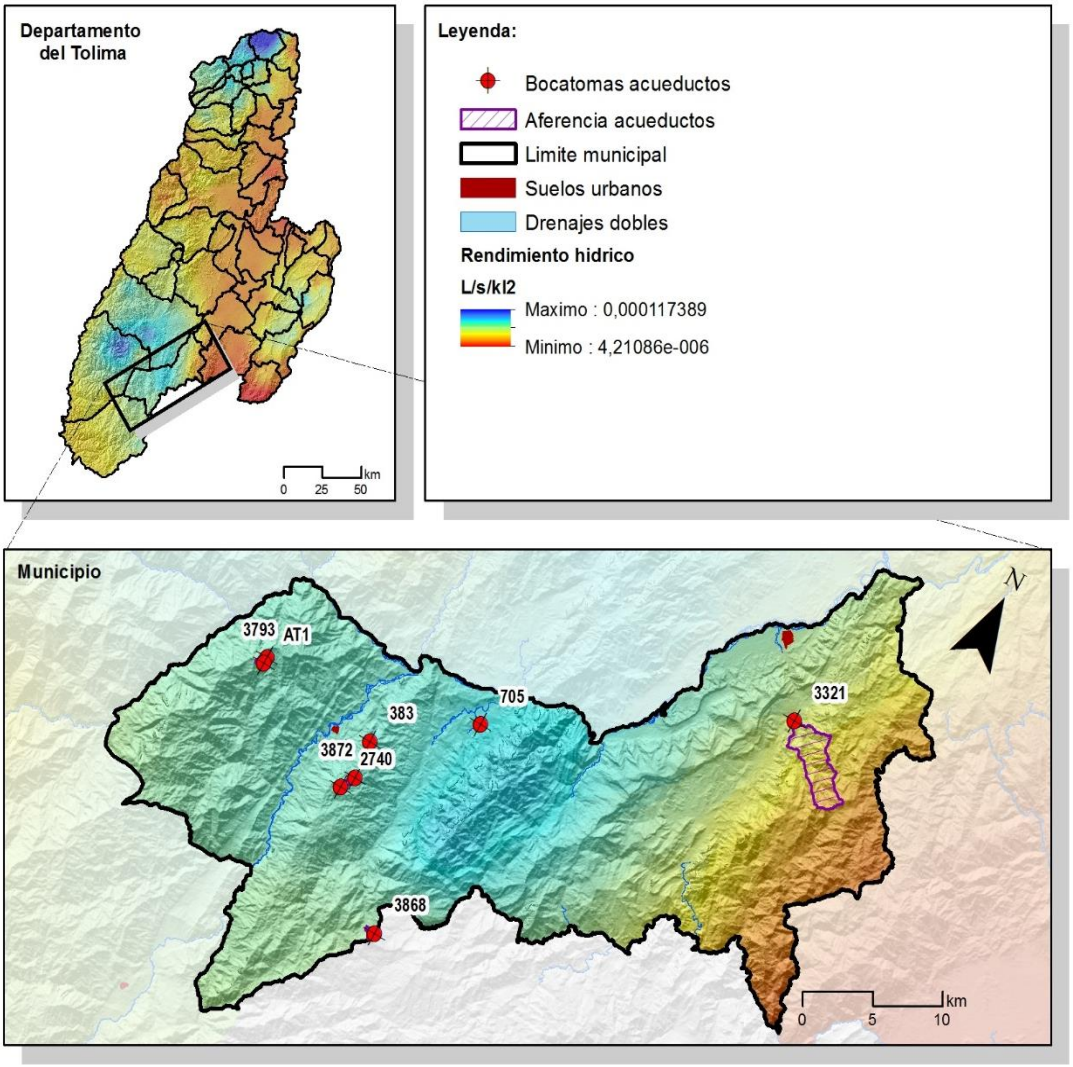
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ataco y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

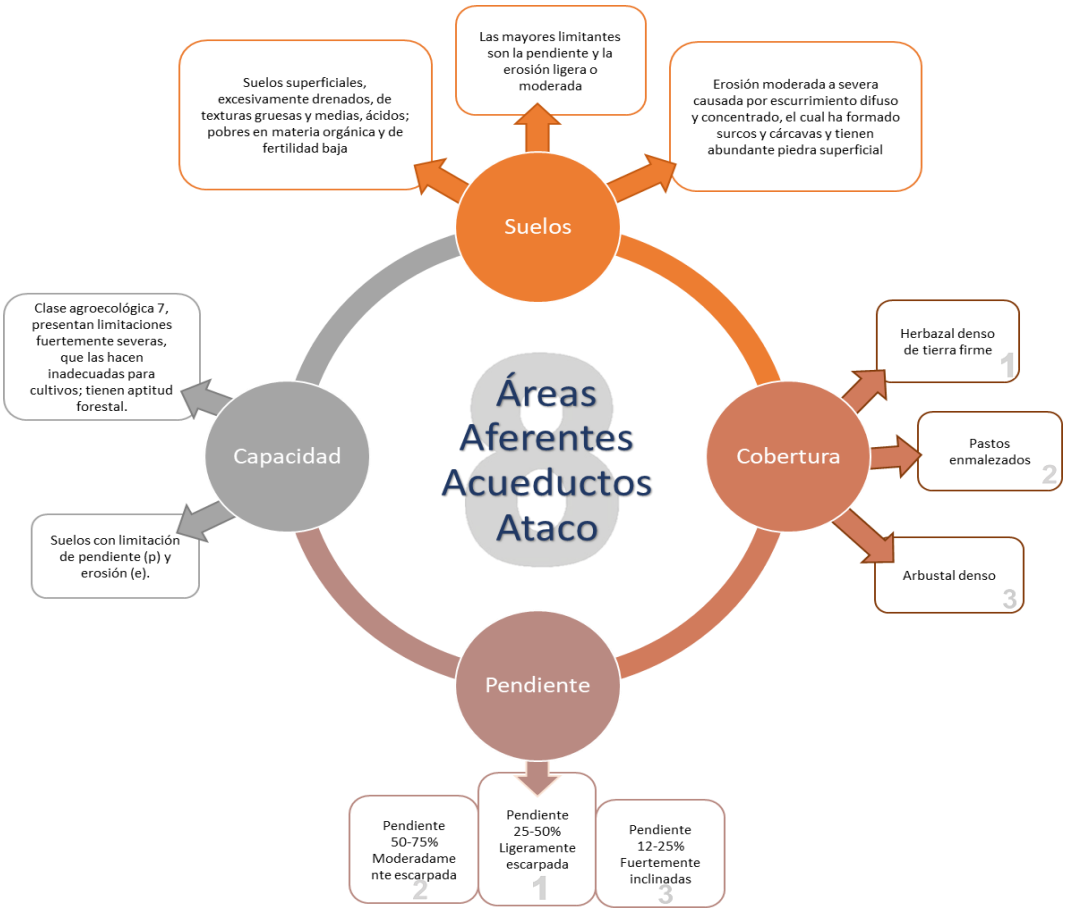
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ataco

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2740	0,1245	0,00636	2203.7.1	Quebrada Polecito	13,429	0,685	0,929
3793	0,1319	0,00675	2202.3	Quebrada Barranca	9,462	0,478	1,411
3868	0,4229	0,01911	2203.7.3	Quebrada San Francisco	9,265	0,440	4,341
Ata1	0,1543	0,00773	2202.3	Quebrada Barranca	9,462	0,478	1,616
383	0,7824	0,04027	2202.22	Quebrada Aguadulce	4,739	0,244	16,497
3872	0,3346	0,017302	2203.7.1	Quebrada Polecito	13,429	0,685	2,526
705	0,0752	0,004097	2203.7.8	Quebrada Agua Fria	10,969	0,611	0,670
3321	10,966	0,332577	2203.12.6	Quebrada Canoitas	11,176	0,340	97,738
TOTAL	**12,992**	**0,43419**			**81,931**	**3,962**	**125,728**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,434 l/s/Km^2 que corresponden al 0,979% del rendimiento hídrico total del municipio de Ataco. El área aferente del acueducto municipal de Ataco, presenta un rendimiento hídrico de 0,332 l/s/Km^2 que corresponde al 97,73% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Canoitas, pues abarca el 98% del área de la misma. El área aferente del acueducto de la J.A.C Vereda Agua Dulce, presenta un rendimiento hídrico de 0,04 l/s/km^2 y corresponde solamente al 16,45% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Barranca. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Asociación de usuarios minidistrito de riego Mesa de Pole, con 0,0040 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,6% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Agua Fría.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Oda. Perales –Caiamarca. Tolima

ANEXO 7 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE CAJAMARCA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 15
8. **Cobertura de la tierra** 17
9. **Rendimiento Hídrico** 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Cajamarca 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos 6
Tabla 4. Panorama del estado de obras de captación 6
Tabla 5. Concesiones que cuentan con servidumbre 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 8
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca 9
Tabla 8. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cajamarca 12
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 13
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Cajamarca 14
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca 17
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca 18
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Cajamarca 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 7
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ataco y en sus áreas aferentes 16
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes 17
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Cajamarca y en las áreas aferentes de los acueductos. 20
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca 22

MUNICIPIO DE CAJAMARCA

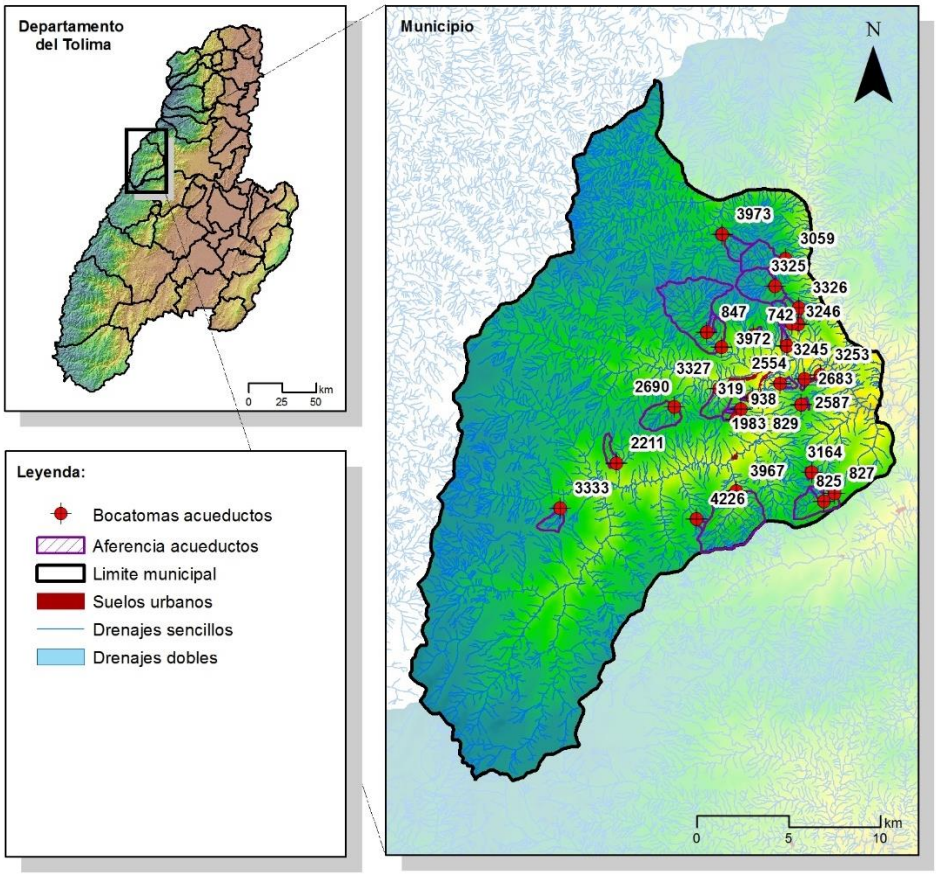
1. Localización

El Municipio de Cajamarca se encuentra ubicado al occidente del Departamento del Tolima, con un área de 51.550,33 hectáreas, ubicado en la subzona hidrográfica del Río Coello con un 28,17% del área total de la cuenca sobre la Cordillera Central a una altitud promedio de 1.814 m.s.n.m. Limita al norte y oriente con el Municipio de Ibagué, al occidente con el Departamento del Quindío y al sur con los municipios de Roncesvalles y Rovira.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Cajamarca cuenta con 32 acueductos entre veredales, corregimiento y municipal. Los cuales presentan un área aferente de 2.542,577 ha que corresponden al 4,9% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 32 acueductos del municipio de Cajamarca, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Se identifica dos usuarios que se encuentran en la informalidad y se hace referencia a realizar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA. A continuación, la relación de estos usuarios.

En un punto de captación se abastecen dos acueductos, Junta de Acción Comunal Vereda Planadas y Vereda El Tostado y el otro punto de captación se encuentra ubicado en la Vereda El Cedral.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Cajamarca

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
319	JAC. VDA. LA TIGRERA (boct1)	Regular	4,4202100	-75,4419300	2290	0,41	17,174
742	ASOCIACION DE USUARIOS ACUED RURAL RINCON PLACER	Bueno	4,4567450	-75,4357540	2322	2,6	12,808
825	J.A.C. VDA. PAN DE AZUCAR	Bueno	4,3750800	-75,4009295	2473	2	30,952
827	JAC. VDA. LA CERRAJOSA.	Regular	4,3789200	-75,3956700	2473	4	289,338
829	JAC. VDA. PUENTE HIERRO	Malo	4,4255200	-75,4330700	1864	0,22	19,999
1983	ASOC. DE USUARIOS ACUED VDA. LA TIGRERA	Malo	4,4257900	-75,4360300	1998	0,593	
847	JAC. VDA. ALTAMIRA	Regular	4,4580530	-75,4585220	2630	0,95	22,085
938	JAC. VDA. LA TIGRERA (boc 2)	Malo	4,4151610	-75,4440110	2380	0,46	28,917
2211	J.A.C. VEREDA LA LEONA "EL CAJON"	Regular	4,3935420	-75,5027260	2241	3,32	72,174
2459	JAC VDA LA PLAYA CAJAMARCA	Regular	4,4513000	-75,4192105	1899	0,3	22,843
2460	JAC. VDA. LA PLAYA	Regular				0,15	
2554	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA ALSACIA	Regular	4,4328600	-75,4225800	1720	0,691	35,423
2587	ASOC.PRODUCT-REFOREST-RURAL VDA EL TOSTADO	Regular	4,4224950	-75,4122840	2487	0,43	14,576
2683	JAC. VDA. EL TOSTADO	Regular	4,4352900	-75,4106300	2176	5,6	12,991
2690	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA	Malo	4,4213200	-75,4743800	2469	6,24	241,463
3059	JAC. VDA. LAS LAJAS	Malo	4,4940900	-75,4197900	2670	9,76	265,372
3164	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL EL TIGRE	Regular	4,3894140	-75,4069080	2658	1,18	16,547

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
3245	JAC. VDA. TUNJO BAJO	Regular	4,4620560	-75,4137360	2114	0,2	26,447
3246	JAC. VDA. TUNJO BAJO	Regular	4,4622350	-75,4168910	2150	0,34	103,141
3253	JAC. DE LA VEREDA LA ESPERANZA	Malo	4,4372520	-75,4027580	1843	0,55	6,073
3325	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL SAN LORENZO ALTO	Regular	4,4806700	-75,4252800	2570	6,72	326,262
3326	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL SAN LORENZO ALTO	Regular	4,4702800	-75,4135200	2437	1	32,227
3327	JAC. VDA. CAJAMARQUITA	Malo	4,4303170	-75,4525300	2013	2,9	164,426
3333	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA DESPUNTA.	Malo	4,3713900	-75,5302800	2707	2	107,053
3967	ASOC.USUARIOS ACUEDUCTO CORREGIMIENTO ANAIME	Regular	4,3800000	-75,4440700	2034	8,24	812,235
3972	E.S.P DOMICILIARIOS DE CAJAMARCA AGUA VIVA S.A..	Bueno	4,4507300	-75,4513100	2038	47	972,111
3973	E.S.P DOMICILIARIOS DE CAJAMARCA AGUA VIVA S.A..	Bueno	4,5063000	-75,4511450	1963	23	124,754
4226	VEREDA LAS HORMAS JUNTA DE ACCION COMUNAL	Bueno	4,3662330	-75,4635000	2667	0,6	20,376

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El Municipio de Cajamarca cuenta con 28 concesiones de agua que corresponden a 61,15 L/s destinadas al uso de acueductos veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	CAUDAL L/S
Corregimiento	1	8,24
Municipal	2	70,00
Veredal	27	53,73
TOTAL	**30**	**131,97**

Fuente: Maestro de agua CORTOLIMA 2019

De las treinta concesiones solo veintiocho cuentan con continuidad del servicio ya que dos de estas fueron archivadas, las cuales se identifican con las llaves 2234 y 2233, del usuario ASOLCA/GERRERO GOMEZ ABSALON con un total de 0,52 L/s. De esta manera CORTOLIMA desarrolla durante los meses de febrero y marzo la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además determinar el estado de las obras de

captación, confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida, entre otros.

Se identificaron quince fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de las cuales el Río Coello cuenta con la mayor carga de concesiones con un total de doce concesiones que corresponden al 40% del total de concesiones del Municipio de Cajamarca. A continuación, se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	CAUDAL L/s
Río Coello	12	16,82
Río Anaime	3	9,53
Quebrada Chorros Blancos	2	53,72
Quebrada La Cerrajosa	2	6,00
Quebrada La Calera	1	3,32
Quebrada San Antonio	1	0,34
Quebrada Maravelez	1	2,00
Quebrada El Espartillal	1	0,43
Quebrada San José	1	0,55
Quebrada El Salero	1	0,41
Río Bermellon	1	2,60
Quebrada La Estrella	1	2,90
Río Totare	1	0,59
Quebrada Las Lajas	1	9,76
Quebrada Las Marías	1	23,00
TOTAL	30	131,97

Fuente: Maestro de agua CORTOLIMA 2019.

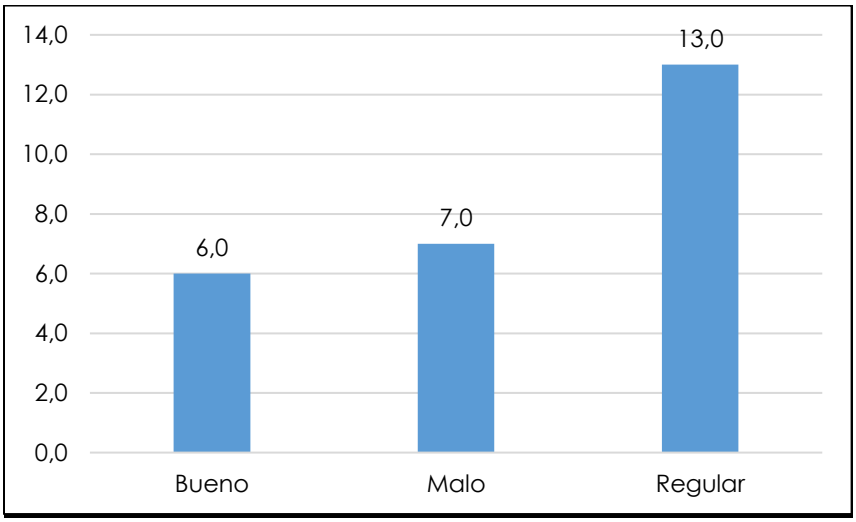
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50% de las concesiones presentan estado regular en sus obras, lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA. A continuación, el panorama del estado de obras:

Tabla 4. Panorama del estado de obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTAJE %
Bueno	6,0	23,1
Malo	7,0	26,9
Regular	13,0	50,0

Fuente: Maestro de agua CORTOLIMA 2019

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

De las treinta concesiones solo veintiocho cuentan con continuidad del servicio ya que dos de estas fueron archivadas, las cuales se identifican con las llaves 2234 y 2233, del usuario ASOLCA/GERRERO GOMEZ ABSALON con un total de 0,52 L/s.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico. En el Municipio de Cajamarca solo cuatro concesiones correspondientes 13,33% del total de concesiones, cuentan con servidumbre las cuales se relacionan a continuación:

Tabla 5. Concesiones que cuentan con servidumbre

USUARIO	LLAVE
ASOC. USUARIOS ACUEDUCTO RURAL SAN LORENZO ALTO	3326
ASOC. USUARIOS ACUEDUCTO RURAL SAN LORENZO ALTO	3325
J.A.C. VDA. TUNJO BAJO	3246
ASOC.PRODUCT-REFOREST-RURAL VDA EL TOSTADO	2587

Fuente: Maestro de agua CORTOLIMA 2019

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos veredales, se clasificaron en usuarios permanentes y transitorios, beneficiados del uso de estos acueductos, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	11339
Personas Transitorias	3829

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N

N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L
N.M =	Número de muestras
Pr =	Promedio
Máx =	Máximo
Mín =	Mínimo
Md =	Mediano
ppm	Partes por millón

Fuente: Lozano et al., (1976).

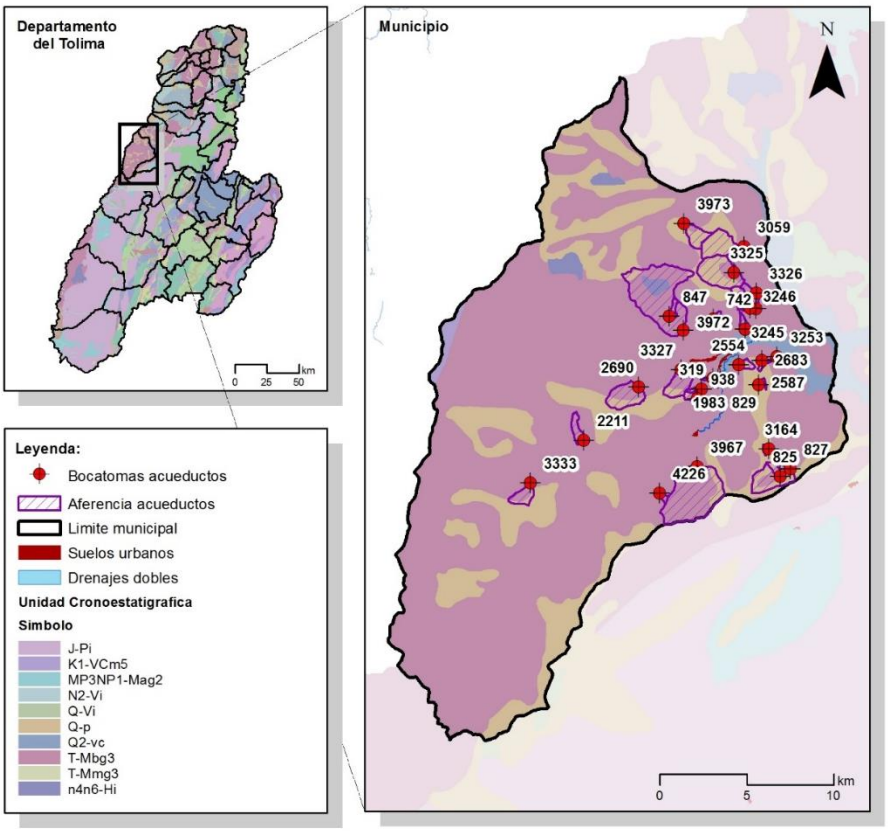
Cenizas volcánicas (Q-p): No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico. Están constituidas por material deleznable compuesto principalmente por cuarzo, biotita, horblenda, feldespato y óxidos de hierro.

Flujos volcanoclásticos (Q2-vc): No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, se localizan piroclastos y epiclastos de composición andesítica (plagioclasa, piroxeno, biotita y horblenda); y dacítica (plagioclasa, cuarzo, biotita, horblenda, augita y / o enstatita).

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente esta unidad es clasificada como un acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 8. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cajamarca

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	2449,020	65,40%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		1182,319	31,57%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano		111,863	2,99%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno		1,505	0,04%

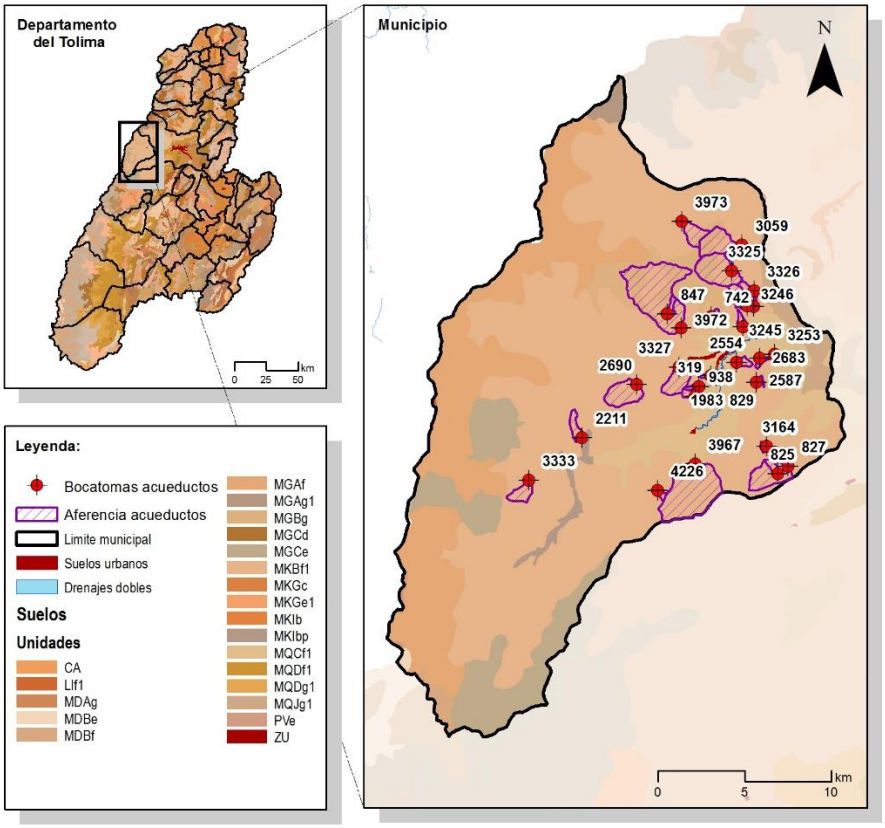
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

5. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de Cajamarca se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca se encuentran principalmente en suelos MKBf1, los cuales se encuentran en un 82,44% del total de las áreas, en suelos MGBg en el 12,57% y en suelos MQCf1 en un 4,98%; la unidad MKB es la unidad más extensa dentro del clima frío húmedo y muy húmedo; en altitudes de 2000 a 3000 m, con precipitaciones de 2500 a 2800 mm y temperaturas de 12 a 18°C. Presenta suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas, ácidos y rico en materia orgánica y de fertilidad moderada. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar crestas longitudinales inclinadas, con flancos abruptos de relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas, mayores de 50%. Existe erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, se observan fenómenos de reptación, escurrimiento difuso y deslizamientos.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	Andisoles	2805,750	74,926%
MGBg	Muy frío húmedo		Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	Entisoles	818,256	21,851%
MQCf1	Templado húmedo		Filas y vigas	Rocas metamórficas (esquistos)	Fina	Andisoles	120,700	3,223%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las áreas restantes se encuentran en suelos de la unidad MGB, la cual tiene un relieve escarpado a muy escarpado, con pendientes rectas y largas de 50 a 75% y mayores; en algunos sectores muy localizados se presenta erosión hídrica ligera. Son suelos muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja. Esta área corresponde a la

zona de vida de bosque pluvial montano; la vegetación natural es arbórea intervenida y herbácea en algunos sectores.

Finalmente, en menor proporción se encuentran los suelos MQCf1, localizados en áreas de relieve fuertemente quebrado y escarpado con pendientes 50-75%. Son suelos profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada. Los suelos están afectados por erosión ligera y moderada.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

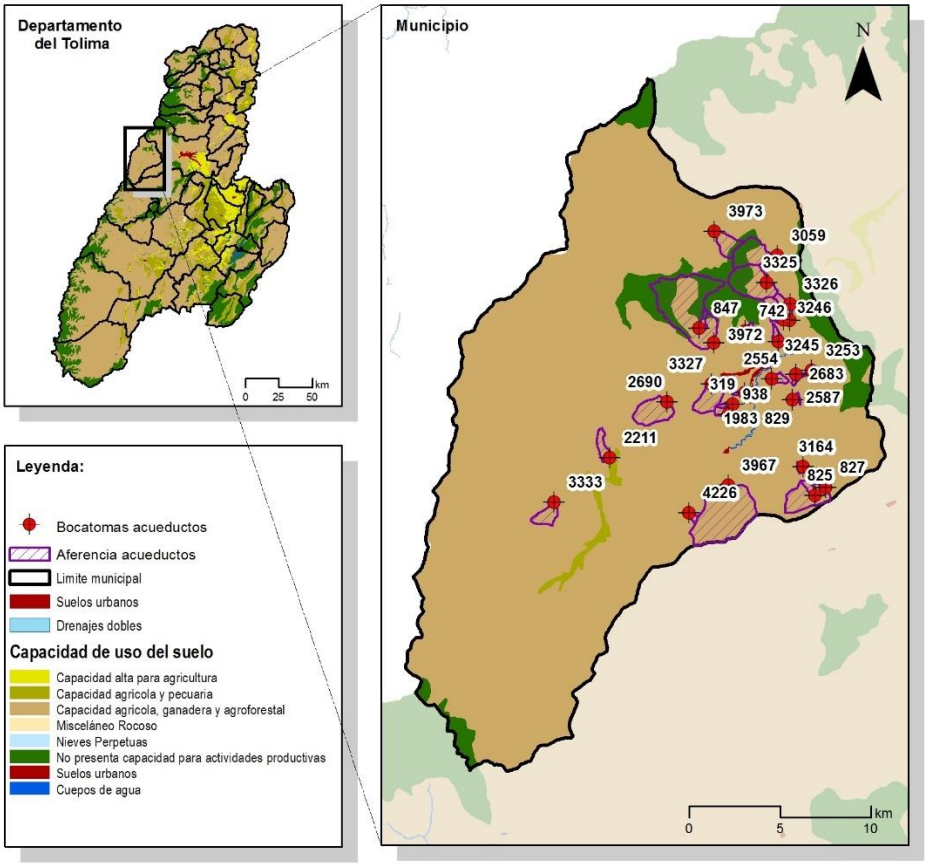
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Cajamarca

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2805,750	74,89%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	818,256	21,85%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	120,7	3,22%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El 78,12% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pc, son suelos con limitación de pendiente (p) y clima(c).

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El 21,85% restante de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

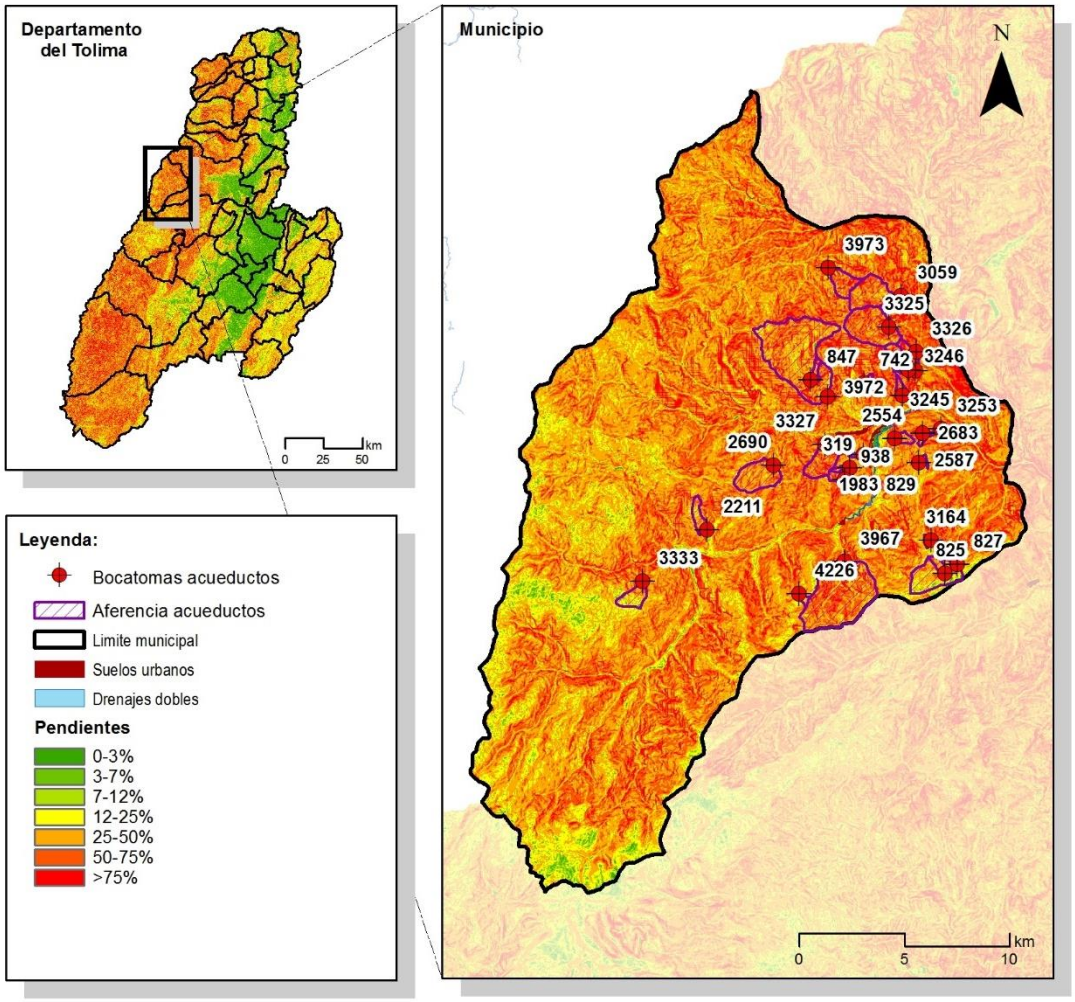
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:
Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.

Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ataco y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Como resultado de esta clasificación se encuentra que la topografía predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca es ligeramente escarpada (25-50%) con el 42,15% de cubrimiento y moderadamente escarpada (50-75%) con el 36,40% del cubrimiento del área global de las áreas aferentes (ver tabla 12); seguido de zonas fuertemente escarpadas y fuertemente

inclinados, abarcando un área de 10,21% y 9,03% respectivamente del total del área.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca

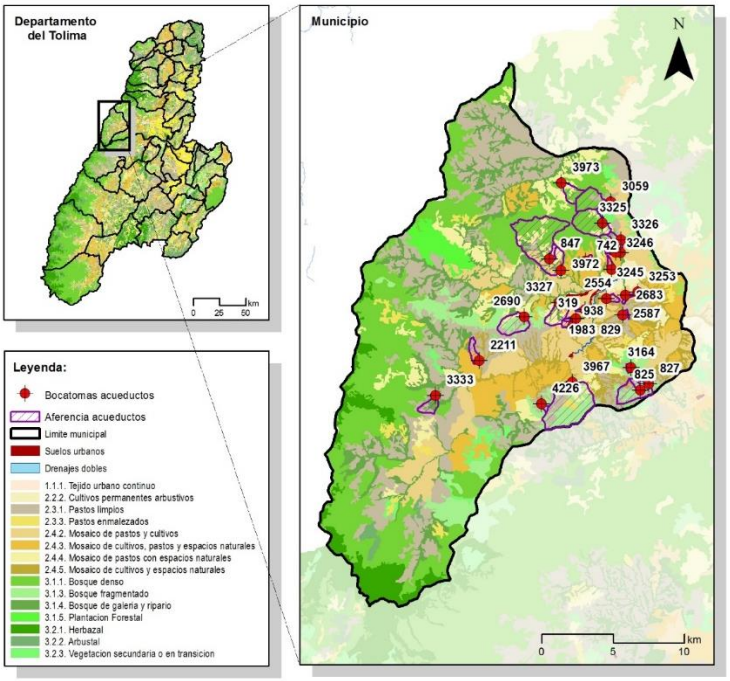
RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	7,56	0,20%
3-7%	Ligeramente inclinado	18,33	0,49%
7-12%	Moderadamente inclinado	57,37	1,53%
12-25%	Fuertemente inclinado	337,97	9,03%
25-50%	Ligeramente escarpado	1578,31	42,15%
50-75%	Moderadamente escarpado	1363,01	36,40%
>75%	Fuertemente escarpado	382,20	10,21%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ataco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Cajamarca y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 27,73% del área global presenta cobertura de bosque denso alto de tierra firme, que corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 19,36% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca presentan cobertura de bosque fragmentado con pastos y cultivos, la cual comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se ha presentado intervención humana de tal manera que el bosque mantiene su estructura original.

El 14,95% del área se encuentra con cobertura de pastos limpios y el 15,23% en mosaico de pastos con espacios naturales, en las cuales las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

En términos generales se puede decir que las coberturas de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca se encuentran en un 55,92% en bosques, el 42,72% en pastos y 1,36% en otras coberturas, lo que indica que el 44,08% de las áreas aferentes no presentan una cobertura adecuada para la conservación de las fuentes hídricas, ya que la vegetación natural de los ríos ha sido ha sido alterada, modificando los procesos de purificación del agua y retención del suelo, lo que puede provocar mayor riesgo de escorrentías e inundaciones.

Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1.	Bosque denso alto de tierra firme	1046,8478	27,73%
3.1.3.1.	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	730,7672	19,36%
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	574,8678	15,23%
2.3.1.	Pastos limpios	564,4279	14,95%
3.1.4.	Bosque de galeria y ripario	271,7740	7,20%
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	232,0867	6,15%
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	136,4276	3,61%
3.1.3.2.	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	61,8099	1,64%
2.3.3.	Pastos enmalezados	59,1262	1,57%
2.4.5.	Mosaico de cultivos y espacios naturales	46,0400	1,22%
3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	44,2997	1,17%
2.2.2.2.	Café	6,9758	0,18%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

9. Rendimiento Hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Las áreas de aferencia de los 28 acueductos del municipio de Cajamarca presentan un rendimiento hídrico de 0,9197 l/s/Km^2 que corresponden al 7,07% del rendimiento hídrico total del municipio.

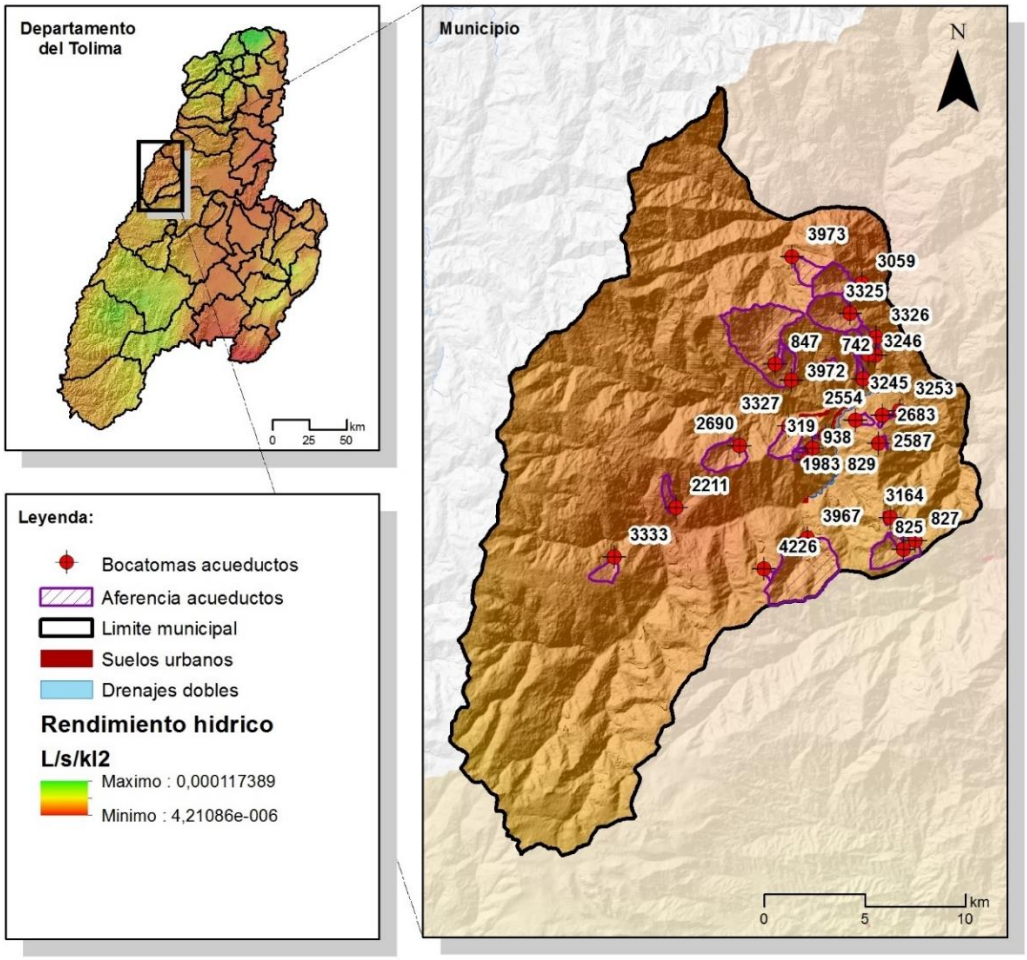
El área aferente del acueducto de la JAC Vda. Cajamarquita se encuentra ubicado en la microcuenca “Quebrada La Estrella”, la cual tienen un área de 1,885 km^2 y un rendimiento hídrico de 0,04567 l/s/Km^2. El área aferente que abastece este acueducto corresponde al 87,25% del área total de la microcuenca y 87,05% del rendimiento hídrico total de la misma.

Los acueductos de la JAC Vda. Altamira y de E.S.P Domiciliarios De Cajamarca Agua Viva S.A. se encuentran ubicados en la microcuenca “Chorros Blancos”, la cual tienen un área de 11,386 km^2 y un rendimiento hídrico de 0,272837 l/s/Km^2. El área aferente que abastece estos acueductos corresponde al 87,32% del área total de la microcuenca y 84,78% del rendimiento hídrico total de la misma.

Los acueductos concesionados con las llaves 2459, 2460, 2683 y 3253 se encuentran ubicados dentro de la microcuenca “Rio Bermellón” y sus áreas aferentes presentan el 1,58% del rendimiento hídrico total de la microcuenca.

Los acueductos concesionados con las llaves 319, 829, 1983 y 2554 se encuentran ubicados dentro de la microcuenca “Rio Anaime” y sus áreas aferentes presentan el 1,92% del rendimiento hídrico total de la microcuenca.

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Cajamarca y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

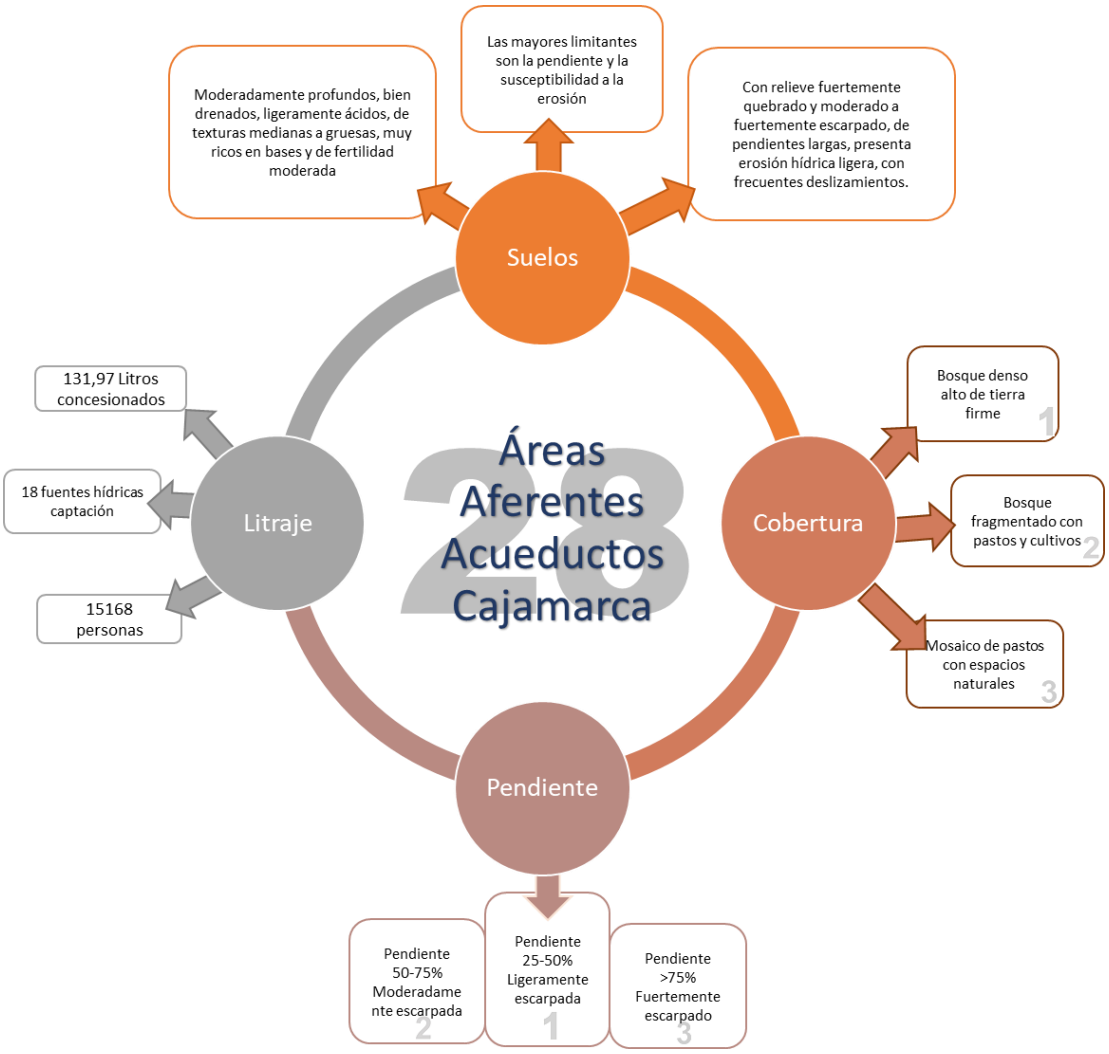
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Cajamarca

LLAVE	AREA AFERENTE (km^2)	RENDIMIENTO HIDRICO (l/s)	CÓDIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCA (km^2)	RENDIMIENTO HIDRICO MICROCUENCA (l/s)	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
3325	3,263	0,074994	2121.24	Quebrada Chorros Blanco	5,052	0,115877	64,58%	64,72%
847	0,221	0,005238	2121.25.4	Quebrada Chorros Blancos	11,386	0,272837	1,94%	1,92%
3972	9,721	0,226081					85,38%	82,86%
3973	1,248	0,027955	2121.22.9.4.4	Quebrada Chucali	3,280	0,072914	38,03%	38,34%
2587	0,146	0,003773	2121.25.15.19	Quebrada El Espartillal	2,460	0,06426	5,93%	5,87%

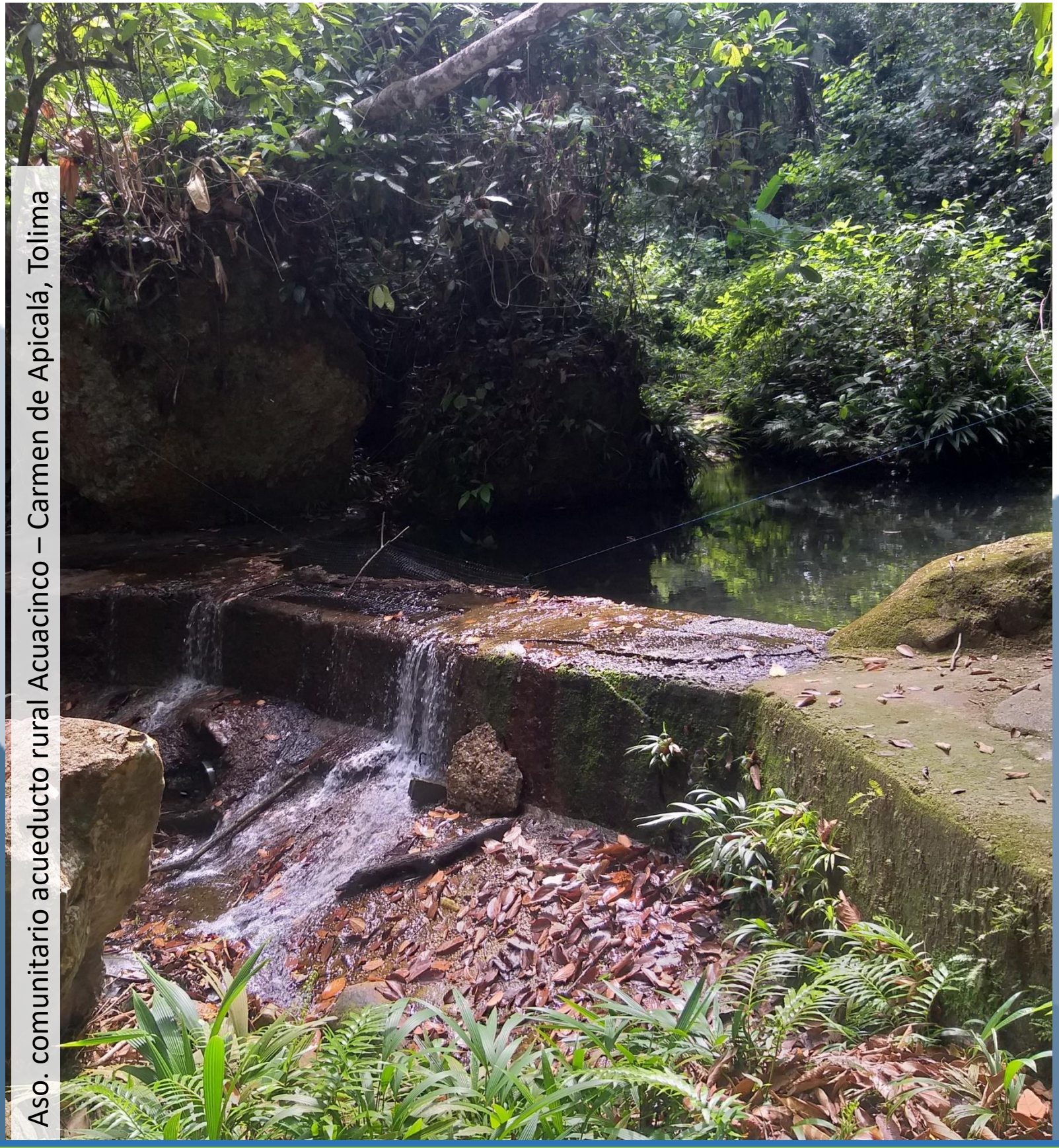
2690	2,415	0,05388	2121.25.13	Quebrada El Porvenir	4,895	0,111735	49,33%	48,22%
742	0,128	0,003141	2121.25.4.1	Quebrada El Tigre	2,927	0,070512	4,38%	4,45%
3164	0,165	0,004746	2121.25.18	Quebrada El Tigre	9,173	0,250907	1,80%	1,89%
825	0,310	0,009313	2121.25.19	Quebrada La Cerrajosa	10,974	0,309408	2,82%	3,01%
827	2,893	0,077582					26,37%	25,07%
3327	1,644	0,039755	2121.25.14	Quebrada La Estrella	1,885	0,04567	87,25%	87,05%
2211	0,722	0,0144	2121.25.15.7	Quebrada La Leona	6,107	0,123514	11,82%	11,66%
938	0,289	0,007175	2121.25.15.1	Quebrada La Tigrera	0,955	0,023746	30,26%	30,22%
3967	8,122	0,213637	2121.25.15.16	Quebrada Las Hormas	10,803	0,28117	75,18%	75,98%
3059	2,654	0,058503	2121.23	Quebrada Las Lajas	3,405	0,074112	77,95%	78,94%
3333	1,071	0,0264	2121.25.15.8.2	Quebrada Maravelez	30,188	0,767832	3,55%	3,44%
3245	0,264	0,006591	2121.25.2	Quebrada San Antonio	2,919	0,071426	9,06%	9,23%
3246	1,031	0,024906					35,33%	34,87%
4226	0,204	0,004905	2121.25.15.15	Quebrada Santa Rita	4,591	0,105571	4,44%	4,65%
319	0,172	0,004279	2121.25.15	Rio Anaime	41,466	0,96355	0,41%	0,44%
829	0,200	0,005108					0,48%	0,53%
1983								
2554	0,354	0,009127					0,85%	0,95%
2459	0,228	0,005567	2121.25	Rio Bermellon	40,993	1,024907	0,56%	0,54%
2460							0,56%	0,54%
2683	0,130	0,003425					0,32%	0,33%
3253	0,061	0,001627					0,15%	0,16%
3326	0,322	0,00765	2121	Rio Coello	192,905	4,279023	0,17%	0,18%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cajamarca



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019



Aso. comunitario acueducto rural Acuacinco – Carmen de Apicalá, Tolima

ANEXO 8 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE CARMEN DE APICALA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE CARMEN DE APICALÁ 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 8
5. **Unidades de suelo** 10
6. **Capacidad de uso del suelo** 12
7. **Pendientes** 14
8. **Cobertura de la tierra** 16
9. **Rendimiento hídrico** 17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Carmen de Apicalá. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá. 10
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá 12
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Carmen de Apicalá 13
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá 15
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá 17
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Carmen de Apicalá 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes. 9
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes 11
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y en sus áreas aferentes 15
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes 16
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Carmen de Apicalá y en las áreas aferentes de los acueductos 18

MUNICIPIO DE CARMEN DE APICALÁ

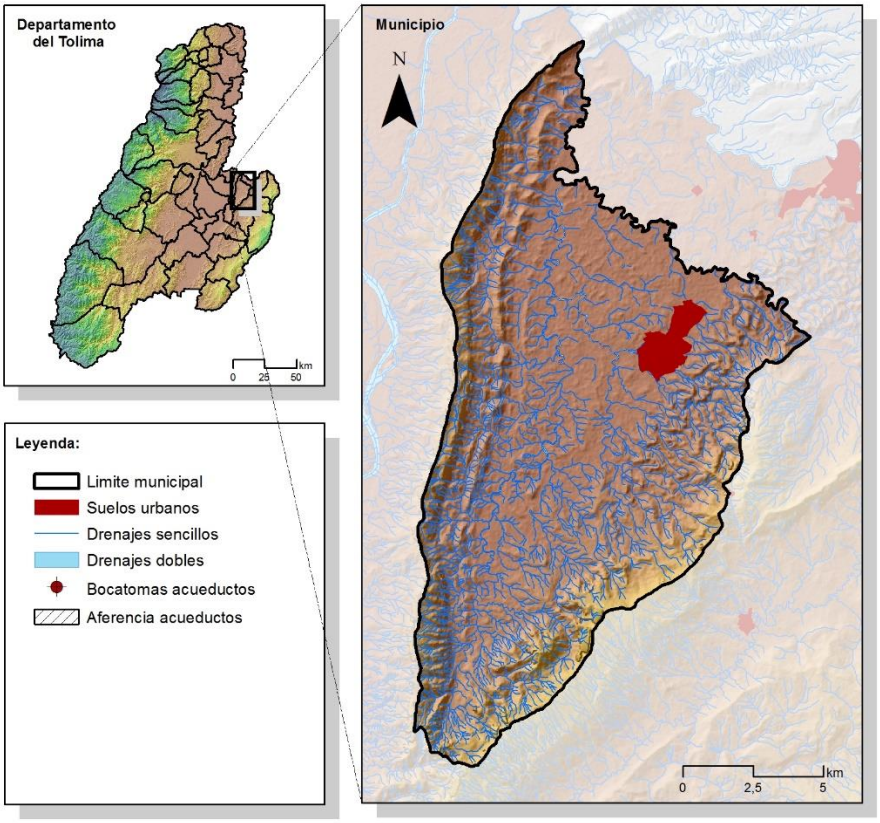
1. Localización

El municipio de Carmen de Apicalá, se encuentra al oriente del Departamento del Tolima, situado a 105 kilómetros de Ibagué; su Cabecera Municipal está localizada sobre los 4°08’52’’ de latitud Norte y 74°43’07’’ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 328 m.s.n.m. El municipio se encuentra conectado con le vía al Paso que comunica a Girardot. La vía a Melgar que se constituye en un anillo vial turístico entre Bogotá – Melgar – Carmen de Apicalá.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Carmen de Apicalá cuenta con un área total de 183,00 km², de los cuales el 0,36% (0,66 km²), pertenece al área urbana y 99,63% (182,34 km²) al área rural con un total de 13 veredas y dos centros poblados, debido a esto, el municipio de cuenta con un total de 8 acueductos, donde 3 son municipales y 5 veredales.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
932	ASOC. COMUN DE USUAR CUATRO ESQUINAS.	Bueno	4,062602	-74,754907	547	6,44	306,534465
496	ASOCIACION COMUNITARIA ACUEDUCTO RURAL ACUACINCO	Bueno	4,06682	-74,753304	502	10,83	106,506382
2708	E.S.P DEL CARMEN DE APICALA DAGUAS S. A	Regular	4,11774	-74,70026	465	16	202,051039
2709	E.S.P DEL CARMEN DE APICALA DAGUAS S.A.	Regular	4,13287	-74,69341	483	2,5	57,028053
2707	E.S.P DEL CARMEN DE APICALA DAGUAS S.A.	Regular	4,13609	-74,6911	551	6	127,735452
723	JAC. VEREDA MORTIÑO.	Bueno	4,139282	-74,776552	407	4,07	36,8820142
499	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LA ANTIGUA	Bueno	4,20237	-74,76788	369	3,01	44,9951269
2207	J.A.C. DE LA VEREDA "LA APICALA"	Malo	4,231452	-74,740123	363	0,54	9,56187806

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Carmen de Apicalá cuenta con 9 concesiones de agua, de las cuales 8 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 49,39 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	5	24,89
MUNICIPAL	3	24,50
TOTAL	**8**	**49,39**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 9 concesiones mencionadas inicialmente, solo 8 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada en “suspendido” bajo auto 495 de 02/11/2016, identificada con llave 4415 del usuario E.S.P DEL CARMEN DE APICALA DAGUAS S.A., con un caudal otorgado de 17,8 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 6 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada La Palmara es la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 3 concesiones que corresponden al 37,50% del total de concesiones para acueductos del municipio de Carmen de Apicalá, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 24,50 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Carmen de Apicalá.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada La Palmara	2119.1.18.2	3	24,50
Quebrada Palmichala	2119.1.17	1	10,83
Quebrada La Totumala	2119.1.3	1	3,01
Quebrada La Apicala	2119.1	1	0,54
Quebrada El Trapiche	2119.1.5	1	4,07
Quebrada La Caja	2119.1.15	1	6,44
TOTAL		**8**	**49,39**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Carmen de Apicalá:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	4
Toma de rejilla	2
Toma lateral	2
TOTAL	**8**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

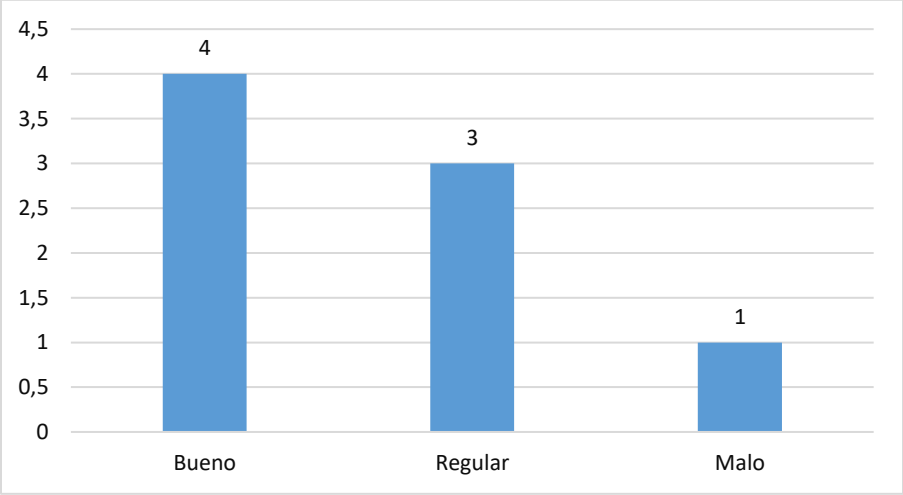
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	4	50,00
Regular	3	37,50
Malo	1	12,50

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Carmen de Apicala, solo fue reportado personal fijo en el área de captación de los usuarios

- ASOC. COMUN DE USUAR CUATRO ESQUINAS.
- ASOCIACION COMUNITARIA ACUEDUCTO RURAL ACUACINCO

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	39.594
Personas Transitorias	8.000 aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Honda (Ngh): El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla Natagaima - Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones (SGC, 2001).

En el extremo sur del Valle Medio del Magdalena, que corresponde al norte del Tolima, está constituida, en la parte inferior, por areniscas y arcillolitas de color rojo y gris, con algunos conglomerados, con escasos fragmentos de origen volcánico. Luego se presentan intercalaciones de conglomerados, conglomerados arenosos, areniscas con abundantes fragmentos volcánicos, en menor proporción arcillolitas. En la parte superior hay predominio de capas rojas de lutitas y areniscas de grano fino sin fragmentos volcánicos (SGC, 2001).

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villa vieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima (SGC, 2001).

Grupo Gualanday (Pgg): El Grupo Gualanday aflora en el valle de los ríos Magdalena y Saldaña y en las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental. Las mejores exposiciones se conocen en la localidad tipo, alrededores de Gualanday; en Ortega, en donde conforma los cerros de Los Avechucos; en la vía Coyaima - Chaparral, en el sitio conocido como El Túnel; en la vía Carmen de Apicalá - Cunday y en los alrededores de la represa de Hidroprado.

La Formación Gualanday Inferior está conformada por conglomerados con clastos de cuarzo (predominantes) y chert. El tamaño de los clastos varía desde grava fina hasta gruesa. La matriz es arenosa y arcillosa de la misma composición de los fragmentos gruesos; el color dominante es amarillo a pardo oscuro. Posee intercalacionesmenores de arcillolitas, limolitas y areniscas de colores rojizo, violáceo y blanco, que separan los paquetes de conglomerados.

La Formación Gualanday Medio consta de un conjunto donde predominan arcillolitas de colores rojo, amarillo, azul, gris y gris púrpura, con intercalaciones menores de limolitas, areniscas y lentes de conglomerados.

La Formación Gualanday Superior consta, principalmente, de bancos potentes de conglomerados rojízos, con forma de rellenos de canal y clastos hasta de 20 cm, de lodolita silícea y chert, principalmente con cuarzo, rocas ígneas y metamórficas en forma subordinada; están soportados por matriz arenosa con fragmentos de la misma naturaleza; en menor proporción se presentan capas delgadas de arcillolitas y areniscas de tono amarillento y verdoso. Es la unidad más fácilmente identificable debido al relieve abrupto que conforma.

4. Hidrogeología

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Es un acuífero multicapa, considerándose como el de mayor extensión regional y mayor espesor en el área de la plancha 5-14. De tipo confinado a semiconfinado en sus áreas de almacenamiento; al norte de la plancha, se encuentra conectado hidráulicamente con el Acuífero Abanico del Guamo – Espinal, (INGEOMINAS, 1999), se calcula en varios pozos perforados por Ingeominas (Castilla, Lisboa, El Cucharo, Jabalcón) una capacidad especifica menor de 1.0 l/s/m, por lo cual se clasifica el acuífero de baja productividad.

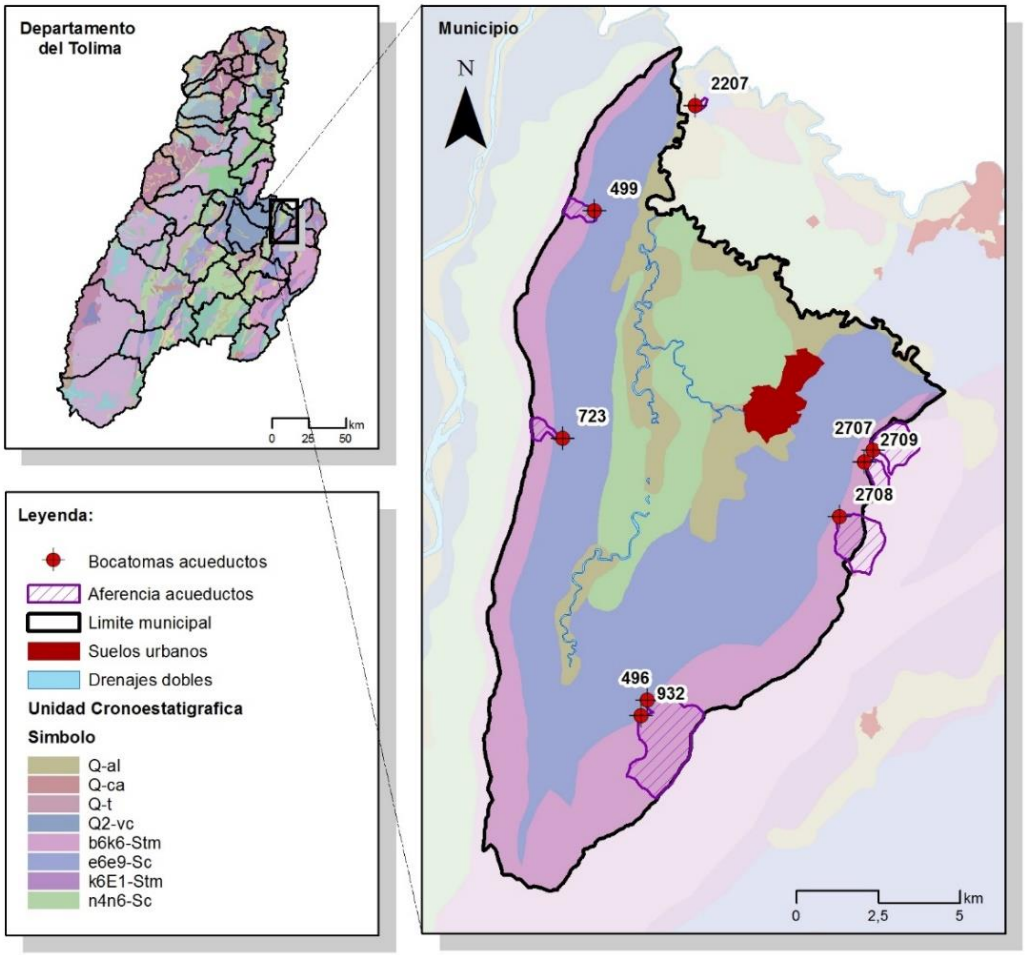
Acuífero Gualanday (PgG): Está constituido de base a techo por tres miembros, el inferior compuesto por conglomerados con guijos de chert y cuarzo dentro de una matriz arenosa e intercalaciones de arcillolitas, lodolitas y areniscas con textura “sal y pimienta”. El miembro medio consiste de un conjunto monótono de arcillolitas de diversos colores, con intercalaciones hacia el nivel inferior, de capas de areniscas de grano medio a fino, que no tienen continuidad lateral y el miembro superior compuesto por conglomerados con guijos de cuarzo y rocas metamórficas y delgados niveles de areniscas de grano fino a medio y lodolitas. El espesor total es cercano a los 2000 m, depositados en un ambiente fluvial durante el Eoceno Superior – Oligoceno Medio, (Raasvelt, 1956).

La Formación Gualanday Inferior, al estar constituida por paquetes conglomeráticos muy compactos, con algunas fisuras por efectos de fallamiento, se considera de baja porosidad primaria y secundaria y baja permeabilidad; en la Formación Gualanday Medio los niveles arenosos presentan buena porosidad y permeabilidad

y no se hallan tan cementados como las capas conglomeráticas de los miembros inferior y superior: La Formación Gualanday Superior al igual que la Formación Gualanday Inferior, se halla muy cementada por lo que su porosidad primaria y secundaria es baja.

En general el Acuífero Gualanday en el área carece de estudios hidrogeológicos; por su litología se le considera continuo, de extensión regional con porosidad primaria, constituyendo sus afloramientos zonas de recarga de baja capacidad de infiltración.

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes.



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		845,684	94,88%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano		44,874	5,03%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	0,736	0,08%

Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

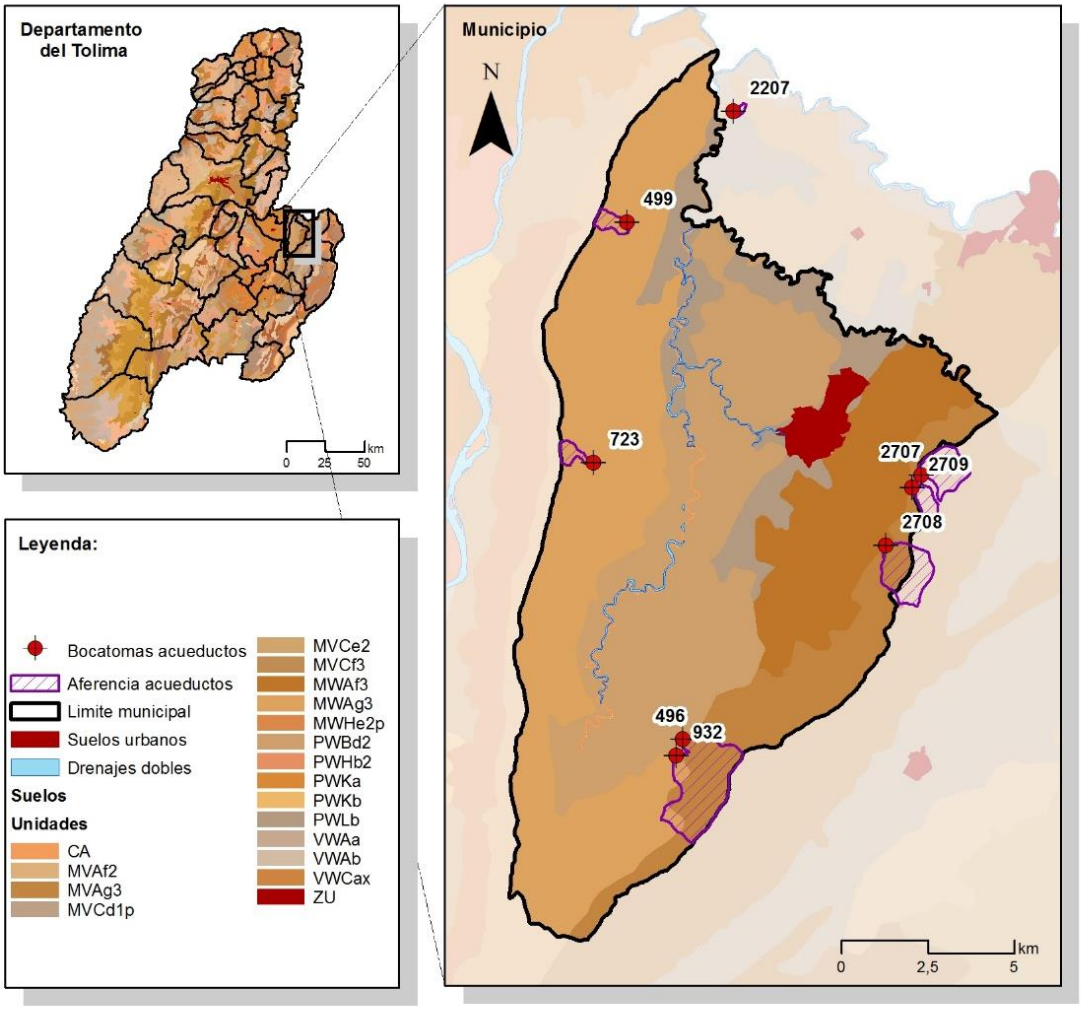
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Carmen de Apicalá se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Carmen de Apicaláfres se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MVA con el 82,26% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, reacción neutra, pobres en materia orgánica y fertilidad muy baja, la vegetación natural ha sido destruida y el uso actual es ganadería extensiva con pastos y rastrojos. Corresponde a la zona de vida de bosque húmedo tropical, con un relieve de quebrado a escarpado; las principales limitantes están determinadas por las fuertes pendientes, la erosión y la poca profundidad efectiva. Las demás unidades de suelo pertenecen principalmente a las unidades MWA (15,23%) y PWB (2,29%).

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá

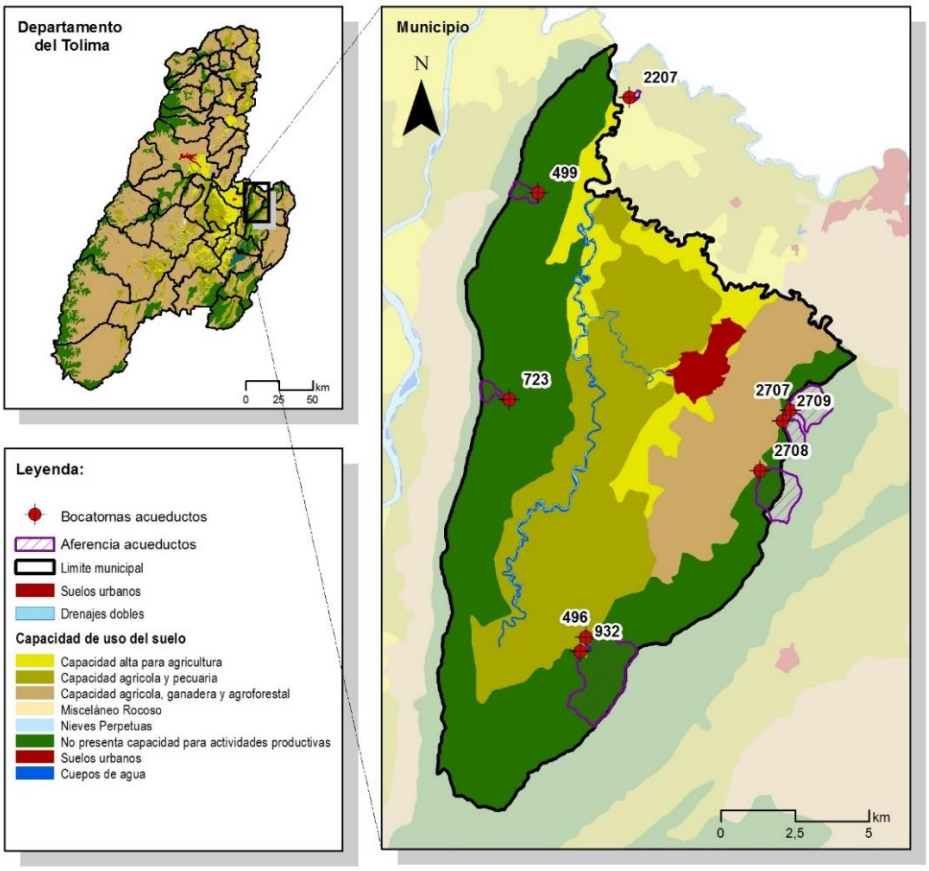
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MV Ag3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	733,2378742	82,26663002
MW Af3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	1,145584667	0,128530445
MW Ag3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	135,7645288	15,23228771
PW Bd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	20,47937499	2,297711595
PW Lb	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	0,667046727	0,074840223

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Carmen de Apicalá

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
3s	Capacidad alta para agricultura	0,667046727	0,074840223
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	11,58454273	1,299743675
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	8,894831329	0,997967812
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1,145584067	0,128530377
8	No presenta capacidad para actividades productivas	581,0355783	65,19008438
8	No presenta capacidad para actividades productivas	1,351845982	0,151672216
8	No presenta capacidad para actividades productivas	286,1604588	32,10616552
8	No presenta capacidad para actividades productivas	0,454522651	0,050995793

Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 97,49% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales no tienen capacidad para adelantar actividades agropecuarias ni forestales de producción; deben ser destinadas o incluidas en planes y programas de gobierno, orientados a la preservación y conservación de los recursos naturales, como sistemas de parques nacionales, reservas forestales y control de la degradación, que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

El 2,29% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 4, las cuales tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforesteria es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro.

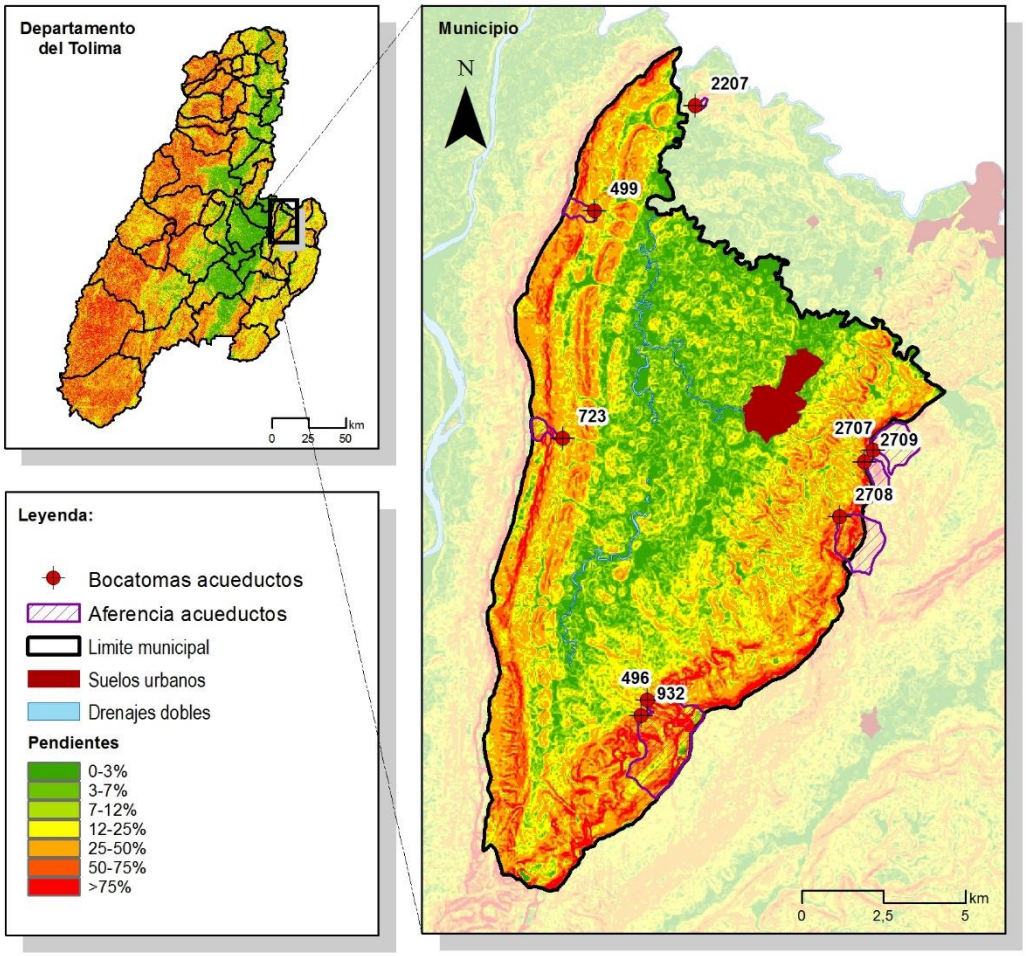
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y en sus áreas aferentes



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	8,883874798	0,99544636
3-7%	Ligeramente inclinado	24,19438243	2,71100286
7-12%	Moderadamente inclinado	47,5381811	5,32669702
12-25%	Fuertemente inclinado	181,2688496	20,3113417
25-50%	Ligeramente escarpado	311,3136551	34,8829821
50-75%	Moderadamente escarpado	184,8602032	20,7137562
>75%	Fuertemente escarpado	134,3922336	15,0587737

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

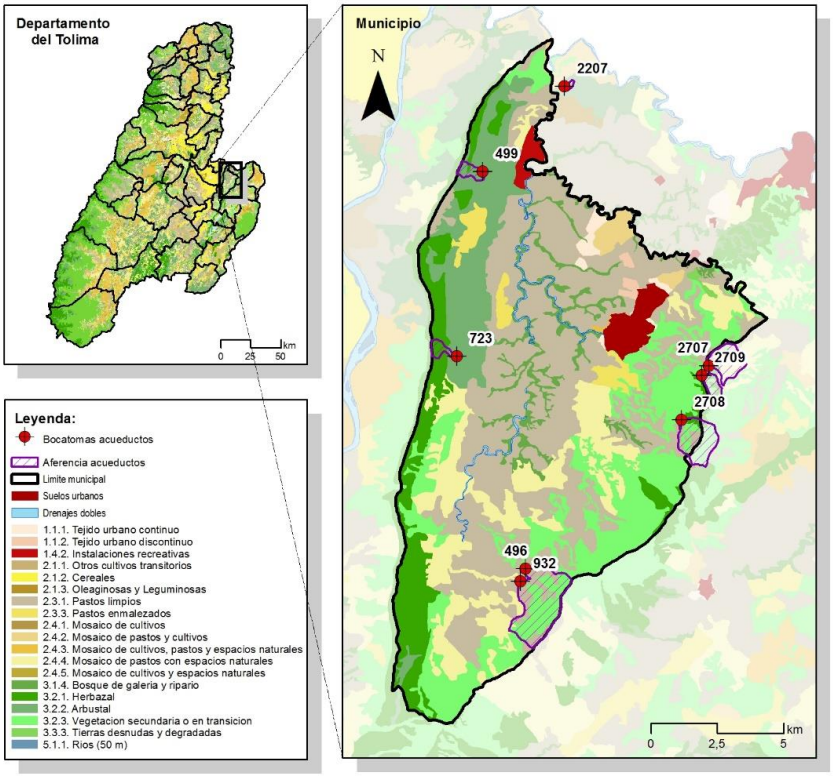
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá se observan en la tabla 9, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llaves 496 (Asociación Comunitaria Acueducto Rural Acuacinco), 2207 (J.A.C. De La Vereda "La Apicalá"), 2708 y 2709 (E.S.P Del Carmen De Apicalá Daguas S.A.) con pendientes entre 25-50%, y la menor pendiente en el acueducto con llave 932 (Asociación Comunitaria De Usuarios Cuatro Esquinas) con pendientes entre el 3-7%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Carmen de Apicalá, se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 34,88% del área global de las áreas aferentes seguido de zonas moderadamente escarpadas, abarcando un área de 20,71%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Carmen de Apicalá se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá y sus áreas aferentes



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.1	Pastos limpios	232,4939191	26,0849745
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	81,65063604	9,16090522
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	97,17722562	10,9029323
3.2.2.1	Arbusto denso	6,553931437	0,73532734
3.2.2.2	Arbusto abierto	51,20398663	5,74490158
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	422,2147106	47,3709592

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 47,37% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá presentan cobertura de vegetación secundaria o en transición, cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. El 26,08% de la cobertura presenta pastos limpios, la cual ccomprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

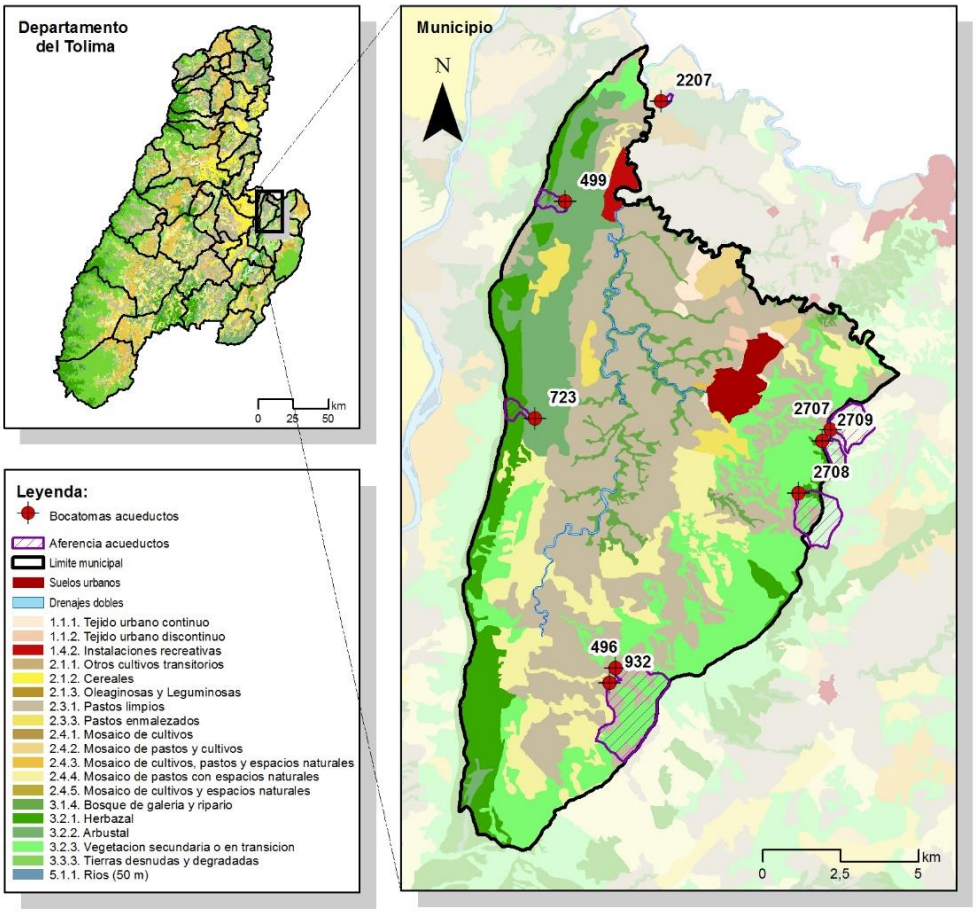
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Carmen de Apicalá y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

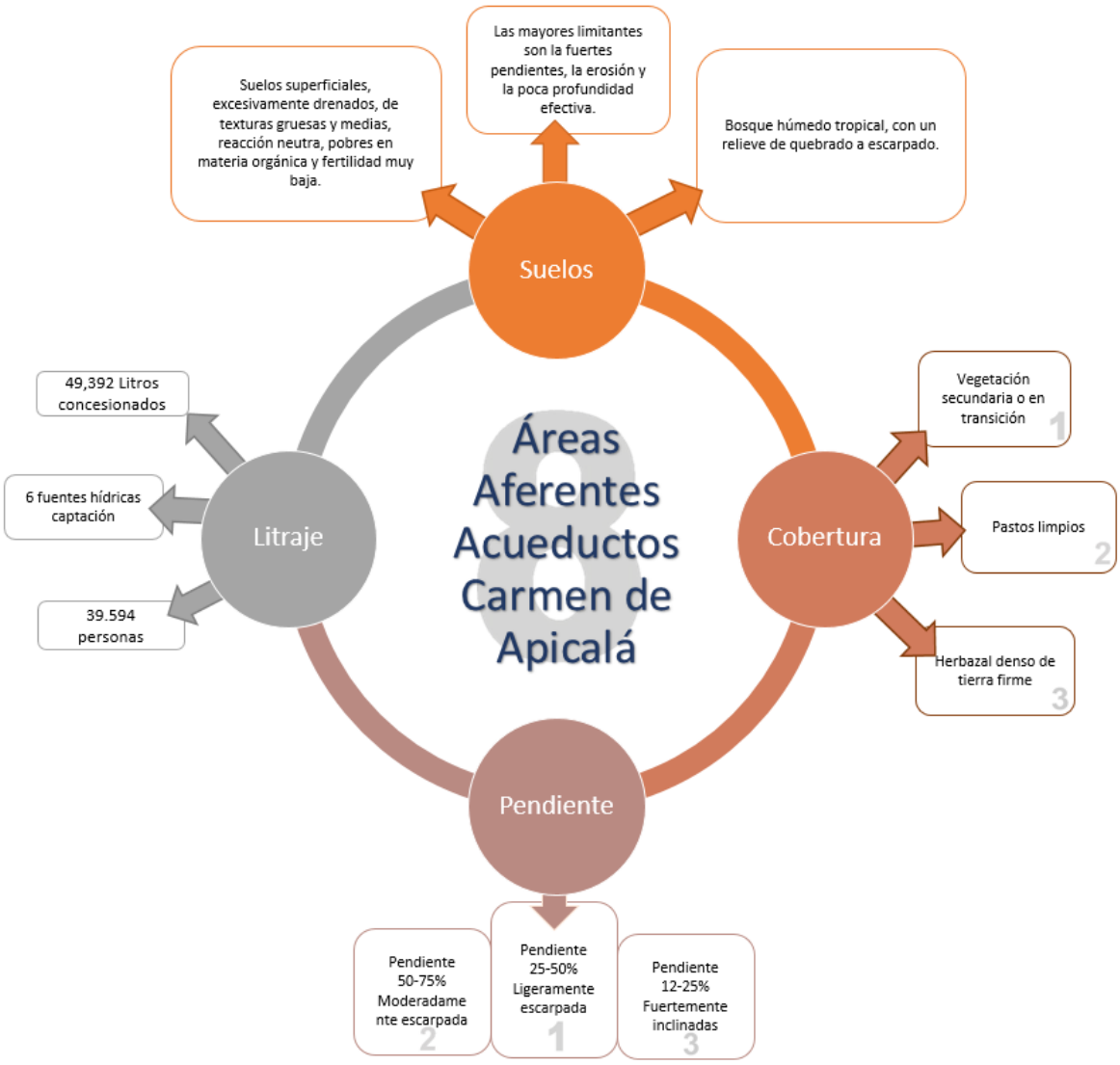
Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,480 m^3/Km^2 que corresponden al 11,48% del rendimiento hídrico total del municipio de Carmen de Apicalá. El área aferente del acueducto municipal, presenta un rendimiento hídrico de 0,089 m^3/Km^2 que corresponde al 27,09% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Palmara, pues abarca el 24,3% del área de la misma.

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Carmen de Apicalá

LLAVE	Área aferencia (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (m3.seg)	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2207	0,09561878	0,00143412	2119.1	Qda. La Apicalá	55,447754	1,153333	0,124345368
499	0,44995127	0,00700519	2119.1.3	Qda. La Totumala	1,095444	0,017511	40,00449436
723	0,36882014	0,00739306	2119.1.5	Qda. Trapiche	6,348428	0,125509	5,890465673
932	3,06534465	0,08816621	2119.1.15	Qda. La Caja	5,555245	0,157861	55,85053031
2708	2,02051039	0,04980821	2119.1.18.2	Qda. La Palmara	15,917564	0,33004	15,09156747
2709	0,57028053	0,0125915			15,917564	0,33004	3,815142289
2707	1,27735452	0,02703656			15,917564	0,33004	8,19190444
496	1,06506382	0,02994181	2119.1.17	Qda. Palmichala	14,594975	0,381428	7,849924954
TOTAL	**10,7464918**	**0,48086735**			**538,5304862**	**24,528237**	**137,489319**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Carmen de Apicalá



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

ANEXO 9 -
CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE CASABIANCA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE CASABIANCA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Casabianca 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Casabianca. 5
Tabla 4. Estado actual de las obras de captación. 6
Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 6. Acueductos informales Casabianca 7
Tabla 7. Geoquímica simplificada del grupo Cajamarca 8
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Casabianca 11
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca 11
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca 14
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Casabianca 15
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca 18
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca 19
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Casabianca 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Casabianca y sus áreas aferentes .. 4
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes 12
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Casabianca y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Casabianca y en las áreas aferentes de los acueductos 22
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca 23

MUNICIPIO DE CASABIANCA

1. Localización

El municipio de Casabianca se encuentra localizado al norte del departamento del Tolima, a una altura que oscila entre los 925 y los 5200 m.s.n.m. y en las coordenadas planas: X Max: 893042 m; Y Max: 1058420 m; X min: 859177 m; Y min: 1032841 m.

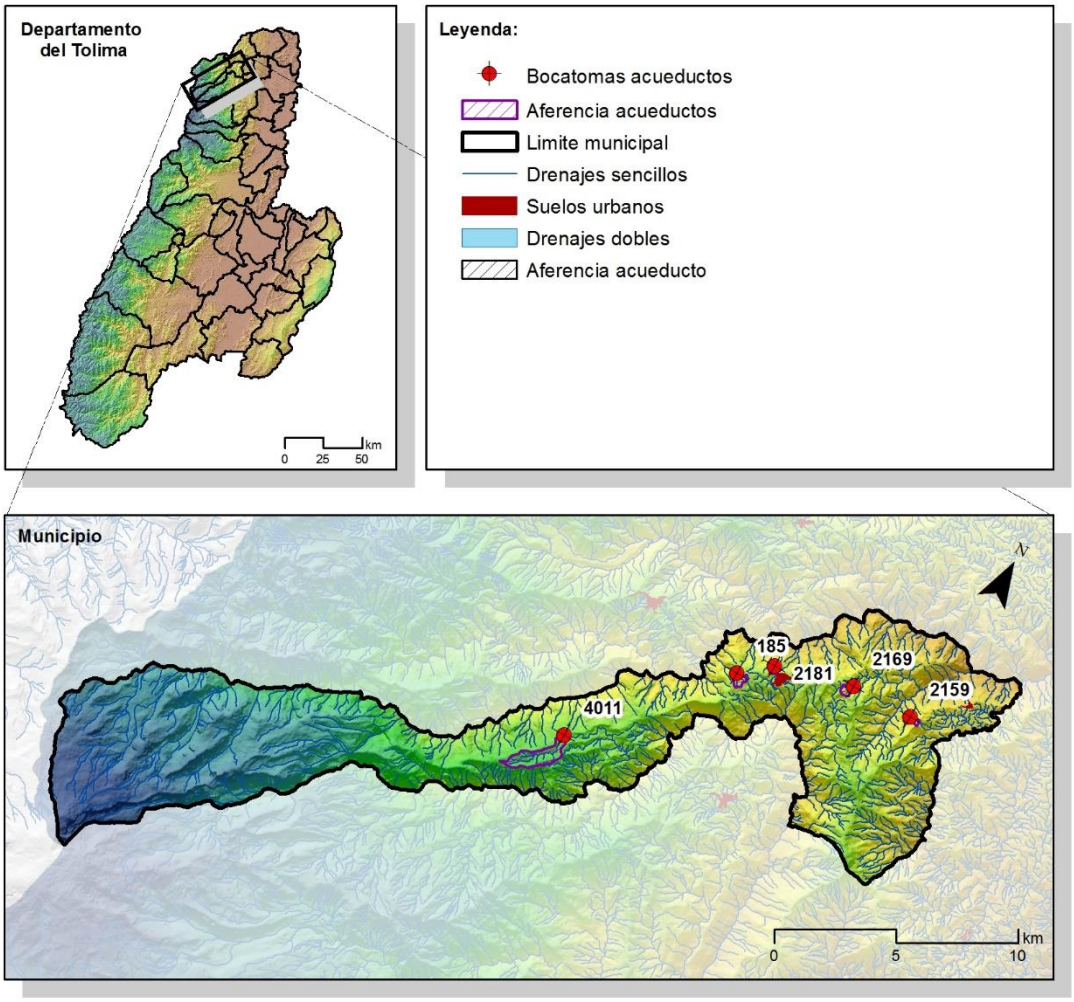
El municipio de Casabianca, se encuentra situado a 160 kilómetros de Ibagué; sus coordenadas Latitud norte 05°07'42-04°52'09; Longitud oeste 75°19'29 - 75°02'36; Temperatura promedia de 17 (°C), Los límites del municipio son al Norte con los municipios de Fresno y Herveo, Sur con el municipio de Villahermosa, al Oriente con los municipios de Falan y Palocabildo y al Occidente con el departamento de Caldas.

El municipio de Casabianca, se encuentra situado a 160 kilómetros de Ibagué. El área urbana del municipio de Casabianca, está conformada por 7 barrios, y el área rural por 27 veredas y 1 centro poblado.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Casabianca, se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un área de 18241,17 Ha de las cuales el 0,23% corresponden a área urbana y el 99,77% al sector rural con 27 veredas, las 27 tienen jurisdicción parcial o total dentro de la cuenta con una participación del 64.62% del total del municipio.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Casabianca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Casabianca

Llave	Nombre Acueducto	Estado Obra	Coordenadas		Altura (msnm)	Área Aferencia (ha)
			X	Y		
4011	Municipio de Casabianca	Bueno	5.020320	-75.180020	2390	146.50
185	JAC Vereda El Cardal-La Porfía	Regular	5.072160	-75.136240	1905	20.37
2159	Aso usu acued rural “San Jerónimo”	Bueno	5.090360	-75.072900	1656	6.44
2169	JAC Vereda Llanadas y Lembo	Bueno	5.089720	-75.096800	1890	18.85
2181	JAC Vereda Porfía La Linda	Regular	5.081340	-75.125670	1940	17.16

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El acueducto de Casabianca presenta un área de aferencia de 2,0932 km2 que corresponden al 1,14% del área total del municipio.

El municipio de Casabianca cuenta con 5 concesiones activas con un caudal concesionado que corresponden a 21,77 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	4	4,52
MUNICIPAL	1	17,25
TOTAL	**5**	**21,77**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 3 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de las cuales el río Gualí y La Quebrada Agua De Dios, cuenta con la mayor carga de concesiones con un total de 4 concesiones que corresponden al 80,00% del total de concesiones del municipio de Casabianca, además se evidencia que la Quebrada El Español cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 17,25 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Casabianca.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Guali	2301.2	2	1,11
Quebrada Agua De Dios	2301.2.18	2	3,41
Quebrada El Español	2125-02.2.5.8	1	17,25
TOTAL		**5**	**21,77**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las visitas realizadas permiten verificar que el 40,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la

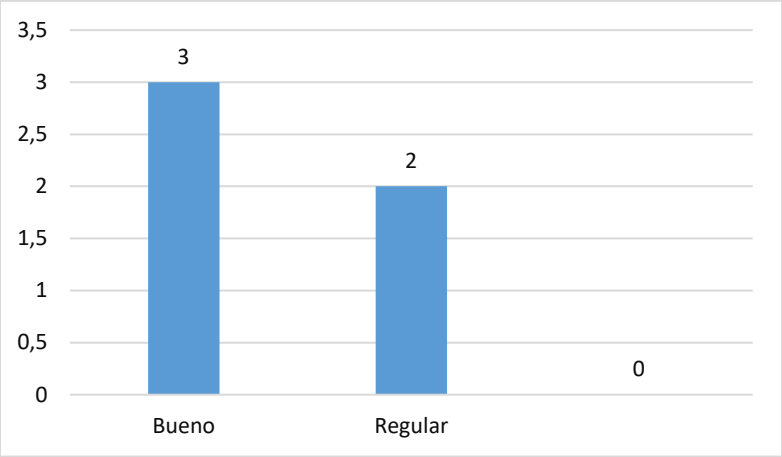
captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 4. Estado actual de las obras de captación.

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	60,00
Regular	2	40,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las 5 concesiones mencionadas tienen con continuidad del servicio y para el funcionamiento eficiente de estas es requerido con frecuencia el uso de servidumbre en los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Casabianca, ninguna fue reportada con personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	8.018
Personas Transitorias	200

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Se identifica 1 usuario que se encuentran en la informalidad y se hace referencia a realizar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA, a continuación, la relación de estos usuarios.

Tabla 6. Acueductos informales Casabianca

USUARIO INFORMAL	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
ACUEDUCTO VEREDA LA PALMERA	5,07291	-75,13801	1.829

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver figura 2.

A continuación se presenta la tabla 7 simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica simplificada del grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Lavas e Ignimbritas de composición andesítica (N2-Vi):

No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, se localizan piroclastos y epiclastos de composición andesítica (plagioclasa, piroxeno, biotita y horblenda). Ver tabla 8. ph y temperatura municipio de Casabianca.

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Casabianca

Casabianca			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	**X**
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Casabianca, se determinaron valores en promedio de Ph de 7.33 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 14.99 °C (media), lo que infiere una buena concentración de oxígeno, una aceptable calidad del agua; sin embargo se recomienda revisar zonas con posible desprotección de cobertura vegetal y/o posibles vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

4. Hidrogeología

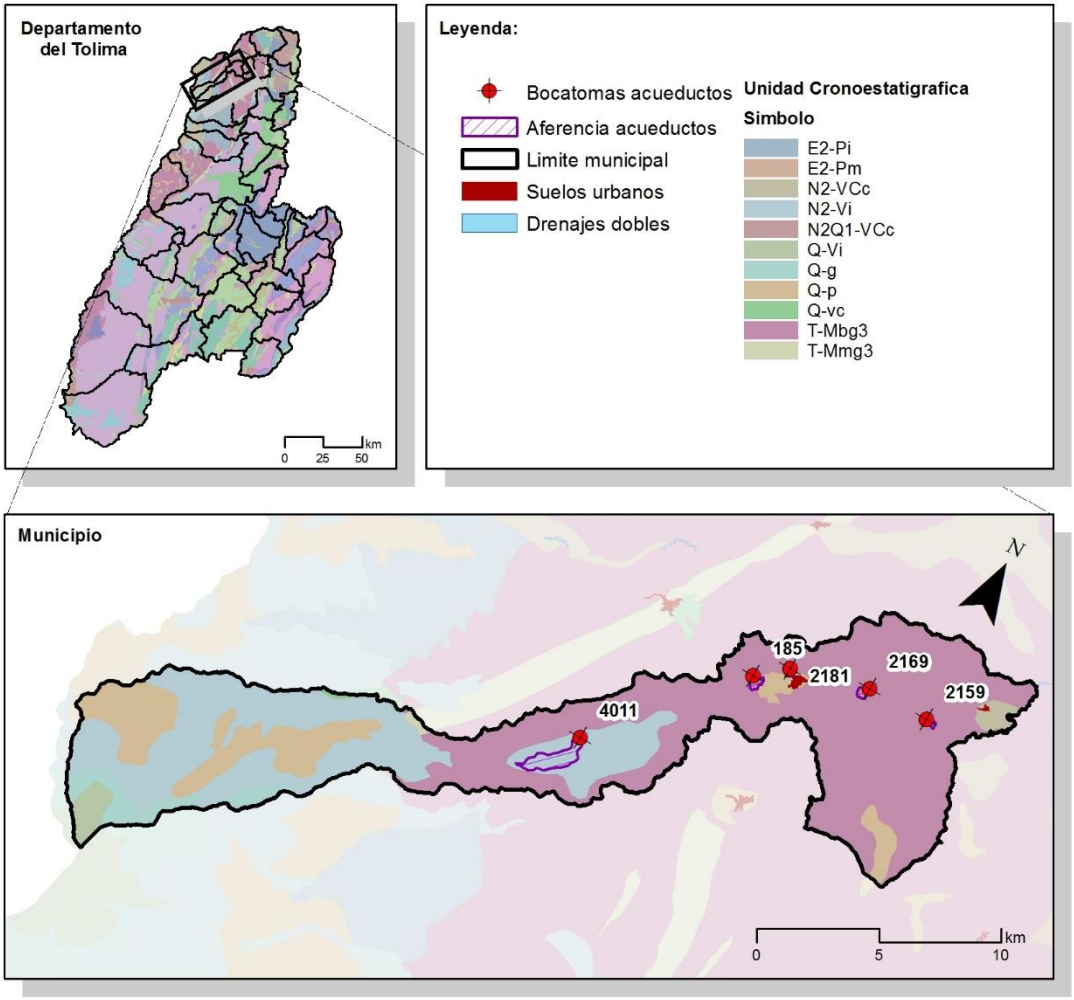
Hidrogeológicamente estas unidades como el Complejo Cajamarca y los depósitos de lavas o ignimbritas, son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		146,497	69,99%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	59,813	28,57%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		3,011	1,44%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

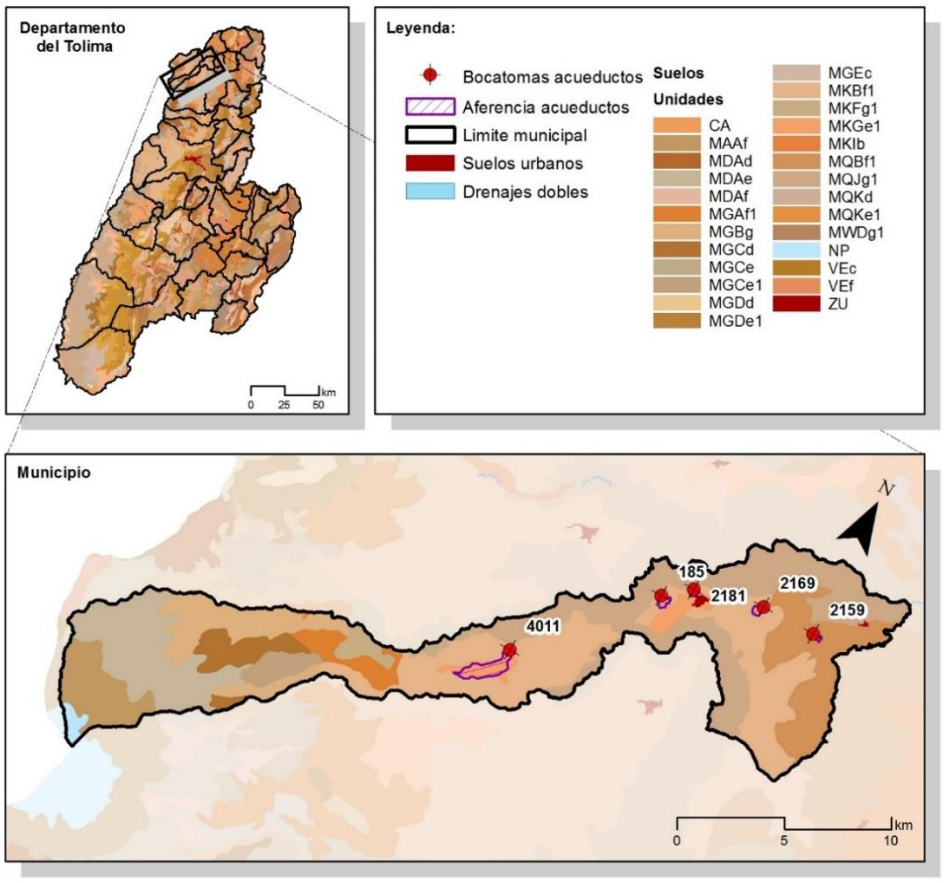
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y

transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Casabianca, se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de la bocatoma del acueducto del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Casabianca se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKGe1, con el 67% del área total, estos son suelos muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; el 27,3% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKBf1, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas; ácidos y ricos en materia orgánica; de fertilidad moderada; el 3,08% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQBf1, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medias; fuertemente ácidos, altos en materia orgánica y de fertilidad moderada y el 2,58% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQJg1, estos son suelos muy superficiales; excesivamente drenados de texturas gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y fertilidad baja. La tabla 7 muestra los suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca.

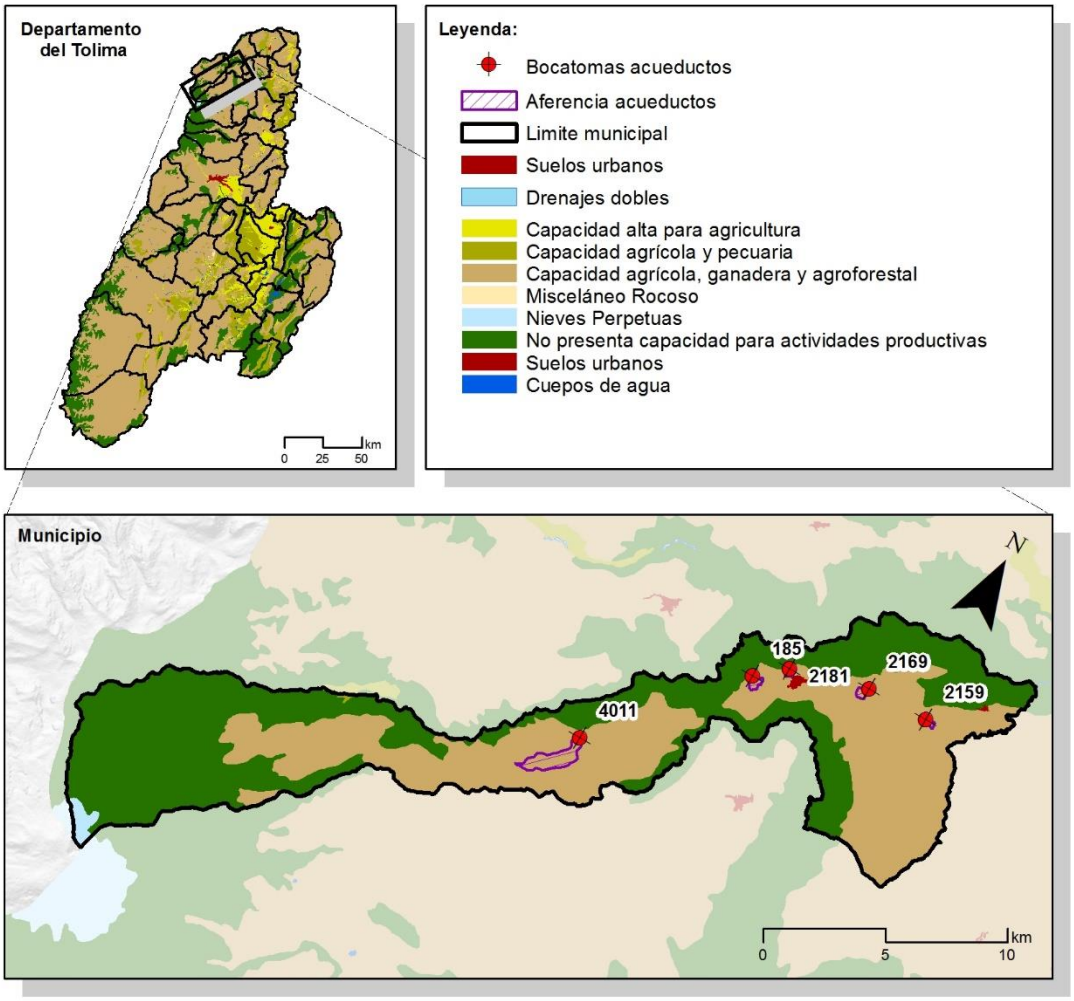
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	140.27	67.01
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	57.19	27.32
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	6.44	3.08
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	5.41	2.58

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Casabianca

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	140.27	67.0
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	57.19	27.3
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6.44	3.1
8	No presenta capacidad para actividades productivas	5.41	2.6

El 2,6 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, se encuentra en la clase agroecológica 8, las tierras de esta clase tienen limitaciones muy severas, que las hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales; solamente deben ser empleadas para la vida silvestre, belleza escénica zonas de protección especial y como banco de flora y fauna. Las principales limitantes que tienen los suelos son: las pendientes pronunciadas, la escasa profundidad efectiva, la erosión, y las temperaturas muy bajas.

El 30.4 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos agrícolas; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. El uso está condicionado por las fuertes pendientes, el drenaje natural excesivo, los suelos pobres, la erosión, el exceso o la deficiencia de lluvia, la alta pedregosidad o la rocosidad en algunas unidades de tierra. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos o subclases es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la subclase 7pc (27.3%), son suelos con limitación de pendiente y clima; la subclase 7pe (3.1%), son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión.

Los suelos que se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones severas, que las hacen inadecuadas para la explotación agrícola intensiva. El uso debe orientarse hacia la elección de cultivos semi perennes o perennes en el sistema de multiestrata, o en fajas de cultivos asociados dispuestos en sentido contrario a la dirección de la pendiente y al pastoreo extensivo, con establecimiento de pastos de corte. Se recomienda paras tierras la explotación en sistemas que combinen el uso de agricultura con los bosques y el establecimiento de bosques comerciales plantados en algunos sectores. Los suelos presentes en la clase 6 son los de la subclase 6ps (67%), son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo.

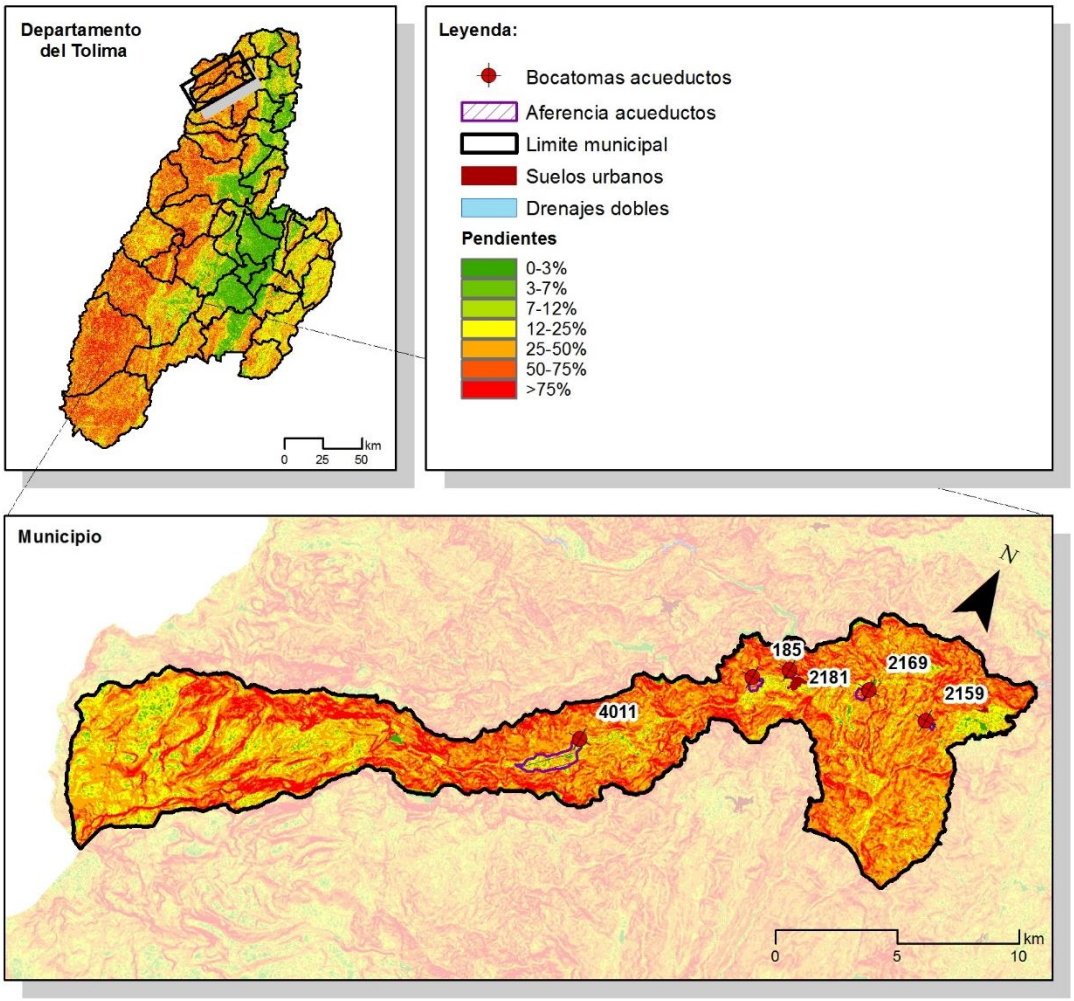
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Casabianca y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	5.48	2,62
3-7%	Ligeramente inclinado	10.77	5.15
7-12%	Moderadamente inclinado	22.11	10.57
12-25%	Fuertemente inclinado	64.73	30.95
25-50%	Ligeramente escarpado	75.22	35.97
50-75%	Moderadamente escarpado	24.76	11.84
>75%	Fuertemente escarpado	6.05	2.89

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

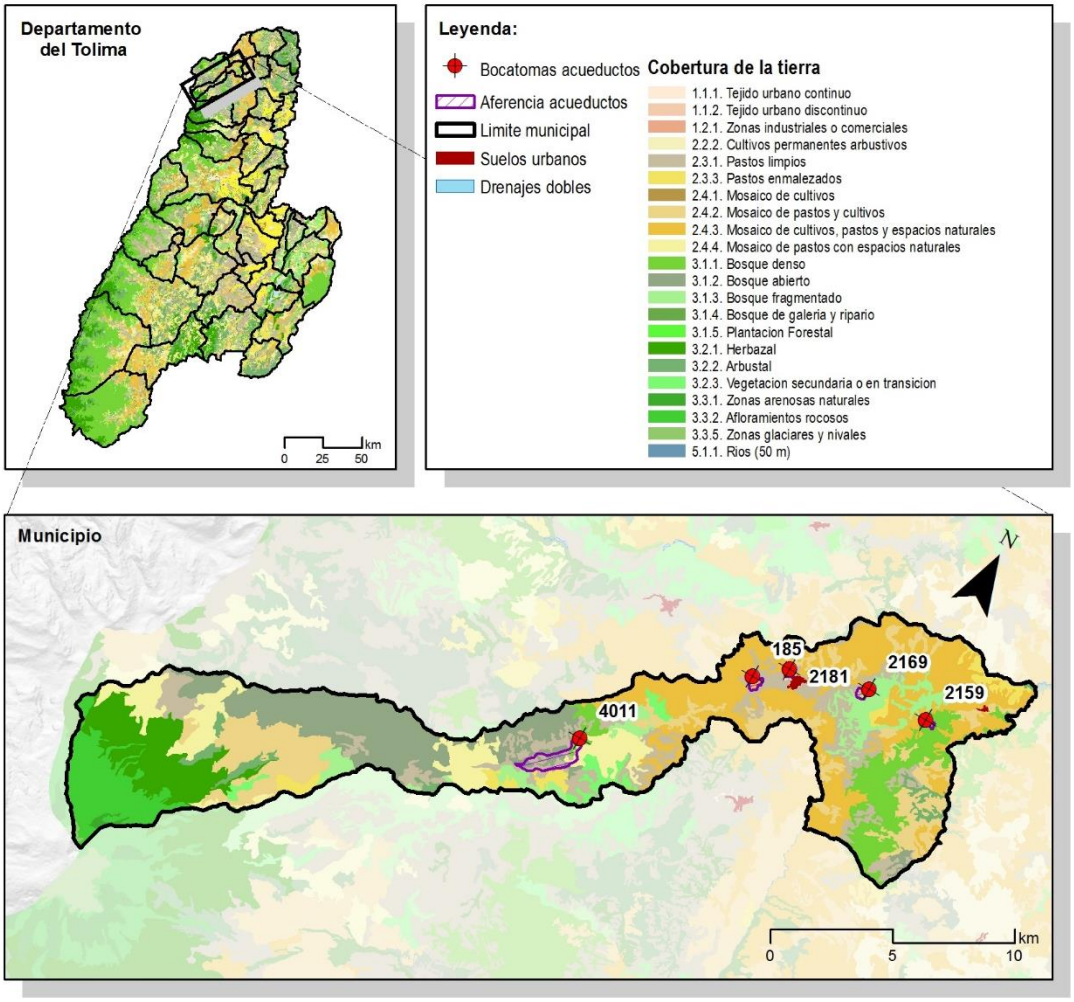
Las pendientes presentes en las bocatomas del acueducto del municipio de Casabianca, se observan en la tabla 5, con pendientes entre el 12-25% y el 25-50%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Casabianca, se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 35,97% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas , abarcando un área de 30,95% y 11,84% respectivamente del total del área; la pendiente de ligeramente inclinada con el 5,15%; y con los rangos de pendiente escasos de >75% con 2.89% y plano con 2.62% del total del área aferente.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Casabianca, se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Casabianca y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.1	Pastos limpios	79.99	38.21
3.1.2.1.1.	Bosque abierto alto de tierra firme	49.06	23.44
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	28.89	13.80
3.1.1.1.1.	Bosque denso alto de tierra firme	25.82	12.34
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	12.85	6.14
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	12.22	5.84
1.1.1.	Tejido urbano continuo	0.46	0.22

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.3.1.	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	0.02	0.01
2.3.3.	Pastos enmalezados	0.02	0.01

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 38.21% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, presentan cobertura de Pastos limpios. Los pastos comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

La cobertura de pastos limpios con alto grado de manejo también puede presentar confusión con las coberturas de cultivos herbáceos transitorios o permanentes, especialmente cuando los pastos presentan arreglos espaciales geométricos, debido a la variedad de tonos y colores que se observan en la imagen. Para su diferenciación se hace necesaria la utilización de información auxiliar como fotografías aéreas, mapas temáticos y otra información agrícola, así como un buen nivel de referencia local del intérprete. Los pastos limpios la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 23,44% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca presentan Bosque abierto alto de tierra firme: cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a 15 metros, cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 13,8% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que

debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 12,34% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, presentan cobertura de Bosque denso alto de tierra firme: Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 6,14% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, presentan cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales: Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 5,84% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca, presentan cobertura de Bosque fragmentado con vegetación secundaria: Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

Las áreas restantes las conforman las coberturas de Tejido urbano continuo, Bosque fragmentando con pastos y cultivos y pastos enmalezados, solamente con menos del 1% del área aferente de los acueductos del municipio de Casabianca.

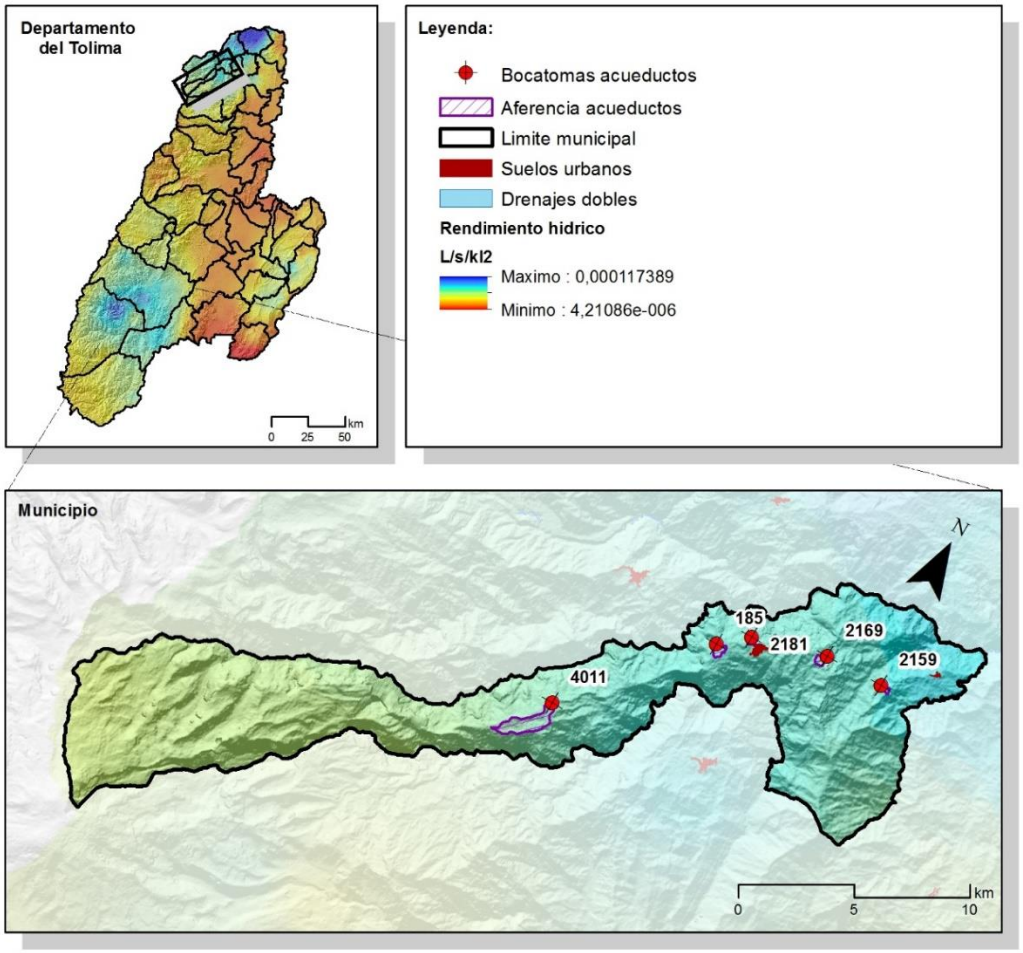
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Casabianca y en las áreas aferentes de los acueductos



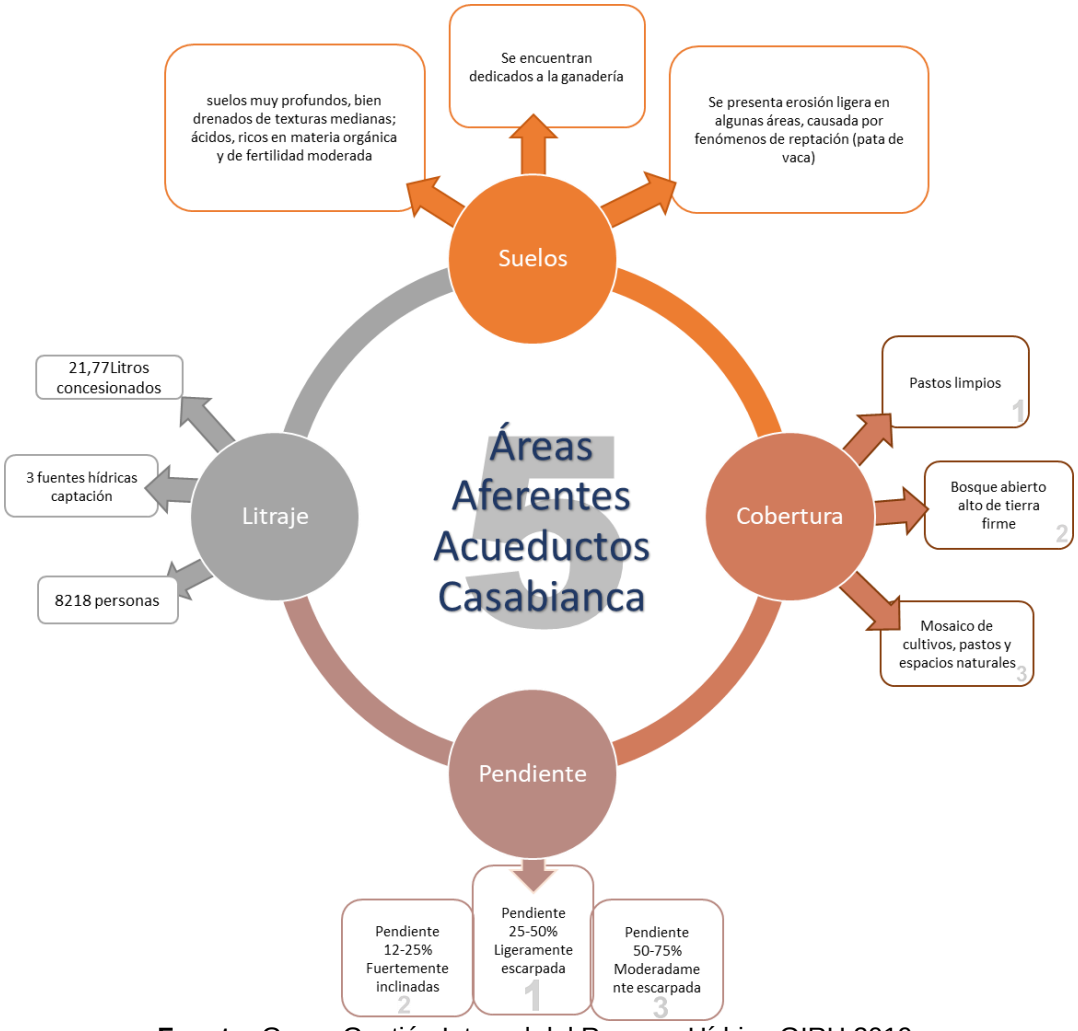
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Casabianca

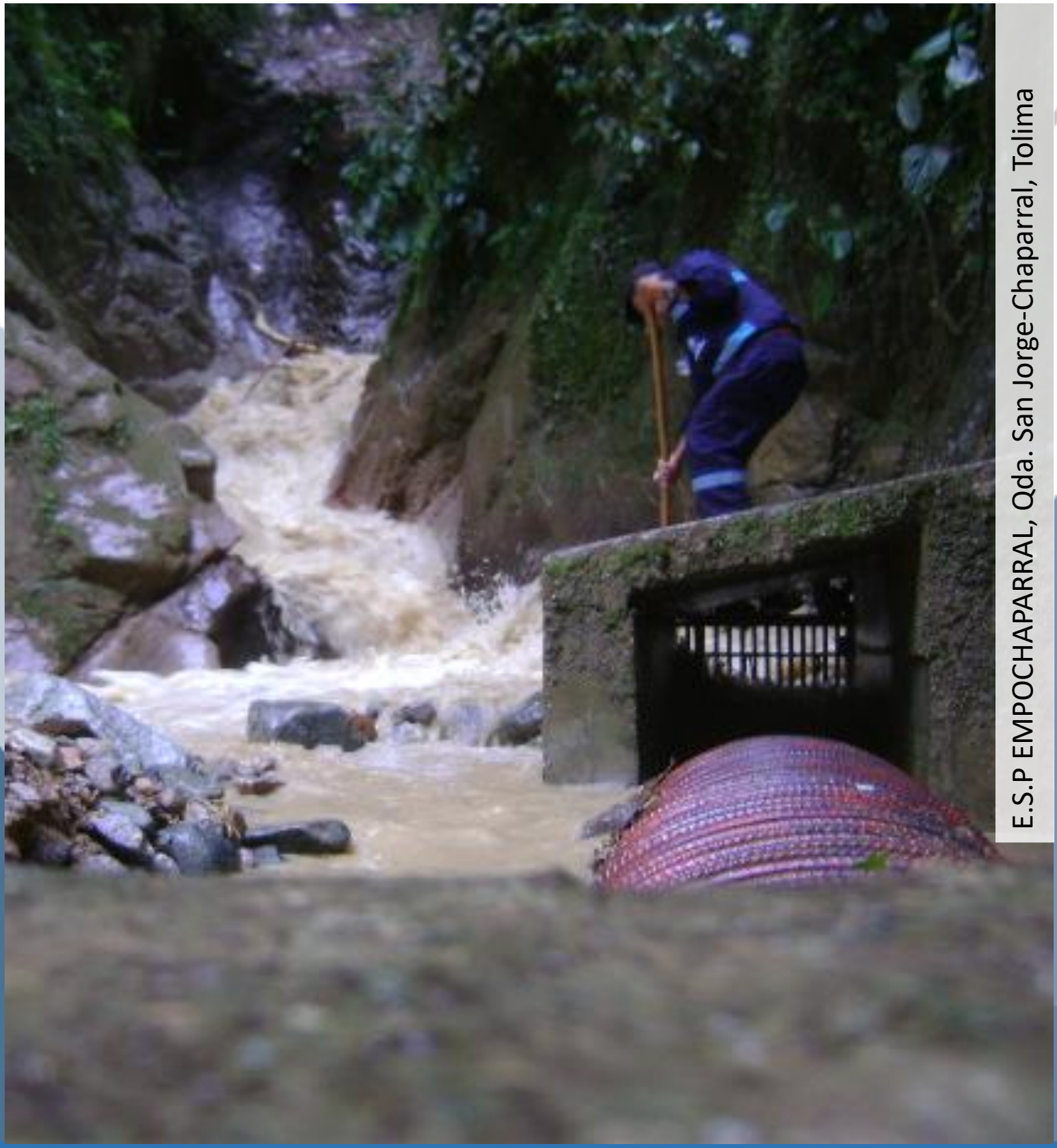
LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
4011	1,46	0,0709	2125-02.2.5.8	Quebrada El Español	4,97	0,2497	29,4	28,39
185	0,20	0,0108	2301	Río Gualí	210.35	10,6665	0,10	0,10
2169	0,19	0,0101	2301.2.18	Quebrada Agua de Dios	15.32	0,8162	1.2	1.24
2159	0,06	0,0034	2301.2.18	Quebrada Agua de Dios	15.32	0,8162	0,4	0,42
2181	0,17	0,0090	2301	Rio Gualí	210.35	10,6665	0,08	0,08
TOTAL	**2,09**	**0,1041**			**230.63**	**11,7324**		**30,23**

Las áreas aferentes de los 5 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,1041 l/s/Km^2 que corresponden al 1,22% del rendimiento hídrico total del municipio de Casabianca. El área aferente del acueducto municipal de Casabianca, presenta un rendimiento hídrico de 0,071 l/s/Km^2 que corresponde al 28,39% del rendimiento hídrico total de la Quebrada El Español, pues abarca el 29.4% del área de la misma. El área aferente del acueducto de la J.A.C Vereda Llanadas y Lembo, presenta un rendimiento hídrico de 0,0101 l/s/km^2 y corresponde solamente al 1,24% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Agua de Dios. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Asociación de usuarios acueducto rural “San Jerónimo”, con 0,0034 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,42% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Agua de Dios.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Casabianca



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



E.S.P EMPOCHAPARRAL, Qda. San Jorge-Chaparral, Tolima

ANEXO 10 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE CHAPARRAL

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE CHAPARRAL 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 9
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Chaparral 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Chaparral 5
Tabla 4 Tipo de obras de captación 6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral 11
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral 14
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Chaparral 15
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral 17
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral 19
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Chaparral 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Chaparral y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes 10
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Chaparral y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Chaparral y en las áreas aferentes de los acueductos 21

MUNICIPIO DE CHAPARRAL

1. Localización

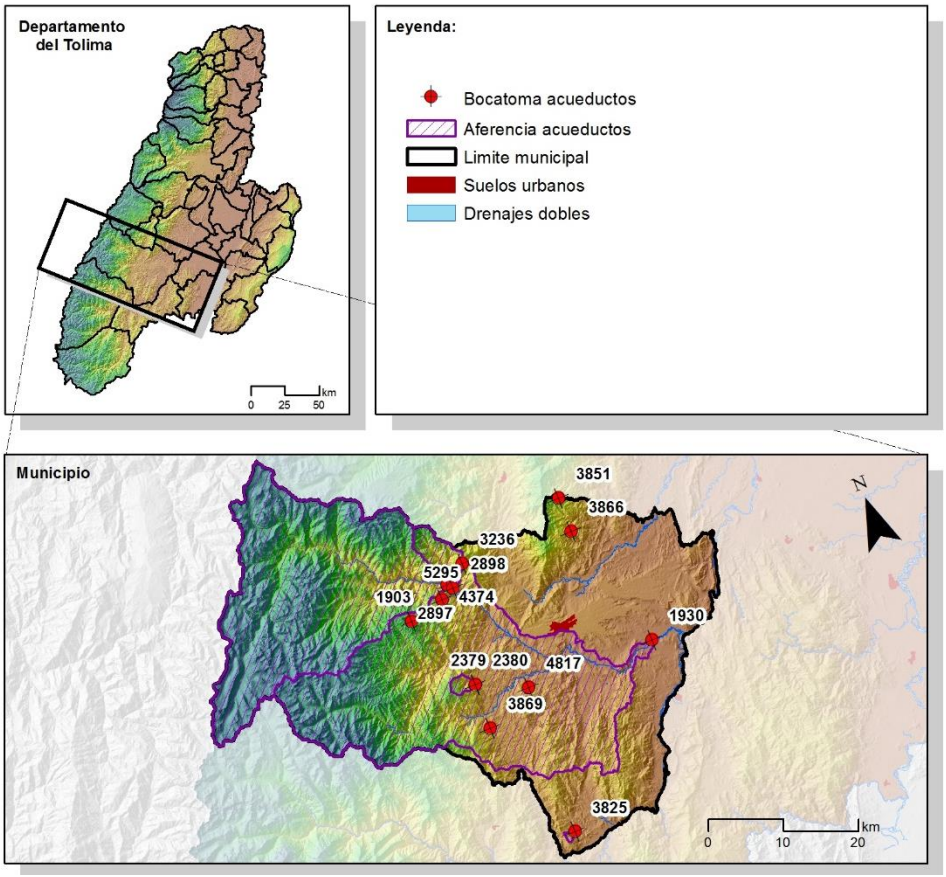
El municipio de Chaparral se encuentra situado a 153 Kilómetros de Ibagué. Su cabecera municipal está localizada sobre los 3°43’28’’ latitud norte y 75°28’55’’ longitud este, a 980 msnm con temperatura de 26°C

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

Chaparral cuenta con un área total de 2.124 km^2 de los cuales el 0,33% pertenece al área urbana y 99,67% al área rural, su área urbana está conformada por 37 barrios y el área rural por 151 veredas y 5 corregimientos. Limita al norte con los municipios de Roncesvalles, San Antonio y Ortega, al sur con Rioblanco y parte de Ataco, al oriente con Coyaima y Ataco, y al occidente con del Departamento del Valle del Cauca

Respondiendo a su extensión y población, Chaparral cuenta con 14 acueductos veredales, en la tabla 1 se describen detalladamente.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Chaparral y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Chaparral

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCECIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
3825	Jac. Vda. Hato Viejo/Chaparral.	Bueno	3,4881310	-75,5569650	831	1,1500	129,811479
3869	Asoc. De Usuarios Acueducto Rural El Limón Chaparral.	Bueno	3,6412222	-75,6044444	1150	5,1400	15,387078
4817	Jac. Vda. La Florida-Corregimiento El Limón-Chaparral.	Bueno	3,6694670	-75,5438980	956	0,2574	27,421972
2379	J.A.C. Vda. Buenos Aires Del Municipio De Chaparral.	Bueno	3,6966667	-75,6016944	1220	3,0000	588,695593
5295	Junta De Acción Comunal De La Vereda Holanda.	Bueno	3,8254870	-75,6396040	1910	0,5735	22,090431
2898	E.S.P De Chaparral Empochaparral.	Bueno	3,8136389	-75,5835556	1194	130,0000	2830,82022
3236	Jac. Vda. Agua Bonita/Chaparral.	Regular	3,8376640	-75,5624480	1971	1,6400	8,23903
4374	Asoc. Usuarios Acueducto El Moral.	Bueno	3,8061667	-75,6009444	1900	1,2300	25,169586
3851	J.A.C. De La Vda. Vista Hermosa.	Bueno	3,8668333	-75,4265833	2084	4,2900	7,918607
3866	Asoc. De Usuarios Acueducto Rural Vda. Alto Redondo.	Bueno	3,8242222	-75,4270278	1407	1,0700	10,698462
1903	JAC. Vda. Brisas San Pablo Ambeima/Chaparral.	Bueno	3,7953889	-75,6441667	2600	4,2400	15,388939
2897	E.S.P De Chaparral Empochaparral.	Bueno	3,8207222	-75,5886111	1106	130,0000	58840,9154
1930	Garzón Rodolfo	Bueno	3,6676389	-75,3860278	453	20,0000	137114,093
2380	J.A.C. Vda. Buenos Aires Del Municipio De Chaparral.	Bueno	3,6966667	-75,6016944	1220	3,0000	588,695593

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Chaparral cuenta con 15 concesiones de agua, de las cuales 14 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 305,59 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	260,00
VEREDAL	11	45,33
CORREGIMIENTO	1	0,2574
TOTAL	**14**	**305,59**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 15 concesiones mencionadas inicialmente, solo 14 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) está en proceso de "caducidad" por la Dirección Territorial Sur, correspondiente al usuario J.A.C. VEREDA EL MADROÑO - CHAPARRAL, con un caudal otorgado de 1,52 $Lts.seg^{-1}$.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 10 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Amoyá el que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 3 concesiones que corresponden al 21,43% del total de concesiones para acueductos del municipio de Chaparral, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 151,23 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Chaparral

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Amoyá	2204	3	151,23
Quebrada San Jorge	2204.7	2	131,64
Quebrada Linday	2204.33.2	2	6,00
Quebrada San Pablo	2204.32.2	1	4,24
Quebrada Los Ángeles	2204.34.1.3	1	0,26
Quebrada San Miguel	2113-02.1.2.6.2	1	1,15
Quebrada Tuluni	2204.34	1	5,14
Quebrada Paula	2206.4.9.1	1	1,07
Quebrada Chipalo	2206.4.7.1	1	4,29
Quebrada San Francisco	2204.30.1	1	0,57
TOTAL		**14**	**305,59**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de

captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Chaparral:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	4
Toma de rejilla	8
Toma lateral	2
TOTAL	**14**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

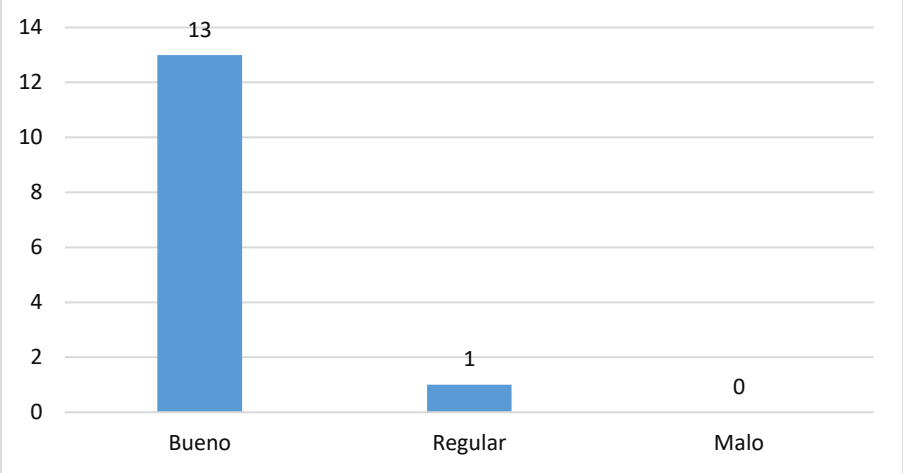
Las visitas realizadas permiten verificar que el 7,14% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	13	92,86
Regular	1	7,14
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las

obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Chaparral, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	4.440
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi) La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Núñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfaces, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de

la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de elIas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Grupo Gualanday (Pgg): El Grupo Gualanday aflora en el valle de los ríos Magdalena y Saldaña y en las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental.

Las mejores exposiciones se conocen en la localidad tipo, alrededores de Gualanday; en Ortega, en donde conforma los cerros de Los Avechucos; en la vía Coyaima - Chaparral, en el sitio conocido como El Túnel; en la vía Carmen de Apicalá - Cunday y en los alrededores de la represa de Hidroprado.

La Formación Gualanday Inferior está conformada por conglomerados con clastos de cuarzo (predominantes) y chert. El tamaño de los clastos varía desde grava fina hasta gruesa. La matriz es arenosa y arcillosa de la misma composición de los fragmentos gruesos; el color dominante es amarillo a pardo oscuro. Posee intercalacionesmenores de arcillolitas, limolitas y areniscas de colores rojizo, violáceo y blanco, que separan los paquetes de conglomerados.

La Formación Gualanday Medio consta de un conjunto donde predominan arcillolitas de colores rojo, amarillo, azul, gris y gris púrpura, con intercalaciones menores de limolitas, areniscas y lentes de conglomerados.

La Formación Gualanday Superior consta, principalmente, de bancos potentes de conglomerados rojízos, con forma de rellenos de canal y clastos hasta de 20 cm, de lodolita silícea y chert, principalmente con cuarzo, rocas ígneas y metamórficas en forma subordinada; están soportados por matriz arenosa con fragmentos de la misma naturaleza; en menor proporción se presentan capas delgadas de arcillolitas y areniscas de tono amarillento y verdoso. Es la unidad más fácilmente identificable debido al relieve abrupto que conforma.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Batolito de Ibagué (J-Pi) es clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

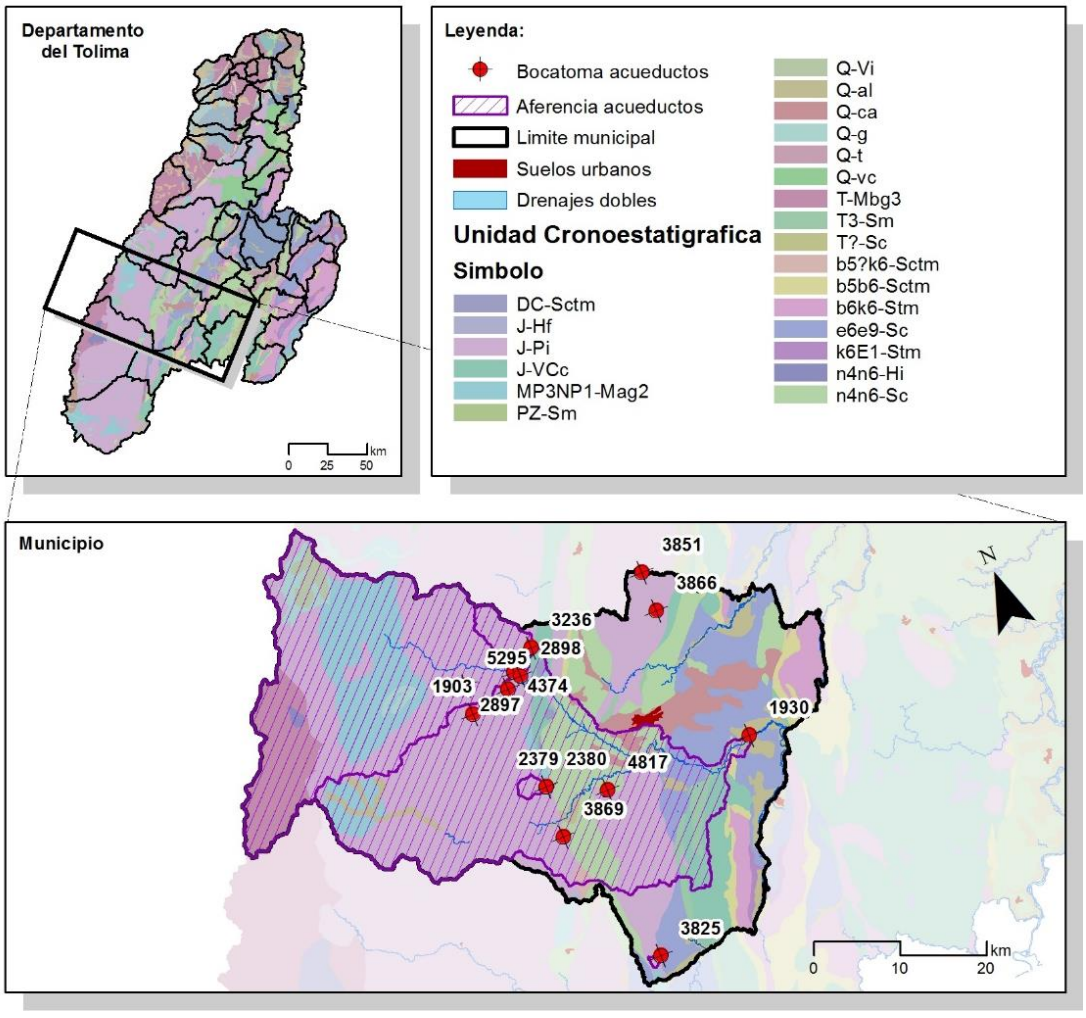
Acuífero Gualanday (PgG): Está constituido de base a techo por tres miembros, el inferior compuesto por conglomerados con guijos de chert y cuarzo dentro de una matriz arenosa e intercalaciones de arcillolitas, lodolitas y areniscas con textura “sal y pimienta”. El miembro medio consiste en un conjunto monótono de arcillolitas de diversos colores, con intercalaciones hacia el nivel inferior, de capas de areniscas de grano medio a fino, que no tienen continuidad lateral y el miembro superior compuesto por conglomerados con guijos de cuarzo y rocas metamórficas y delgados niveles de areniscas de grano fino a medio y lodolitas. El espesor total es cercano a los 2000 m, depositados en un ambiente fluvial durante el Eoceno Superior – Oligoceno Medio, (Raasvelt, 1956).

La Formación Gualanday Inferior, al estar constituida por paquetes conglomeráticos muy compactos, con algunas fisuras por efectos de fallamiento, se considera de baja porosidad primaria y secundaria y baja permeabilidad; en la Formación

Gualanday Medio los niveles arenosos presentan buena porosidad y permeabilidad y no se hallan tan cementados como las capas conglomeráticas de los miembros inferior y superior: La Formación Gualanday Superior al igual que la Formación Gualanday Inferior, se halla muy cementada por lo que su porosidad primaria y secundaria es baja.

En general el Acuífero Gualanday en el área carece de estudios hidrogeológicos; por su litología se le considera continuo, de extensión regional con porosidad primaria, constituyendo sus afloramientos zonas de recarga de baja capacidad de infiltración.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	74670,75	54,40%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Complejo Icarco	19928,06	14,52%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda	12059,96	8,79%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	11346,95	8,27%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	4444,20	3,24%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	3269,87	2,38%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		2979,90	2,17%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		2412,93	1,76%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	1913,66	1,39%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		1695,16	1,23%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		1210,59	0,88%
DC-Sctm	Cuarzoarenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.	Devónico-Carbonífero	Formación Amoyá	531,73	0,39%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b5?k6-Sctm	Cuarzoarenitas, shales, margas, calizas y niveles delgados de cherts.	Aptiano? - Maastrichtiano	Areniscas, Liditas y Shales del Medarco	323,01	0,24%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano		288,41	0,21%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

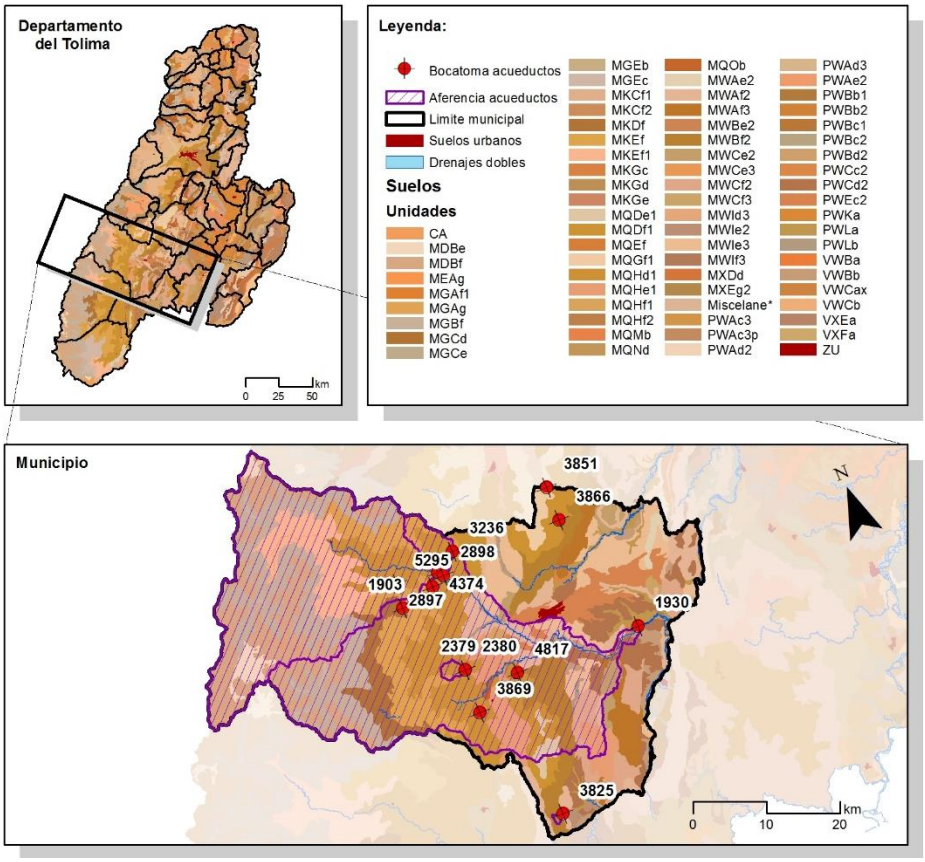
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo con sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Chaparral se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Principalmente el municipio de Chaparral presenta suelos de clase VII, presentando limitaciones muy severas que las hacen inadecuadas para actividades agrícolas; las cuales solo son posibles cuando se hacen bajo el sistema silvoagricola, su relieve fuertemente quebrado con pendientes de 50-75% fuertemente escarpada, erosión ligera a moderada responde a los pocos cultivos que se presentan, por tanto es un suelo apto para actividades ganaderas controladas adoptando medidas de manejo y control de la erosión.

El 7,8% de suelos del municipio pertenecen a la clase de inceptisoles de montaña en clima templado húmedo, caracterizados por tener en su material parental cenizas volcánicas sobre tonalitas y arcillolitas, de relieve fuertemente quebrado y moderadamente escarpado de pendientes largas, de erosión ligera y drenaje excesivo que genera acides, alta presencia de materia orgánica y fertilidad baja.

En climas frio húmedo y cálido seco, de relieve dominante, moderadamente escarpado, con pendientes que oscilan entre 50% y 75%, son suelos muy superficiales y con alta susceptibilidad a la erosión y la presencia de desprendimiento y deslizamientos, son suelos bien drenados y de fertilidad baja,

este tipo de suelo representa el 4,72% y el 2,58% de los suelos entisoles y andisoles encontrados en el municipio de Chaparral

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral

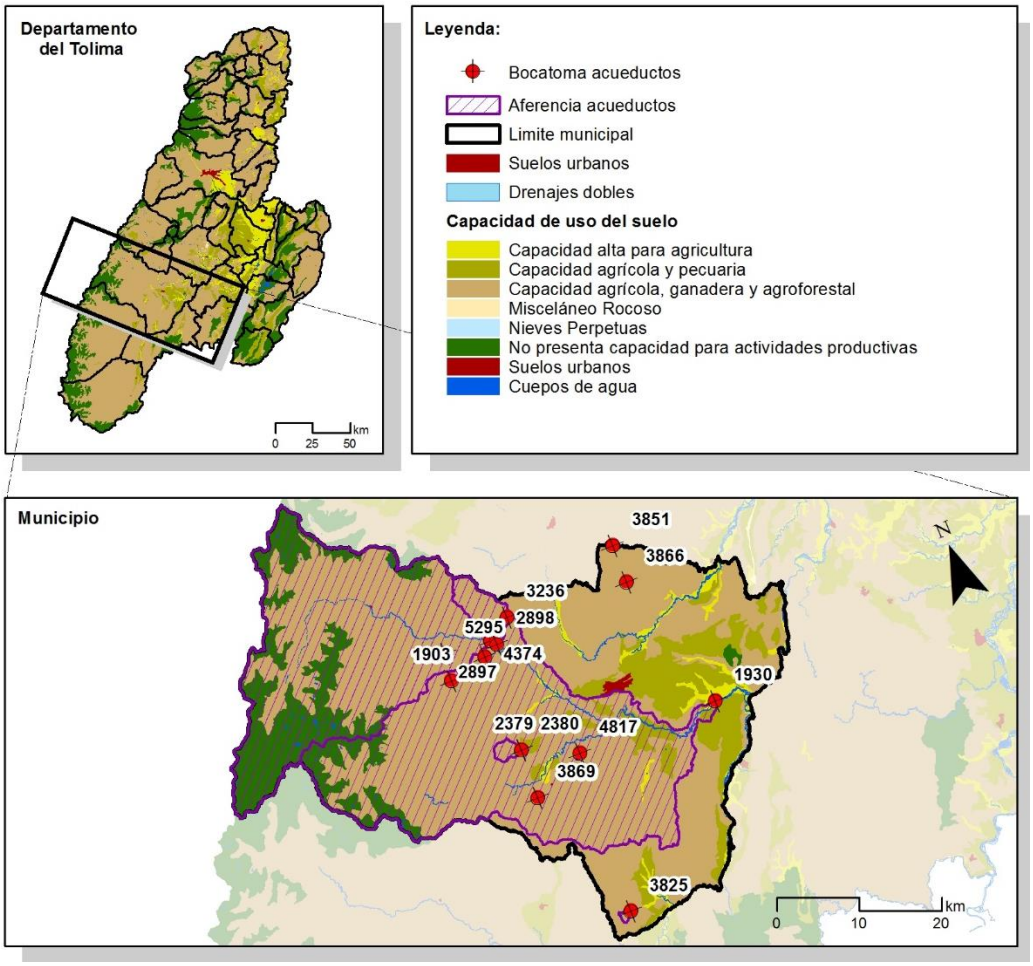
UC Suelo	Clima	Paisaje	Tipo Relieve	Material Parental	Textura	Orden	Área (HA)	%
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Molisoles	6123109,46	0,39
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	Entisoles	74414224,4	4,72
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	Andisoles	40680535,9	2,58
MQGf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	Inceptisoles	122853185	7,80
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	1331475858	84,51
MDBf	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	Entisoles	0,002899	1,84E-10

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Chaparral

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	63711,1661	31,844489
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	61594,3958	30,7864724
8	No presenta capacidad para actividades productivas	46113,9633	23,0489518
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	9497,82602	4,74725915
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	7161,11781	3,57931193
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2959,03532	1,4790024
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	2491,90918	1,24552067
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2001,32383	1,00031342
CA	CA	1021,12701	0,51038569
3s	Capacidad alta para agricultura	1006,81202	0,50323069
4sc	Capacidad agrícola y pecuaria	851,707203	0,42570529

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	805,760258	0,40273982
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	766,832413	0,38328268
8pc	No presenta capacidad para actividades productivas	74,286008	0,03713007
ZU	ZU	12,4143383	0,00620501

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Chaparral cuenta con tierras de clase agroecológica 7 que presentan limitaciones fuertemente severas, fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) en un 30,78% para el municipio, los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e) con un 1,47% de participación y los suelos de categoría 7ps son tierras de relieve moderadamente quebrado, de climas cálido y medio seco, de suelos superficiales, moderadamente erosionados, pedregosos, excesivamente drenados y de fertilidad baja, representado con un 31,84%.

La cobertura vegetal perteneciente a la clase 8 con una participación del 23,05%, reconoce la vulnerabilidad extrema y su importancia como ecosistema estratégico (páramo) para la regulación del recurso hídrico, por ello debe destinarse a la conservación de la naturaleza; incluyendo en esta clase tierras malas, erosionadas, playas, glaciares, afloramientos rocos, cárcavas, paramos, manglares, humedales, lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica y turismo ecológico, tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 msnm.

La clase 6 representa un 4,57% de capacidad agrícola, ganadera y agroforestal, aptos para cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos y sistemas agroforestales y forestales, debido a severas limitaciones como pendientes escarpadas. Esta clase de uso requiere intensas prácticas de manejo y de conservación.

Suelos que tienen la capacidad agrícola y pecuaria representan el 2,05% pertenecen a la clase 4, describiendo limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen practicas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener, en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros, por sus condiciones de relieve ligeramente inclinado a ondulado, de clima cálido seco, suelos moderadamente erosionados y bien drenados.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

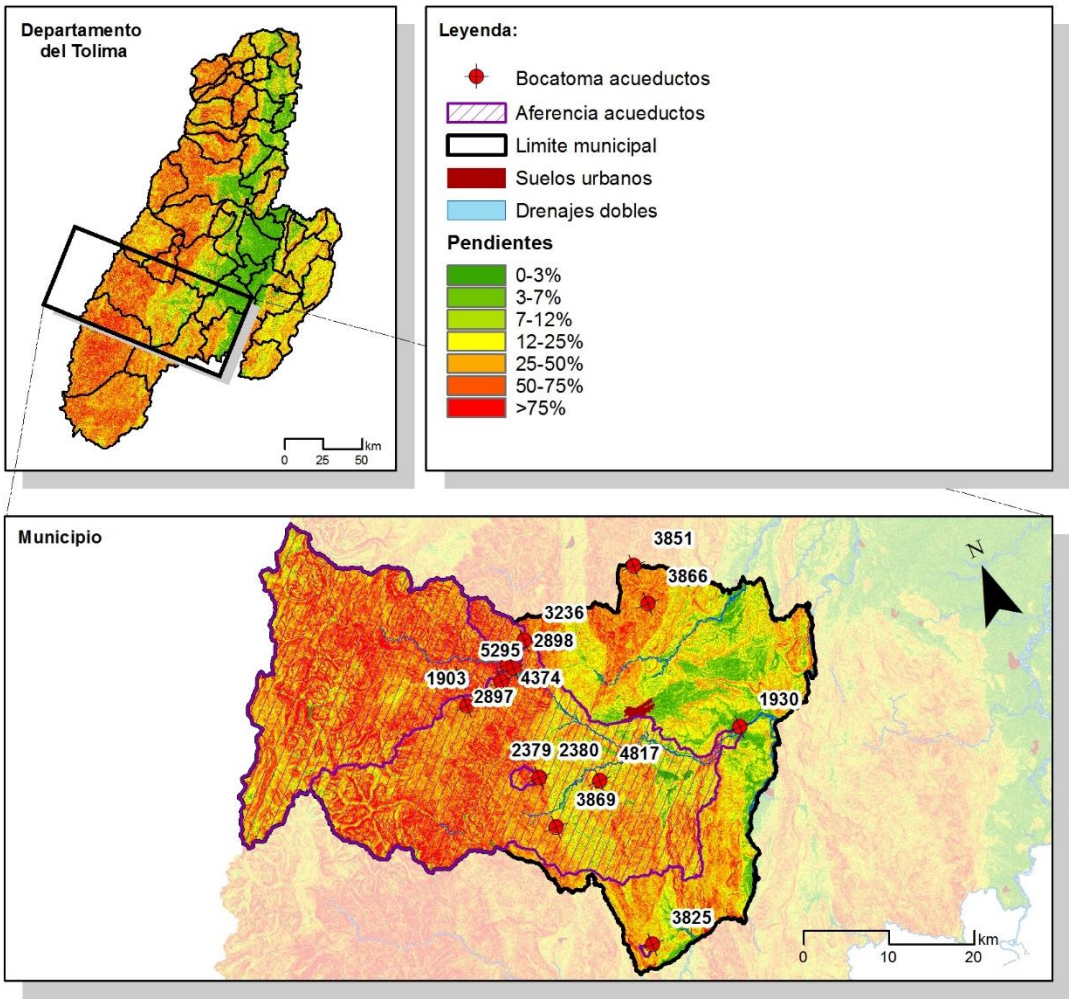
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	1958,33	1,43
3-7%	Ligeramente inclinado	3029,21	2,21
7-12%	Moderadamente inclinado	5178,26	3,77
12-25%	Fuertemente inclinado	20164,03	14,69
25-50%	Ligeramente escarpado	48776,73	35,54
50-75%	Moderadamente escarpado	39484,67	28,77
>75%	Fuertemente escarpado	18663,98	13,6

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Chaparral y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Chaparral comprende pendientes entre los rangos de 25 a 50%, con poca predominancia de pendientes ligeramente escarpadas. El porcentaje de pendientes encontradas en las áreas aferentes de los acueductos del municipio describe la presencia de pendientes planas a fuertemente escapadas, con mayor predominancia en aquellas áreas de pendientes ligeramente escarpadas.

Este municipio presenta altos grados de pendientes desde 25% a 75% pasando desde un relieve ligeramente escarpado a un moderadamente escarpado, aptos para reforestación con especies nativas y repoblamiento natural de la vida silvestre, cultivos frutales, café y plátano, adoptando medidas de manejo y control de la erosión.

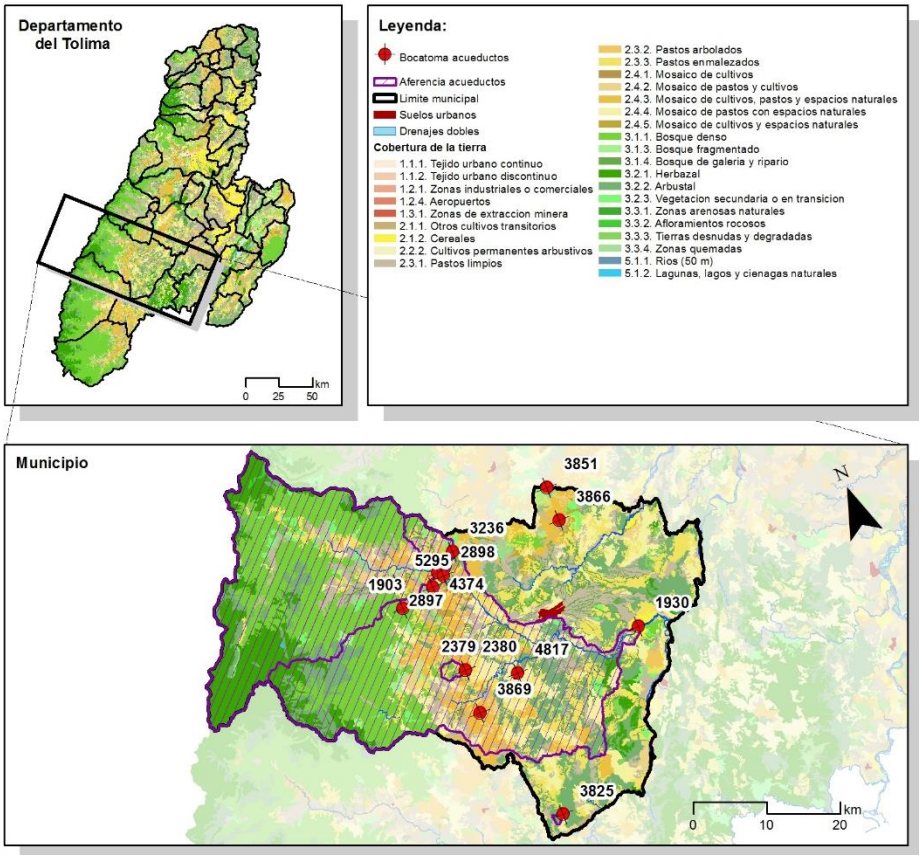
Las llaves de los acueductos que se reportan para el municipio de Chaparral en su mayoría están ubicadas en pendientes moderadamente escarpados y la otra mitad

se encuentran en pendientes fuertemente inclinados y ligeramente escarpado como puede evidenciarse en la figura 6.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Chaparral se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Chaparral y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	53664,41	26,82
3.2.1.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	18718,55	9,36
3.2.2.1	Arbustal denso	16530,64	8,26
2.3.3	Pastos enmalezados	16052,25	8,02

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.1	Pastos limpios	15126,40	7,56
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	14366,43	7,18
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11774,38	5,89
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	11148,99	5,57
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	9359,74	4,68
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	8219,84	4,11
3.2.2.2	Arbustal abierto	6686,85	3,34
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	5532,20	2,77
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	4784,54	2,39
3.1.4	Bosque de galería y ripario	2992,00	1,50
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1304,53	0,65
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	1226,43	0,61
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	736,36	0,37
3.3.2	Afloramientos rocosos	537,64	0,27
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	433,42	0,22
3.1.1.2.2	Bosque denso bajo inundable	301,96	0,15
5.1.1	Ríos (50m)	242,85	0,12
2.1.2.1	Arroz	111,98	0,06
2.1.1	Otros cultivos transitorios	78,07	0,04
2.3.2	Pastos arbolados	66,83	0,03
5.1.2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	56,22	0,03
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	6,46	0,0032

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 26.82% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral presentan cobertura de bosque denso alto de tierra firme, esta es una cobertura que se caracteriza por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70%, localizados en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos y una altura del dosel superior a 15 metros.

Coberturas que describen herbazal denso de tierra firme no arbolado representan el 9.36% del área aferente a los acueductos en donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos, o en caso de existir no llegan a representar el 2% del área total medida, se localizan principalmente en área con limitaciones de suelos y de clima, como zonas de páramo y subpáramo de alta montaña.

Las coberturas nombradas en la tabla 10, son aquellas que se encuentran presentes en el municipio de Chaparral que describen superficies generalmente dominadas por vegetación natural herbácea aptas para cultivos con espacios naturales, en donde se identifiquen prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abono que busque mantener su estado natural o casi natural.

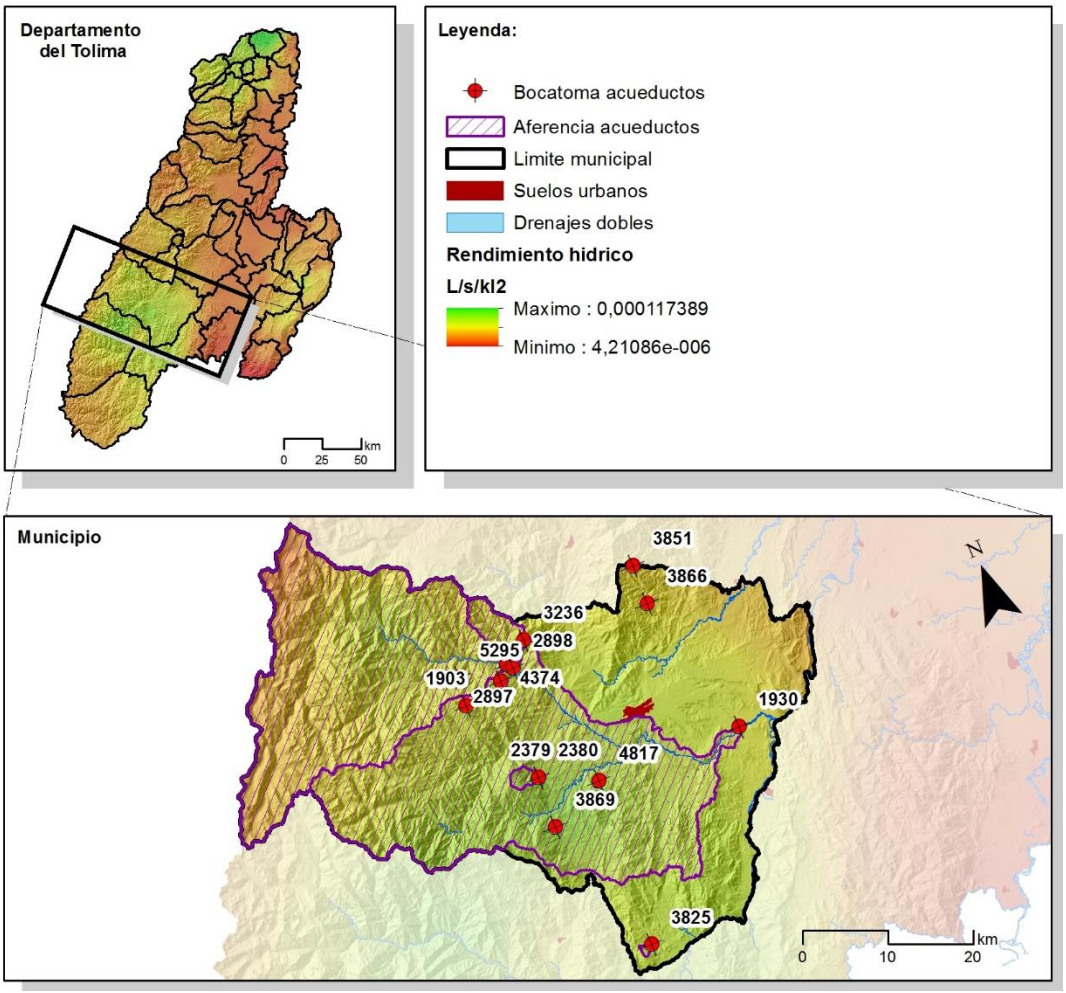
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Chaparral y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

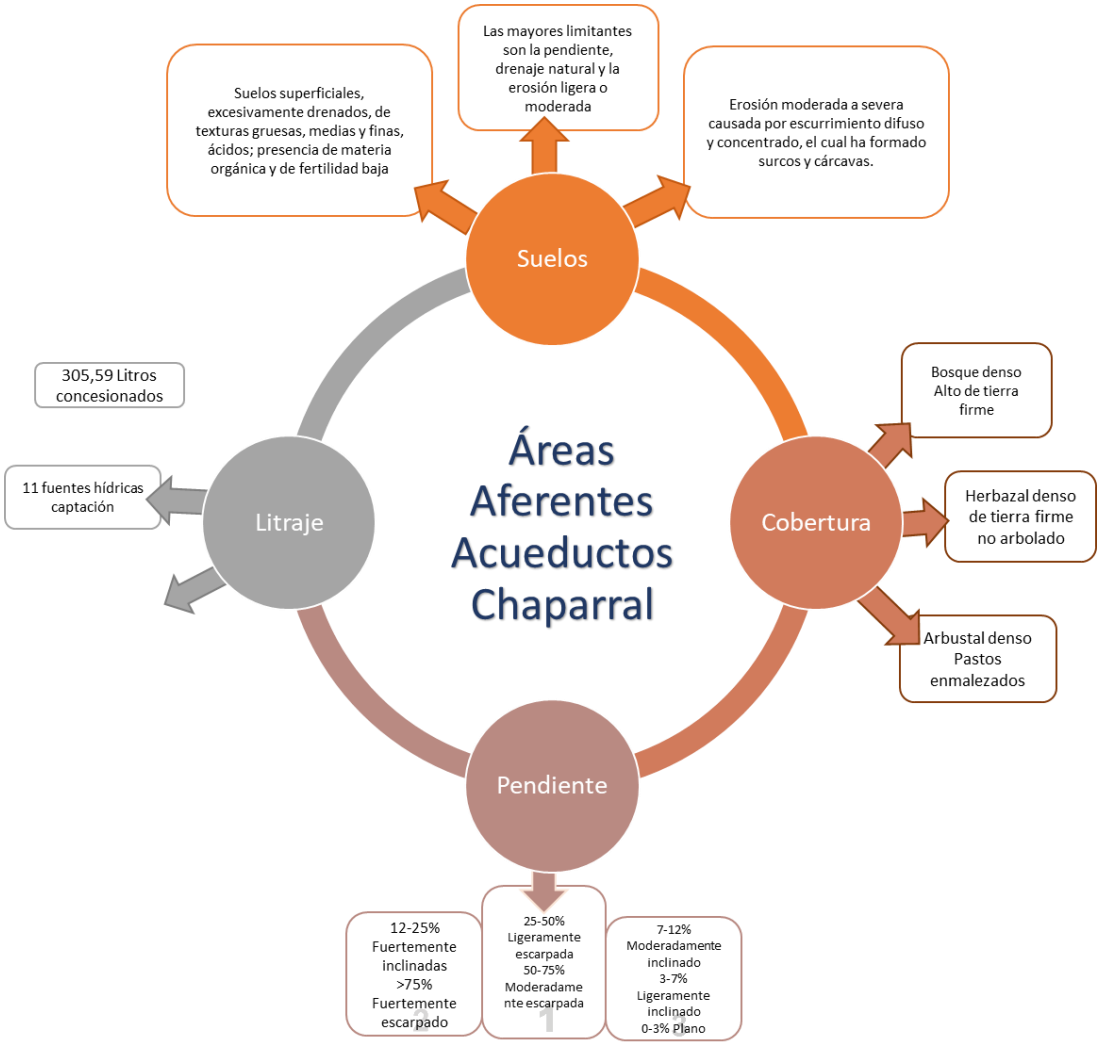
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Chaparral

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
5295	0,221	0,011	2204.30.1	Quebrada San Francisco	3,594	0,172	6,147
3236	0,082	1,291	2204.7	Quebrada San Jorge	19,794	0,901	0,416
2898	28,308						143,016
2897	588,409	24,813	2204	Rio Amoya	198,664	9,031	296,182
4374	0,252	0,012	2204				0,127
1903	0,154	0,007	2204.32.2	Quebrada San Pablo	19,220	0,007	0,801
3851	0,079	0,003	2206.4.7.1	Quebrada Chipalo	23,914	0,922	0,331
3866	0,107	0,004	2206.4.9.1	Quebrada Paula	20,180	0,871	0,530
2379	5,887	0,332	2204.33.2	Quebrada Linday	23,901	1,333	24,630
2380							
3869	0,154	0,010	2204.34	Quebrada Tuluni	41,524	2,339	0,370
4817	0,274	0,016	2204.34.1.3	Quebrada Los Ángeles	5,237	0,300	5,237
1930	1371,141	39,860	2204	Rio Amoya	198,664	9,031	690,179
3825	1,298	0,067	2113-02.1.2.6.2	Quebrada San Miguel	16,35	0,845	7,938
TOTAL	**1996,3**	**66,426**			**571,045**	**25,752**	**1175,904**

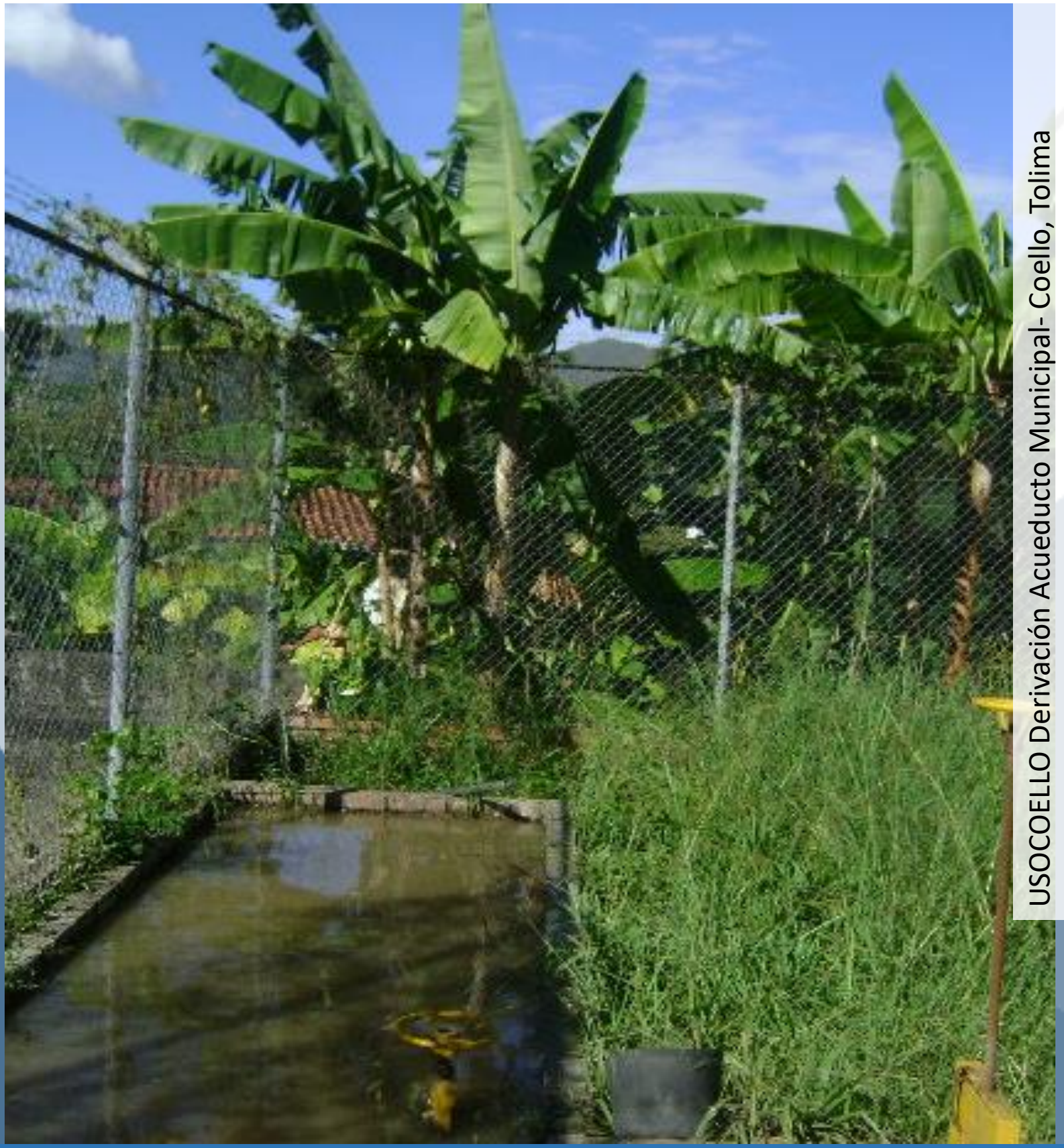
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio de Anzoátegui presentan un rendimiento hídrico de 0,043 l/s/Km^2 que corresponden al 0,33% del rendimiento hídrico total municipal. El área aferente de las llaves de los acueductos municipales encontrados en la quebrada del Fierro presenta el rendimiento hídrico mayor en el municipio con un 0.031 l/s/Km^2 que equivale al 72,17% del rendimiento hídrico aferente y 0,24% del rendimiento hídrico del municipio; la quebrada del Fierro que abastece los acueductos municipales de Anzoátegui mantiene una relación porcentual relacionada al área de la microcuenca del 0,57% con respecto al área aferente de dichos acueductos. Las áreas que intervienen los acueductos en el rio frio es de 0,25%, el rio Cumina tiene una participación del 0,069% en la cuenca y la quebrada del Fierro 0,56 de la microcuenca.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Chaparral



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



USOCOELLO Derivación Acueducto Municipal- Coello, Tolima

ANEXO 11 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE COELLO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

1. **Localización** **3**
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** **3**
3. **Litogeoquímica** **6**
4. **Hidrogeología** **10**
5. **Unidades de suelo** **10**
6. **Capacidad de uso del suelo** **13**
7. **Pendientes** **15**
8. **Cobertura de la tierra** **18**
9. **Rendimiento hídrico** **20**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Coello 3
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Coello... 5
Tabla 4 Tipo de obras de captación 5
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello 9
Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello 13
Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Coello 15
Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello. 16
Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello 19
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Coello 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Coello y sus áreas aferentes 4
Figura 2 Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes 9
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes 11
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes 13
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Coello y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes 18
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Coello y en las áreas aferentes de los acueductos 20

MUNICIPIO DE COELLO

1. Localización

El municipio de Coello se encuentra ubicado en el centro del Departamento del Tolima, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 4°17´21" de latitud Norte y 74°54´00" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

El municipio Limita al Norte con el municipio de Piedras, al Sur con los municipios de San Luis, Espinal y Flandes, al Oriente con el Departamento de Cundinamarca (margen izquierdo del rio Magdalena), y al Occidente con los municipios de Piedras e Ibagué

El Municipio de Coello tiene un área total aproximada de 33.309,1049 hectáreas (ha), de las cuales sólo 22,9452 ha corresponden al área urbana y 33.286,1596 ha a la zona rural, es decir que el 99,93% del total del área del Municipio es rural.

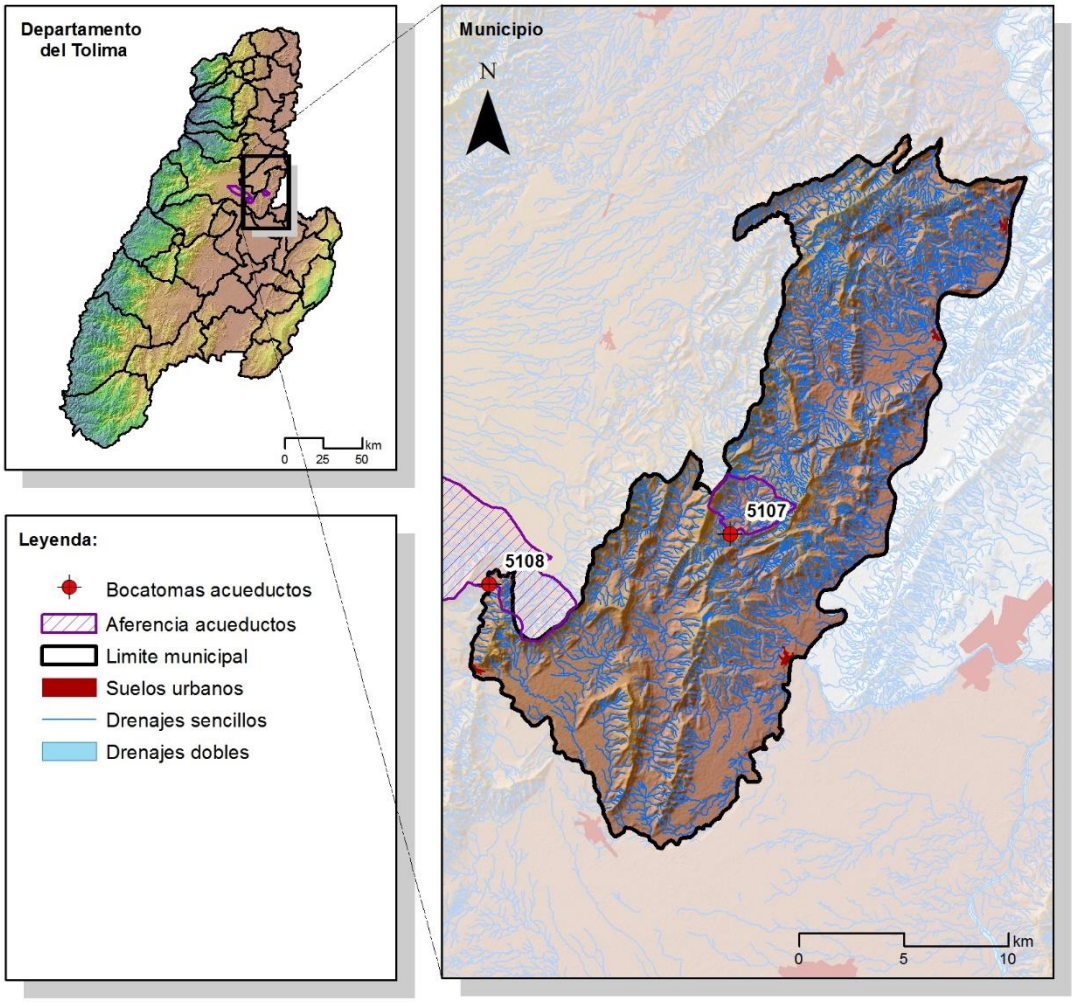
2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Coello

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
5107	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE COELLO TOLIMA E.S.P. ESPUCOELLO E.S.P.	Regular	4,34237	-74,92247	528	15	741,725
5108	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE COELLO TOLIMA E.S.P. ESPUCOELLO E.S.P.	Regular	4,32029	-75,02632	558	28	5981,809

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Coello y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Coello cuenta con 2 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 43,00 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
CORREGIMIENTO	1	28,00
MUNICIPAL	1	15,00
TOTAL	**2**	**43,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Gualanday la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 28,00 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Coello.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Gualanday	2121.4	1	28,00
Quebrada La Lucha	2122.2.5	1	15,00
TOTAL		**2**	**43,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Coello:

Tabla 4 *Tipo de obras de captación*

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	1
Presa de derivación	1
TOTAL	**2**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

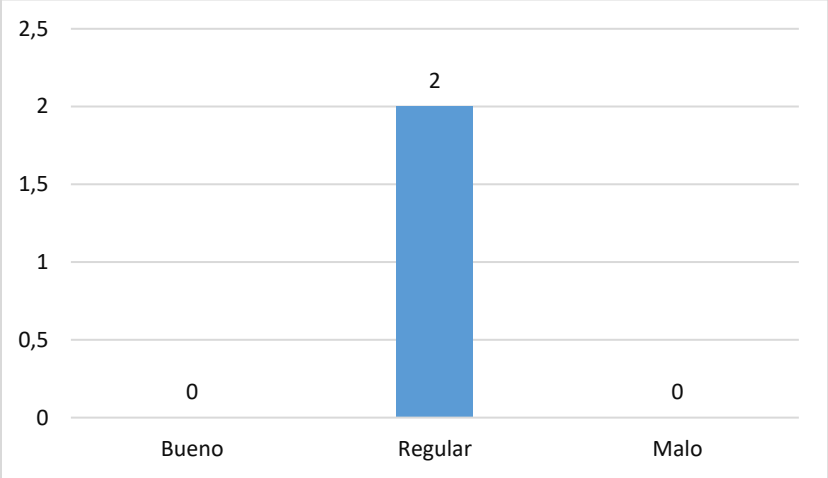
Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Coello, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	2	100,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2 Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	16.037
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Gualanday (PgG)

El Grupo Gualanday aflora en el valle de los ríos Magdalena y Saldaña y en las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental. Las mejores exposiciones se conocen en la localidad tipo, alrededores de Gualanday; en Ortega, en donde

conforma los cerros de Los Avechucos; en la vía Coyaima - Chaparral, en el sitio conocido como El Túnel; en la vía Carmen de Apicalá - Cunday y en los alrededores de la represa de Hidroprado.

La Formación Gualanday Inferior está conformada por conglomerados con clastos de cuarzo (predominantes) y chert. El tamaño de los clastos varía desde grava fina hasta gruesa. La matriz es arenosa y arcillosa de la misma composición de los fragmentos gruesos; el color dominante es amarillo a pardo oscuro. Posee intercalaciones menores de arcillolitas, limolitas y areniscas de colores rojizo, violáceo y blanco, que separan los paquetes de conglomerados.

La Formación Gualanday Medio consta de un conjunto donde predominan arcillolitas de colores rojo, amarillo, azul, gris y gris púrpura, con intercalaciones menores de limolitas, areniscas y lentes de conglomerados.

La Formación Gualanday Superior consta, principalmente, de bancos potentes de conglomerados rojízos, con forma de rellenos de canal y clastos hasta de 20 cm, de lodolita silícea y chert, principalmente con cuarzo, rocas ígneas y metamórficas en forma subordinada; están soportados por matriz arenosa con fragmentos de la misma naturaleza; en menor proporción se presentan capas delgadas de arcillolitas y areniscas de tono amarillento y verdoso. Es la unidad más fácilmente identificable debido al relieve abrupto que conforma.

El espesor del Grupo Gualanday es variable debido a que la unidad cubrió una topografía preexistente, en donde existían unas cuencas resultantes de la sedimentación cretácica y el levantamiento de las cordilleras. Por este motivo en cada área donde se observa la unidad la potencia es diferente; en la sección tipo, carretera Gualanday - Chicoral paralela al canal de irrigación de USOCOELLO, Téllez y Navas (1962) dan un espesor de 700 m; en el área de Payandé disminuye a 500 m (SUESCÚN y TABORDA, 1949) y alcanza hasta 1.650 - 1.800 m en el oriente del departamento (COSSIO et al., 1995).

El contacto inferior del Grupo Gualanday, con las arcillolitas de la Formación Guaduas o sus equivalentes, es concordante (TÉLLEZ y NAVAS, 1962); inclusive en el sector de la Represa de Prado puede ser gradacional (COSSIO et al., 1995). Las discordancias que se han citado, para este contacto, no han podido ser verificadas (PORTA, 1974). El contacto del Gualanday Superior con el Gualanday Medio es una discordancia que, en algunos casos, es angular bien marcada, como se observa en el área de Payandé- San Luis.

El contacto superior del Grupo Gualanday con el Grupo Honda y unidades equivalentes es discordante.

Los únicos fósiles encontrados en El Grupo Gualanday corresponden a restos vegetales, que no dan precisión en cuanto a la edad, por lo tanto, ésta ha sido asignada tentativamente con base en datos palinológicos y en la posición

estratigráfica. Para la Formación Gualanday Inferior se ha dado edad del Eoceno inferior y medio; al Gualanday Medio, Eoceno superior Oligoceno medio y al Gualanday Superior, Oligoceno superior. El ambiente de sedimentación del Grupo Gualanday fue continental, de tipo aluvial, en donde se mezclaron abanicos, ríos trenzados y llanuras de inundación (ANDERSON, 1972; CAICEDO y RONCANCIO, 1994), muy ligado con el proceso de levantamiento de la Cordillera Central.

En algunas zonas de Melgar - Carmen de Apicalá se utilizan los conglomerados de esta unidad para obtener gravas y arenas para construcción. Las arcillolitas pueden ser utilizadas para ladrillera. Los conglomerados arcillosos proveen un excelente material para afirmado de vías. Es posible que algunos de los niveles conglomeráticos sean auríferos, debido a que los materiales que los conforman provienen de la erosión de zonas auríferas de la Cordillera Central.

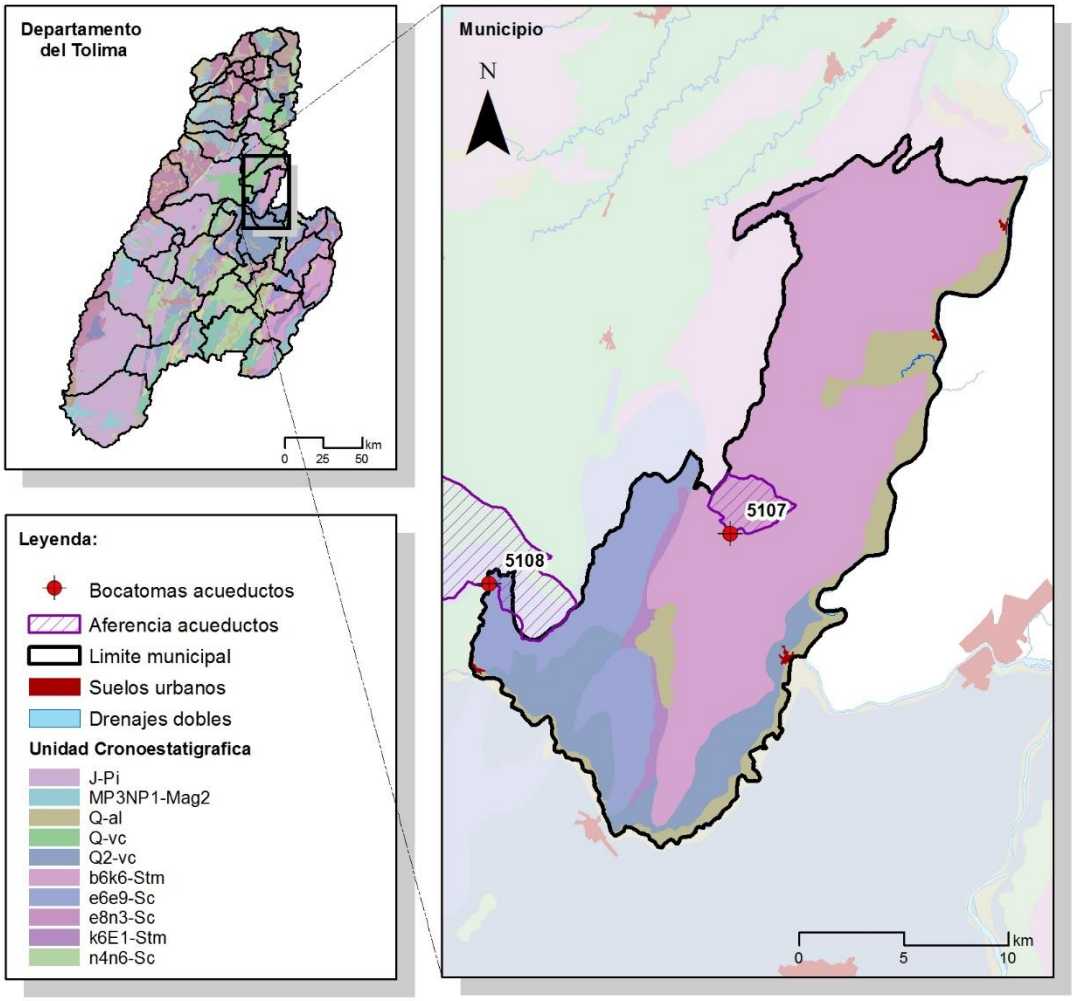
Abanico de Ibagué (NgQaci)

Es uno de los depósitos cuaternarios más extensos del Departamento del Tolima: su origen se relaciona con múltiples episodios de actividad volcánica y aluvio-torrencial en la Cordillera Central, especialmente en la zona del Nevado del Tolima. Los materiales que lo conforman descendieron por el río Combeima. Su nombre se debe a Barrero (1969); Etherington (1942, en PORTA, 1974) lo había denominado, con anterioridad, como Cono de Ibagué. El depósito está expuesto sobre las carreteras Ibagué - Rovira, en el cruce del río Combeima, Ibagué - Payandé, cerca al río Coello, Ibagué - Alvarado en el paso del río Alvarado y en la carretera entre el Alto de Gualanday y el caserío de Gualanday.

El depósito tiene espesores que superan los 150 m, aunque normalmente se estima entre 25 y 50 m. De acuerdo con Moreno y Vergara (1991) e INGEOMINAS (1992), el Abanico de Ibagué está constituido por intercalaciones de depósitos de lahares, aluviales, glaciares, aluviotorrenciales y flujos piroclásticos con pequeñas zonas con depósitos de cenizas volcánicas de caída (SOETERS, 1976). La fracción gruesa está representada por cantos de rocas volcánicas, intrusivas y metamórficas, predominando casi siempre las primeras en proporciones muy variables. Se trata casi siempre de gravas clasto y matriz soportadas, con diferente grado de cementación y compactación, dependiendo del fenómeno que dio origen al depósito.

Quebradas como Calambeo, Ambalá, Las Panelas y otras menores han desarrollado abanicos coalescentes que se superponen, por el costado norte al Abanico de Ibagué y se representan cartográficamente dentro de la misma unidad geológica.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área	%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario	Abanico de Ibagué	4251,85	63,24%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	1729,95	25,73%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		741,72	11,03%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

4. Hidrogeología

La hidrogeología de la zona se encuentra dentro del acuífero relieve de Ibagué, el cual se cita a continuación:

Acuífero de Ibagué (Qai): Caracterizado por ser un depósito que se compone principalmente de flujos piroclásticos y lahares, producto de la actividad volcánica del Volcán Nevado del Tolima. El abanico se encuentra limitado al sur por rocas terciarias pertenecientes a la formación Gualanday (Pggs), hacia el norte está limitado por rocas triásicas del Batolito de Ibagué (Ji).

Depósitos distribuidos a lo largo de los municipios de Ibagué, Alvarado y Piedras, así como del corregimiento de Doima, entre otros; este material lo constituye material piroclástico predominantemente cenizas. La formación del Abanico de Ibagué, ha sido definida por factores estructurales como lo son la falla de Ibagué y la falla Buenos Aires, los cuales favorecieron la formación de una cuenca de origen tectónico.

El resultado del balance hídrico muestra que se está infiltrando al acuífero un caudal del orden de 18,1 m3/s, que comparado con la explotación simultánea de todos los pozos de la región nos muestra un caudal total de 3,08 m3/s.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

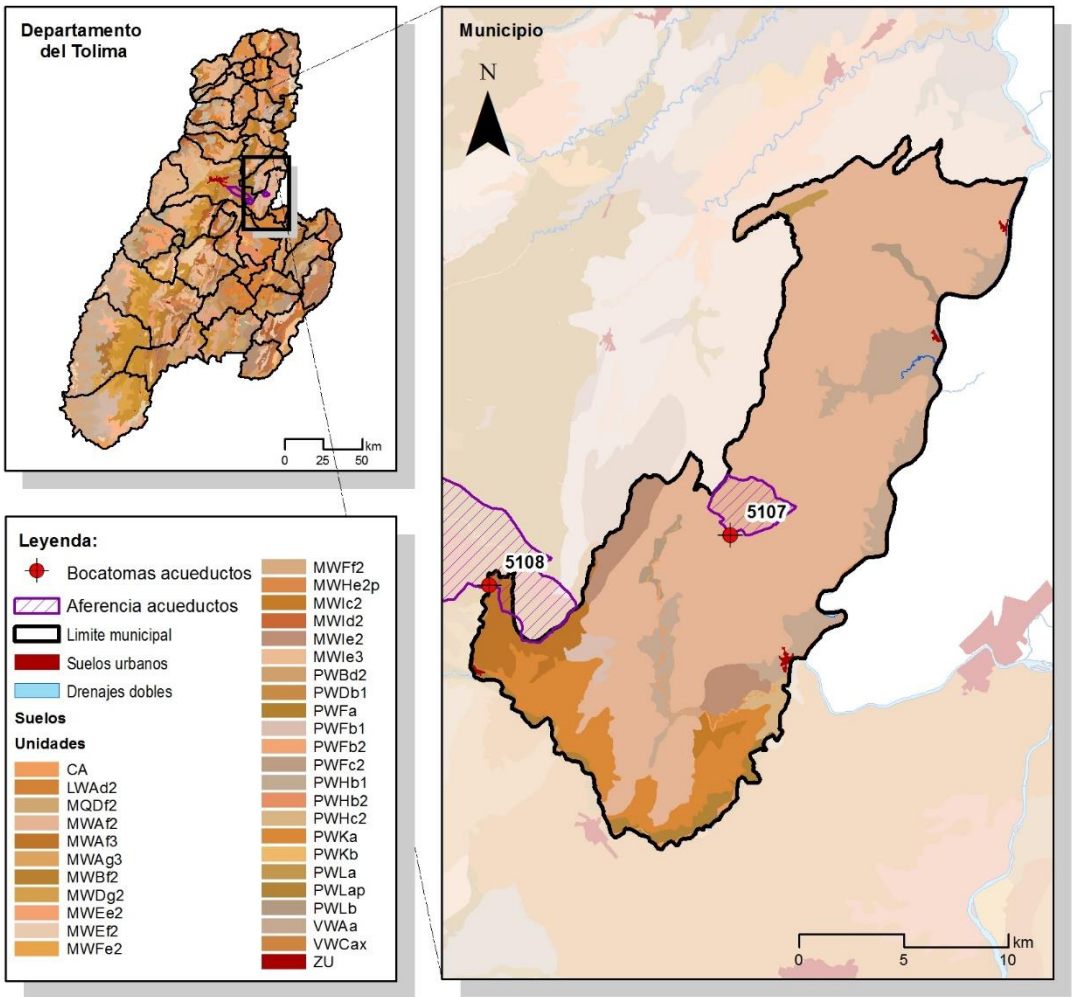
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Coello se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Coello se encuentran principalmente en 8 clases de suelos de los cuales los más abundantes son los pertenecientes a la unidad MWAF2 con el 35,18% del área total, estos son suelos de rrelieve, estructural, disimétrico, de pendientes fuertemente quebradas, moderada a fuertemente escarpadas, con afloramientos ocasionales de rocas y erosión moderada a severa.
Muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, reacción neutra, pobres en materia orgánica y fertilidad muy baja. El clima de esta unidad es cálido- seco.
Esta unidad cartográfica se ubica entre los 400 y 900 m de altitud, Comprende el tipo de relieve de espinazo, caracterizado por su relieve muy inclinado y escarpado. Los suelos se han desarrollado sobre materiales sedimentarios de areniscas y arcillolitas, están afectados de erosión hídrica laminar en grado moderado a severo

La vegetación de bosque está casi totalmente destruida, hay algunos testigos como cactus, mosquero y pelá Debido a la sequía, las pendientes fuertes y a la erosión, un alto porcentaje del área permanece cubierta de rastrojos y de gramas naturales.

Las pendientes presentes varían en el rango de 50-75%, erosión moderada.

El 21,63% del área total se encuentra en la unidad CA, que corresponde corrientes de agua

En un tercer nivel con un porcentaje del 17,41% se encuentra los suelos de la unidad PWDb1

Los cuales son moderadamente profundos, bien drenados, de texturas variables, de reacción ácida a neutra y de fertilidad moderada.

El relieve es ligeramente inclinado, con algunas disecciones a lo largo del abanico, con piedra sobre la superficie en algunos sectores y erosión ligera.

Esta unidad corresponde al abanico antiguo de Ibagué. El ápice se encuentra en clima medio húmedo; el resto del abanico se encuentra en clima cálido seco, a altitudes entre 600 y 1000 m, temperaturas entre 20 y 25°C y precipitaciones promedias anuales entre 1000 y 1500 mm. pendientes de 3-7%; se aprecia erosión ligera tipo laminar y frecuente pedregosidad superficial en algunos sectores.

La vegetación natural ha sido sustituida por pastos y cultivos de arroz, sorgo.

Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello

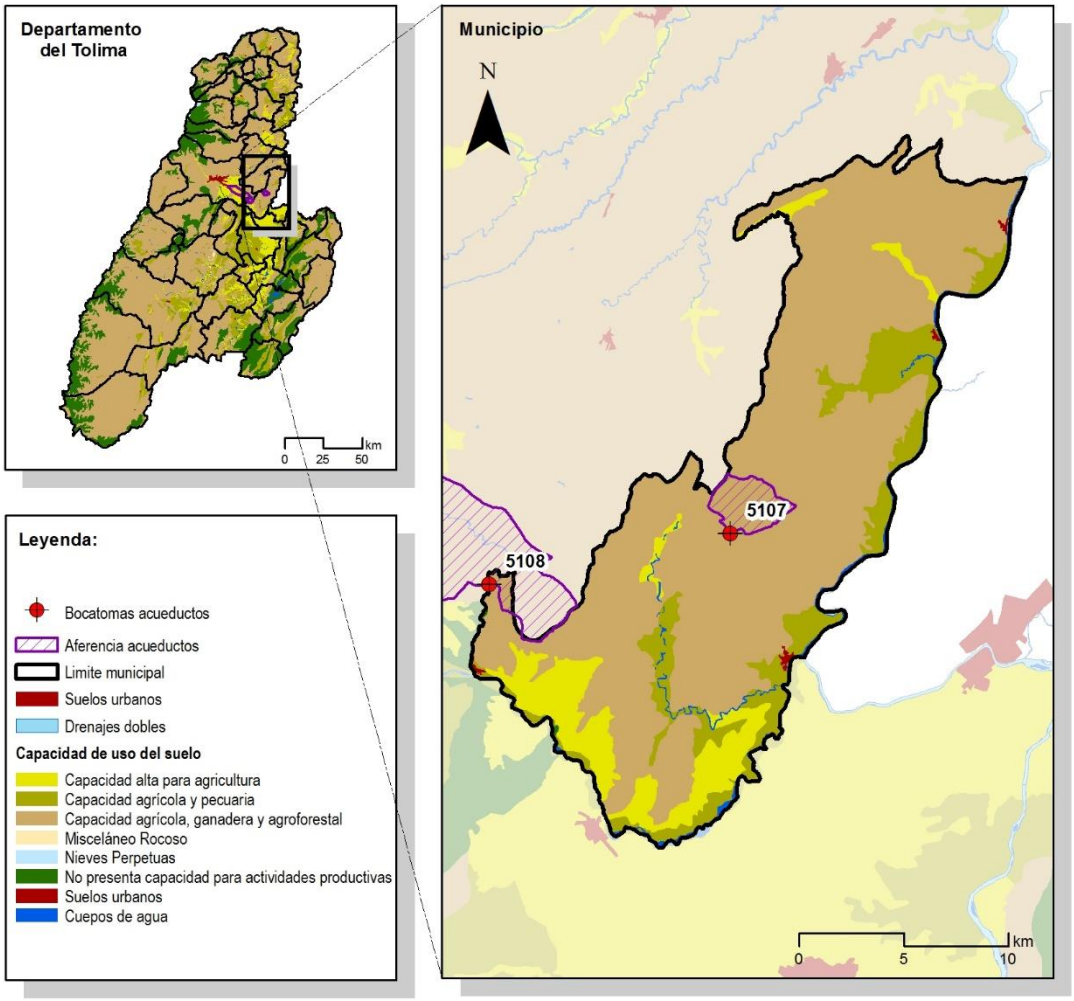
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	31323,299	35,18
CA	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	19259,802	21,63
PWDb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ALFISOLES	15503,428	17,41
PWFa	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	10112,100	11,36
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	4899,722	5,50
PWFb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	4379,909	4,92
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	2877,913	3,23
MWId2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	692,787	0,78
TOTALES							89048,961	100

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 39,17 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello se encuentra en la clase agroecológica 3,
La clase 3 agrupa tierras con moderadas limitaciones y restricciones para el uso por erosión, pendiente, suelo, humedad o daño, solos o combinados. Estas disminuyen las posibilidades de selección de cultivos y las épocas de siembra e implican prácticas adecuadas de labranza y cosecha.
Estas tierras se pueden utilizar en agricultura con prácticas moderadas a intensivas de conservación y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento.

El 23,11% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6 subdividas en 6es (10,24%) y 6s (12,84%), estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.

La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío, como caña de azúcar, panela, café, cacao, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá.
La clase 6es presenta limitantes de erosión y de suelos; mientras que la 6s tiene limitantes de suelos.

Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Coello

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
3s	Capacidad alta para agricultura	2633,37	39,17
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	688,25	10,24
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	866,15	12,88
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	741,72	11,03
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1413,06	21,02
CA	CA	76,67	1,14
ZU	ZU	304,29	4,53
		6723,53	100

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.

- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Coello se observan en la tabla 10, donde la pendiente predominante se ubica en el rango del 3-7% (ligeramente inclinado), ocupando un área cercana al 31,84% de las dos aferencias.

En un segundo nivel y entremezclado con la anterior clasificación se encuentra el terreno plano de rango (0-3%) con un 27,73% del área total.

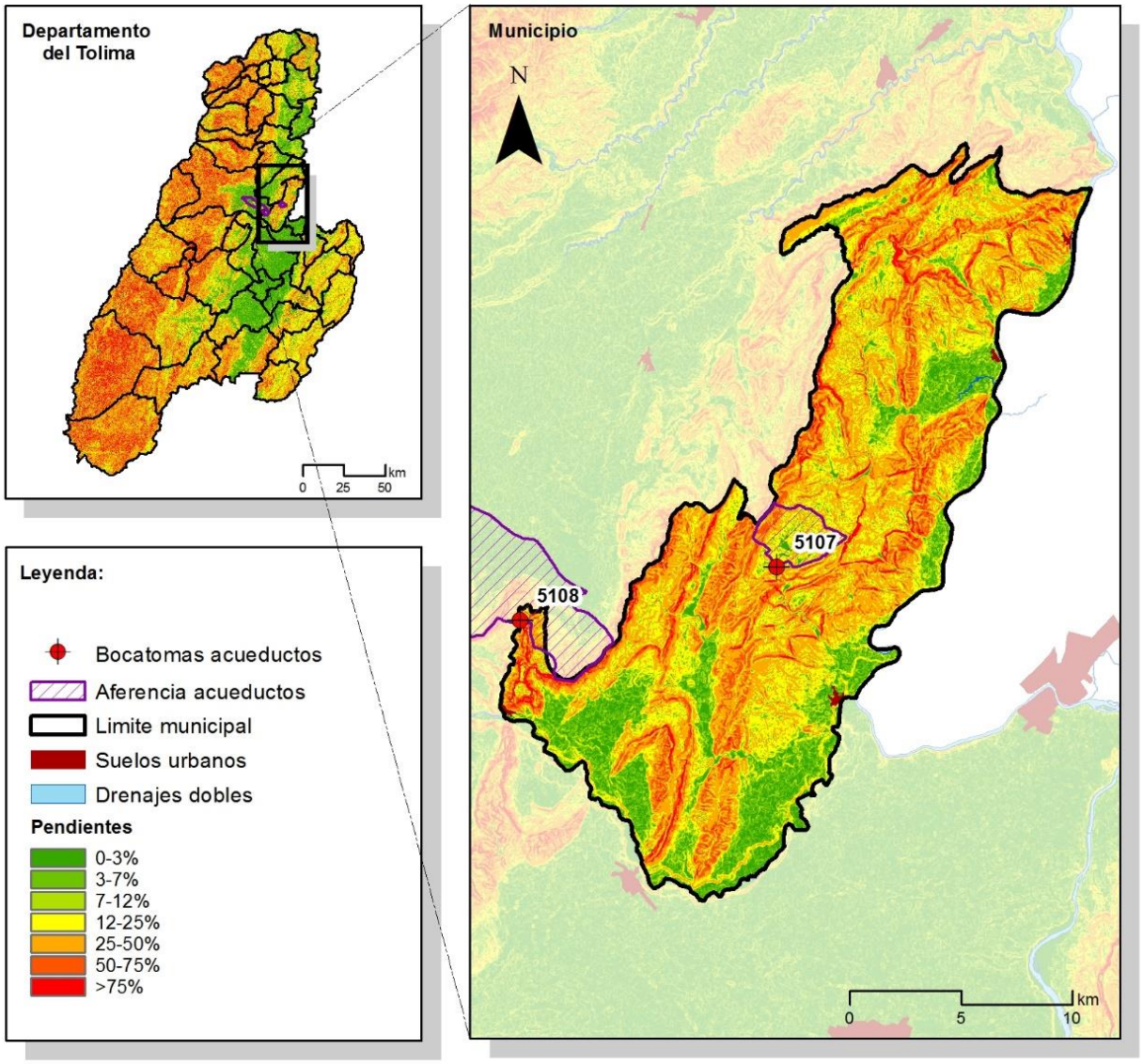
Y la menor ocupación se localiza en las pendientes mayores del 75% (fuertemente escarpado), con apenas el 0.42% del hectareaje de las dos aferencias

Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3	Plano	1864,102	27,73%
3-7	Ligeramente inclinado	2140,541	31,84%
7-12	Moderadamente inclinado	574,900	8,55%
12-25	Fuertemente inclinado	947,739	14,10%
25-50	Ligeramente escarpado	939,895	13,98%
50-75	Moderadamente escarpado	226,822	3,37%
>75	Fuertemente escarpado	28,542	0,42%
	TOTAL	6722,54	100,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Coello y en sus áreas aferentes

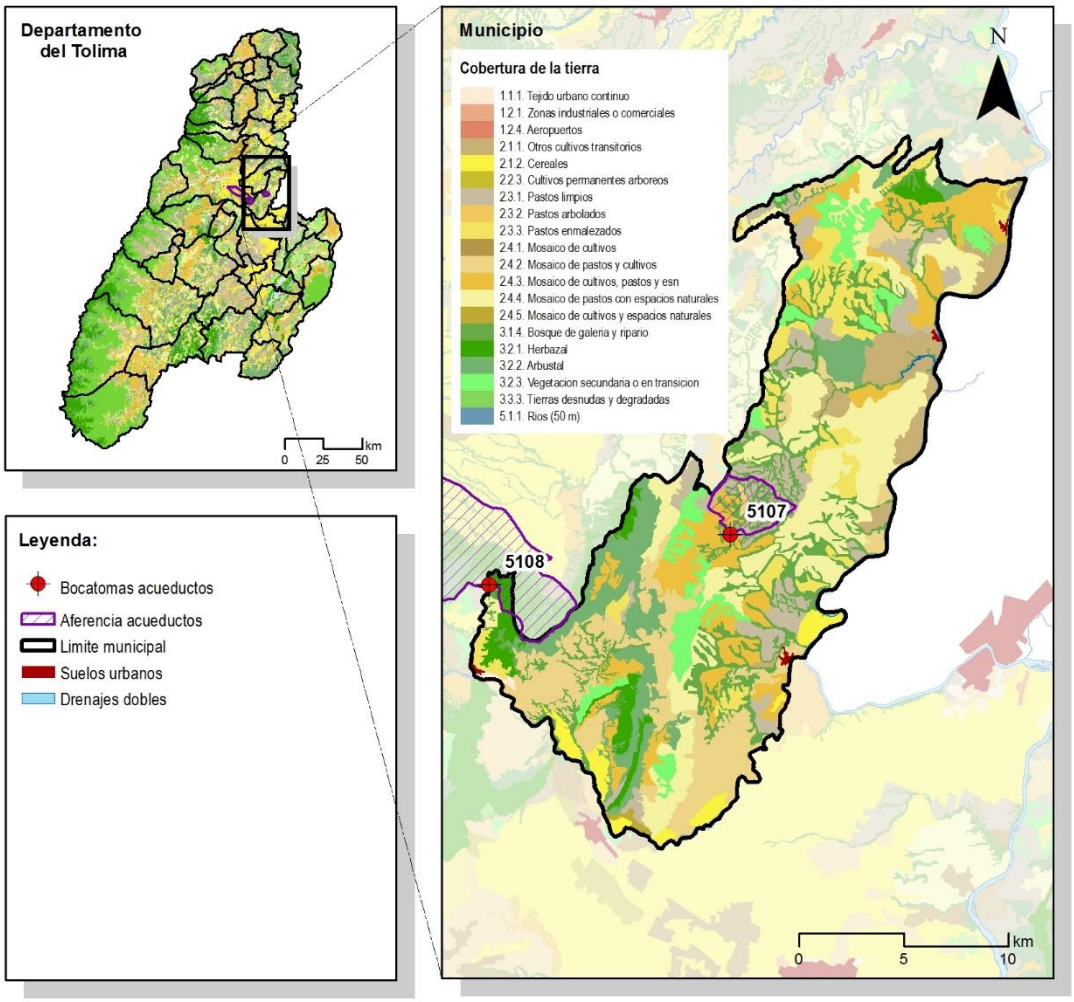


Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Coello se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Coello y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El cultivo del arroz ocupa el 35,19% de las coberturas de las tierras principalmente en el área aferentes Gualanday, este cultivo consiste en Coberturas terrestres compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas de hojas largas y flores blanquecinas en espiga, que se cultiva, por lo general, en terrenos muy húmedos.

El 27,22% de los terrenos presenta bosque de galería y/o ripario, que hace referencia a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales.

El 10,98% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello presentan cobertura de herbazal denso de tierra firme, la cual consiste en una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), el herbazal denso de tierra firme se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos.

Un escaso 0,29% de la cobertura presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios; y por último con el 0,26 % están los suelos con Mosaico de pastos y cultivos que Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2121	Arroz	6462,829	35,19
314	Bosque de galería y ripario	4999,203	27,22
32111	Herbazal denso de tierra firme	2015,502	10,98
231	Pastos limpios	1606,390	8,75
3221	Arbustal denso	1511,864	8,23
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	714,703	3,89
323	Vegetación secundaria o en transición	344,912	1,88
211	Otros cultivos transitorios	285,850	1,56
121	Zonas industriales o comerciales	132,350	0,72
3222	Arbustal abierto	100,615	0,55
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	88,705	0,48
233	Pastos enmalezados	52,391	0,29
242	Mosaico de pastos y cultivos	48,436	0,26
		18363,751	100,00

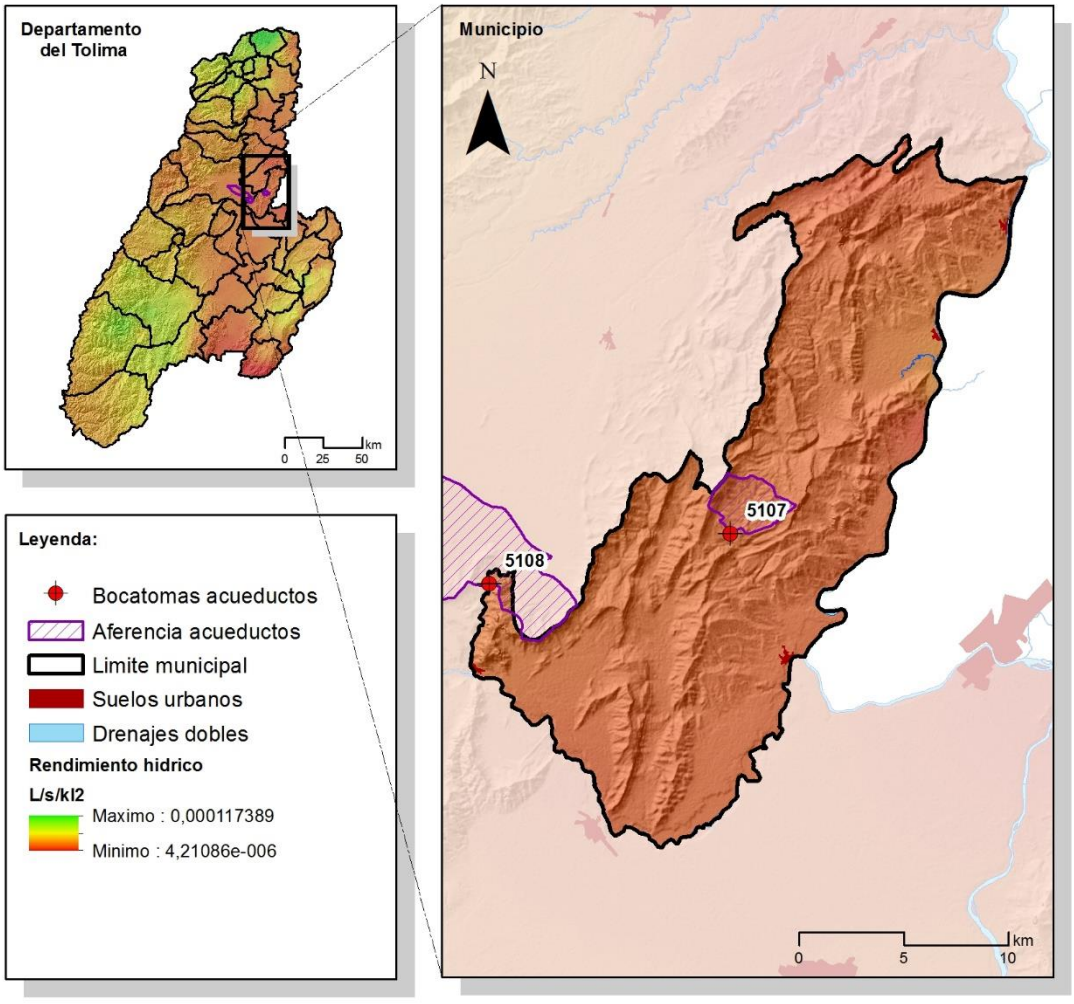
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo
Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Coello y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

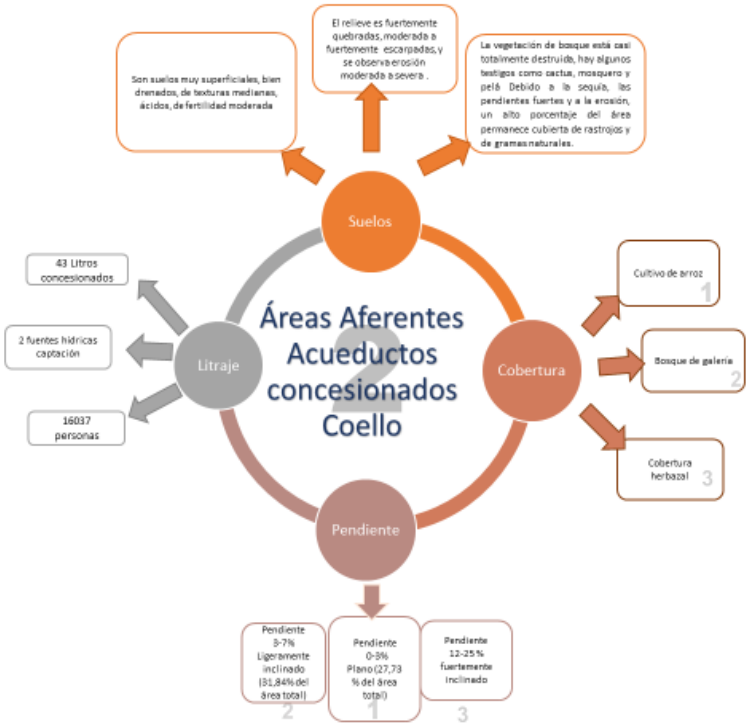
Las áreas aferentes de los 2 acueductos concesionados al municipio presentan un rendimiento hídrico de 1,271246 l/s/Km^2 que corresponden al 22,02% del rendimiento hídrico total del municipio de Coello.

Comparando las dos llaves se aprecia que el mayor rendimiento hídrico pertenece al área de aferencia de la llave 5108 l/s/Km^2 de la quebrada Gualanday; mientras que la quebrada l lucha tiene 0,130227 l/s/Km^2

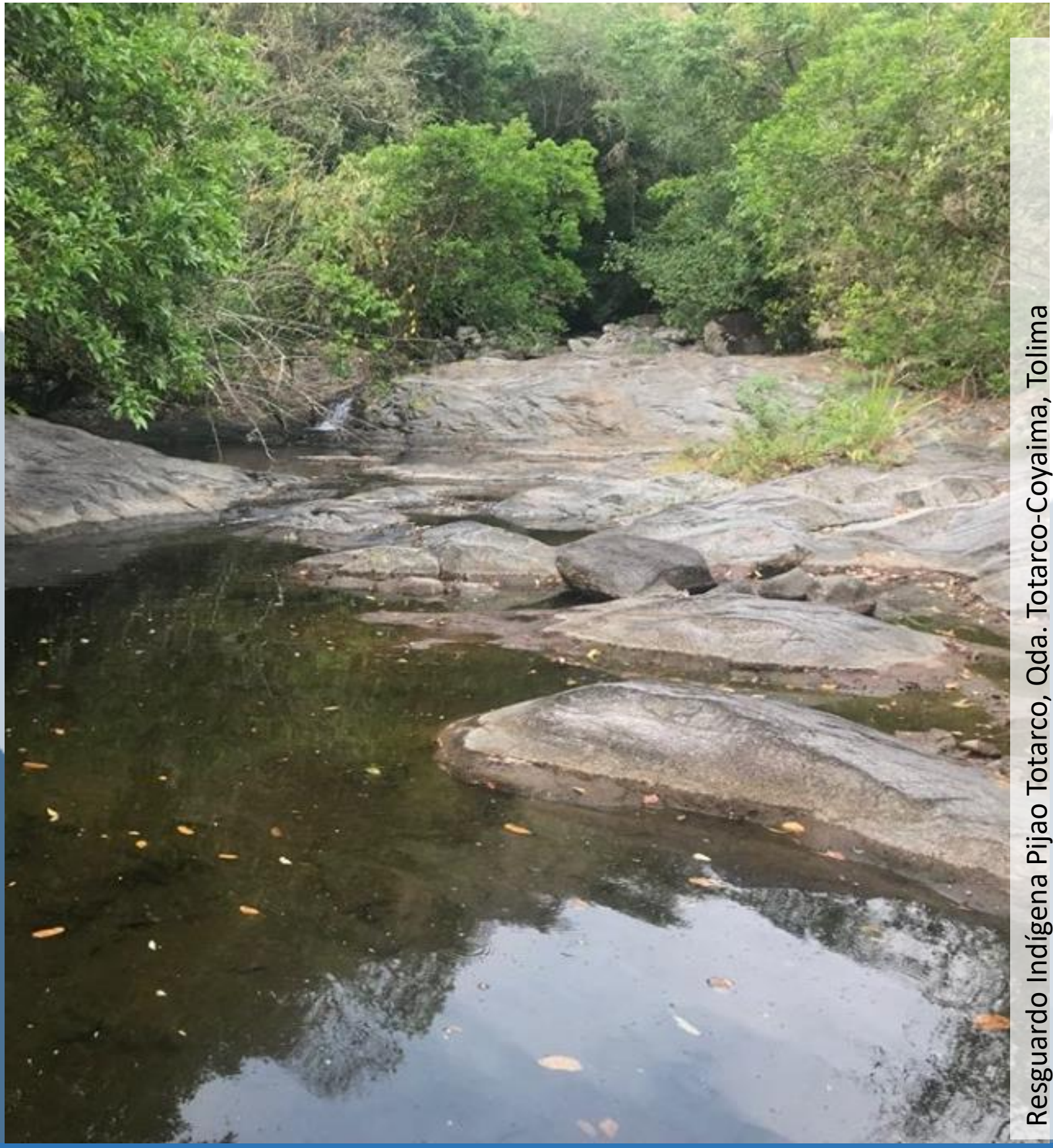
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Coello

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA	RH Municipio	Área Municipio	% RH TOTAL Área Aferente respecto RH MPIO
5107	7,41	0,130227	2122.2.5	Quebrada La Lucha	244584	0,420	0,003	30,98	5,774	3383658	22,02
5108	59,81	1,141019	2121.4	Quebrada Gualanday	436851	0,827	0,014	138,01			
			2121.4.4	Quebrada Pan De Azúcar	43515	0,081	0,137	1410,91			
			2121.4.4.1	Quebrada La Pila	36918	0,067	0,162	1692,03			
			2121.4.3	Quebrada La Perica	74844	0,141	0,080	808,99			
			2121.4.2	Quebrada Palo Parado	45720	0,095	0,131	1204,31			
			2121.4.1	Quebrada Hato Viejo	33282	0,068	0,180	1685,83			
Total	67,23	1,271246			915714	1,699					

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coello



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Resguardo Indígena Pijao Totarco, Qda. Totarco-Coyaima, Tolima

ANEXO 12 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE COYAIMA

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE COYAIMA 4

1. **Localización** 4
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 4
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Unidades de suelo** 11
5. **Capacidad de uso del suelo** 18
6. **Pendientes** 20
7. **Cobertura de la tierra** 22
8. **Rendimiento hídrico** 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Coyaima 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Coyaima. 6
Tabla 4. Tipo de obras de captación 6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima 10
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima. 13
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Coyaima. 19
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima. 22
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima. 22
Tabla 12. Rendimiento hídrico total de las áreas aferentes del municipio de Coyaima y de los municipios aportantes. 25
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Coyaima. 26
Tabla 14. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima. 26
Tabla 15. Rendimiento hídrico de las subzonas de las fuentes hídricas aportantes 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Coyaima y sus áreas aferentes 5
Figura 2. Estado de las obras de captación 7
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes 9
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes 12
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes 18
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Coyaima y en sus áreas aferentes 21

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes 23
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Coyaima y en las áreas aferentes de los acueductos 24
Figura *9*. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima 27

MUNICIPIO DE COYAIMA

1. Localización

El Municipio de Coyaima se encuentra ubicado al sur del Departamento del Tolima, sobre el flanco derecho de la Cordillera Central entre los 300 y 1200 metros sobre el nivel del mar formando parte de la Cuenca Baja del Río Saldaña. Tiene un área aproximada de 667 Km2.; la cabecera municipal tiene una altura promedio de 392 m.s.n.m. y una temperatura media de 26ºC. La cabecera municipal dista 114 kilómetros de Ibagué

La localización geográfica corresponde a las coordenadas Latitud norte 3°47'56 Longitud oeste 75°11'42, al Norte limita con los municipios de Ortega, Saldaña y Purificación ; al sur con Ataco y Natagaima; al oriente con Prado y al occidente con los municipios de Ortega y Chaparral.

El área urbana del municipio de Coyaima, está conformada por 7 barrios, y el área rural por 53 veredas y 1 centros poblado (Castilla).

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

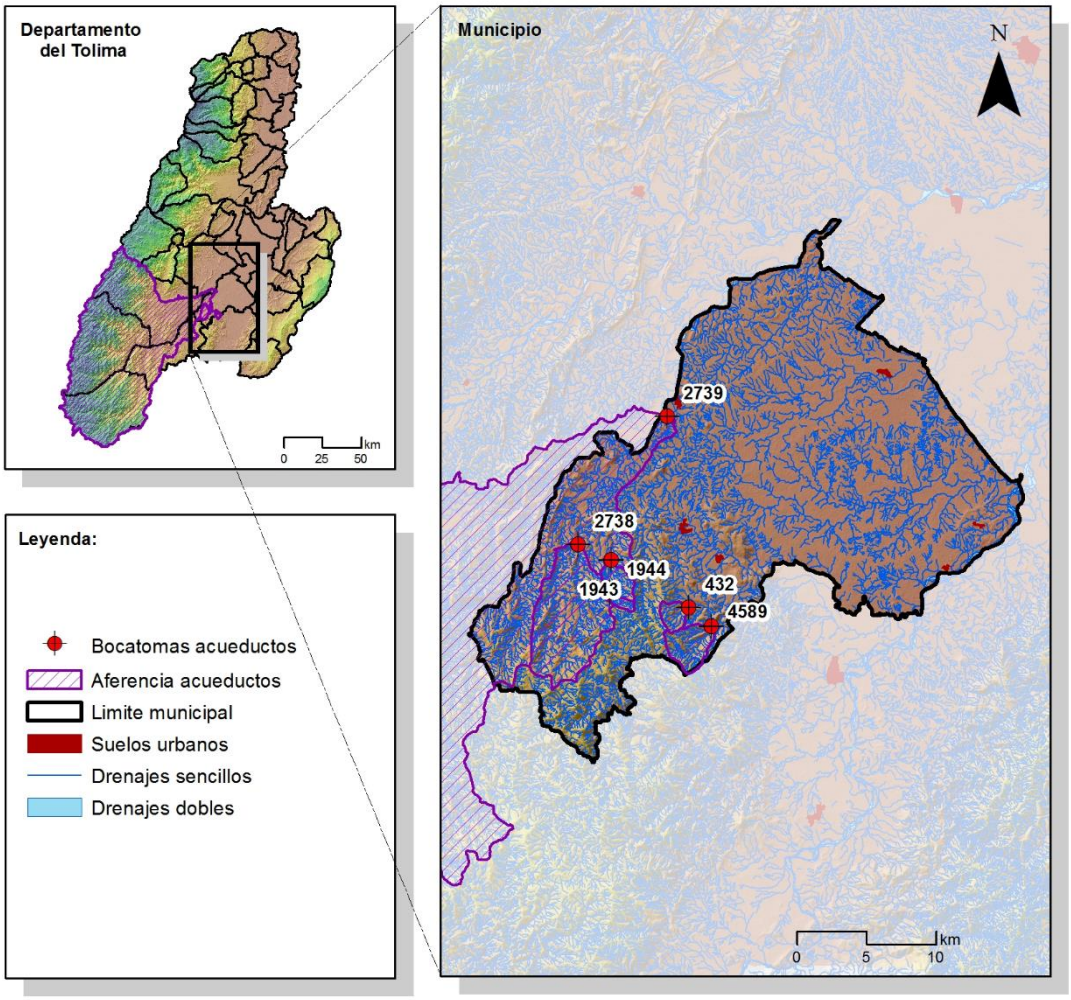
El municipio de Coyaima cuenta con 6 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 48,75 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Coyaima

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Latitud	Longitud			
432	RESGUARDO INDIGENA PIJAO TOTARCO TAMARINDO.	Regular	3,66530	-75,18779	534	5,75	338,436
1943	ASOUSUAR.ACUEDU. RURAL INTERVEREDAL.	Regular	3,69609	-75,23780	601	2	631,022
1944	ASOUSUAR.ACUEDU. RURAL INTERVEREDAL.	Malo	3,67509	-75,23885	791	1,8	129,371
2738	E.S.P. DE COYAIMA EMPUCOY.	Regular	3,70656	-75,25935	470	13,5	4047,137
2739	E.S.P. DE COYAIMA EMPUCOY.	Regular	3,78983	-75,20187	219	14	643685,065
4589	ASOC. REG. DE USUARIOS ACUEDUCTO DE VDAS NIPLE FLORAL Y OTROS.	Regular	3,65309	-75,17316	489	11,7	829,994

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Coyaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Del mismo modo estos acueductos del municipio de Coyaima suman un caudal concesionado que corresponden a 48,75 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	27,50
VEREDAL	4	21,25
TOTAL	**6**	**48,75**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 5 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Bajo Saldaña el que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 14,00 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Coyaima.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Coya	2208.17.7	2	3,80
Quebrada Totarco	2113-03.7.6	1	11,70
Quebrada Meche	2208.17	1	13,50
Bajo Saldaña	2208	1	14,00
Quebrada El Niple	2113-03.7.6.1	1	5,75
TOTAL		**6**	**48,75**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Coyaima:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma sumergida	2
Toma lateral	2
Otra	1
Toma de rejilla	1
TOTAL	**6**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice

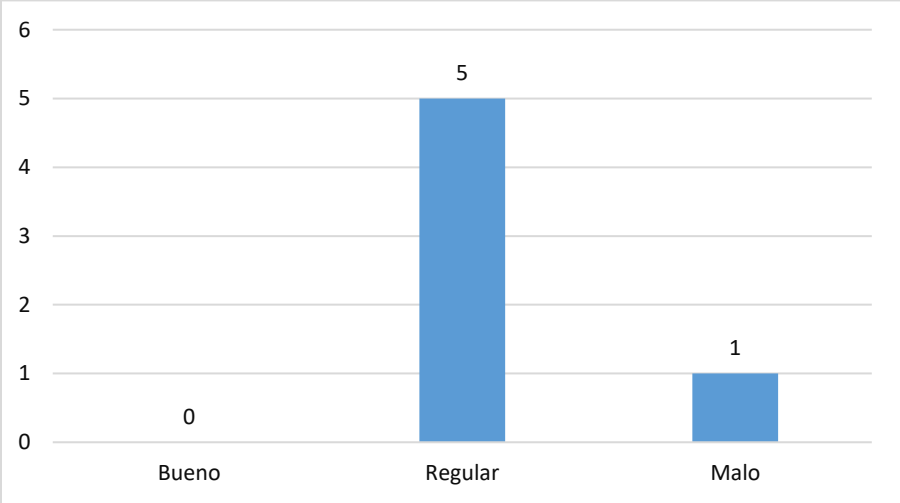
la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	5	83,33
Malo	1	16,67

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Coyaima, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	10.946
Personas Transitorias	700 aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Formación Saldaña (JSv): La Formación Saldaña aflora, en el Departamento del Tolima, a manera de bloques discontinuos, tanto en la Cordillera Central como en los valles de los ríos Saldaña y Magdalena y la Cordillera Oriental.

La parte volcánica (Jsv) consta de tobas de ceniza y lapilli y aglomerados de composición lítica, vítrea o cristalina, flujos de lava andesíticos a riolíticos e intercalaciones de areniscas tobáceas, areniscas feldespáticas y lutitas rojizas. También se encuentran zonas conglomeráticas con can tos de caliza y limolita, areniscas sucias, limolitas grises y verdosas, calizas bioclásticas, limolitas, lodolitas, areniscas finogranulares y chert, que conforman los Miembros Chicalá (MOJICA y LLINÁS, 1984) y la secuencia de Monte Frío (RODRÍGUEZ y RODRÍGUEZ, 1990).

Los cuerpos hipoabisales (JSp) son de composición andesítica a dacítica, de tamaño variable, sin superar 10 km² de área; están constituidos por rocas porfiríticas que intruyen la Formación Saldaña y que tienen una íntima relación con el vulcanismo. Los fenocristales varían en tamaño desde milímetros hasta varios centímetros, siendo más frecuentes las rocas con fenocristales grandes de plagioclasa con augita subordinada. La matriz es afanítica a microcristalina; algunos cuerpos tienen amígdalas rellenas con calcedonia o cobre nativo y clorita.

El hecho que estos cuerpos hipoabisales intruyan depósitos volcano-sedimentarios de la Formación Saldaña, junto con el carácter discordante de la Formación Yaví (Cretáceo inferior) sobre algunos de ellos, permiten postular edad jurásica para éstos, lo que sugiere una asociación estrecha entre la Formación Saldaña y el magmatismo jurásico de la Cordillera Central de Colombia.

Stock de San Cayetano (Jsc): Es un cuerpo menor que se presentan al sur del Departamento del Tolima; intruyen las rocas vulcano-sedimentarias de la Formación Saldaña. La roca es masiva holocristalina de textura hipidiomórfica fanerítica inequigranular con tamaño de grano medio a grueso, hasta porfirítica, mesocrática de color gris claro con frecuentes tonalidades rosadas. La unidad habitualmente está atravesada por diques de variada composición (andesíticos, potásicos y basálticos) Figura 2 de hasta 40 cm de espesor con cuarzo anhedral traslúcido. Carvajal et al. (1993) reportan la presencia de venas y filones de barita con espesores entre 0,6 m a 1,20 m.

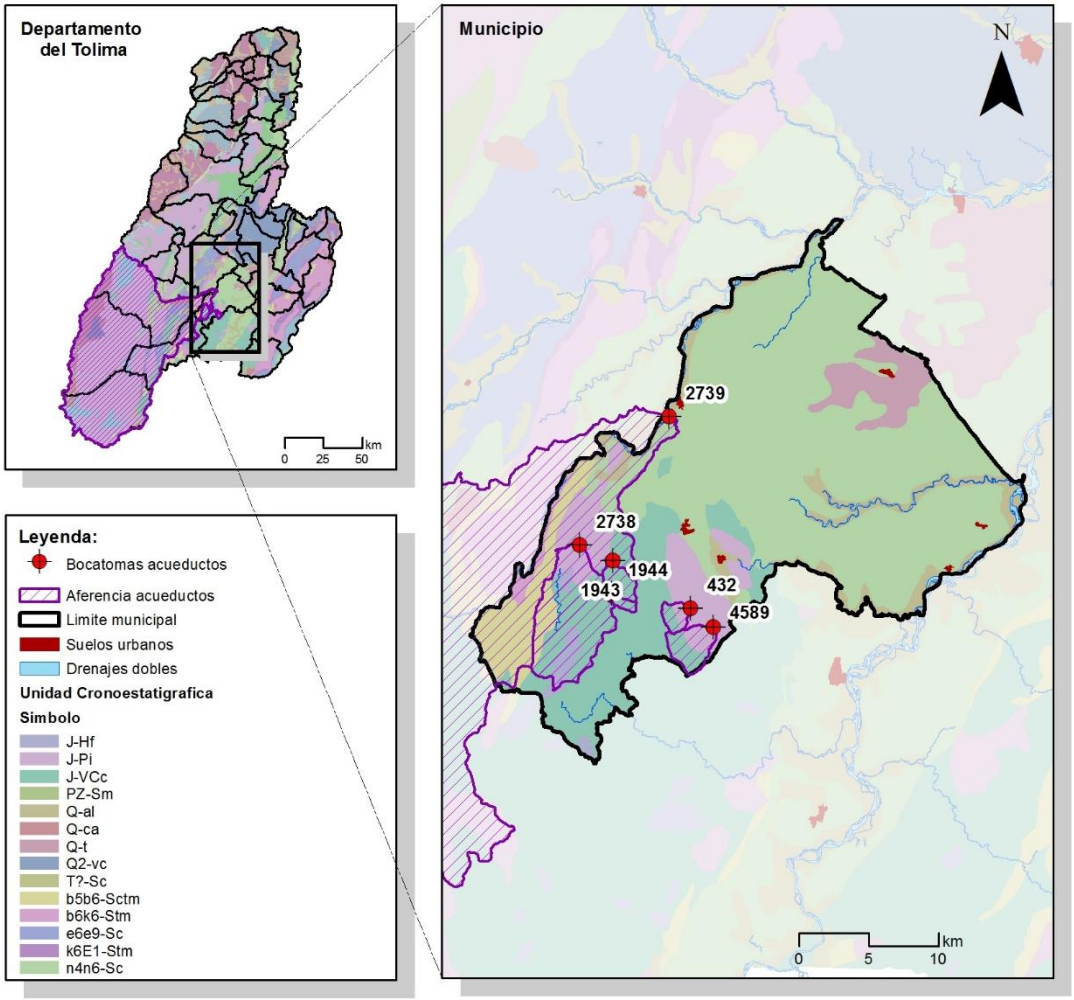
Geoquímicamente corresponden a cuarzomonzonitas con cambio de facies a cuarzomonzodiorita y monzodiorita; con contenidos en SiO2 de hasta 61,20%, valores en el índice félsico hasta de 73,34% y bajas concentraciones de TiO2 y MgO con enriquecimiento en hierro FeO+Fe2O3; el índice de saturación de Al2O3 muestra impronta metaluminosa, con características de rocas de la serie toleítica con altos contenidos en K. Las rocas de dique muestran valores de SiO2 entre

56,72% y 74,78% de acuerdo a su composición andesítica y granítica, respectivamente.

HIDROGEOLOGÍA

Formación Saldaña (Jsv): Sistemas de acuíferos muy baja a ninguna productividad con capacidad especifica <0.05. Complejo de rocas ígneos-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de San Cayetano	368085,683	57,16%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Complejo Icarco, Gneis del Davis, Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	50783,062	7,89%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	50519,000	7,84%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	36346,261	5,64%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	26132,691	4,06%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda, Grupo Honda	17545,893	2,72%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano	Formación Caballos, Formación Yaví	13296,351	2,06%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		12797,612	1,99%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		11693,050	1,82%
E1-Pi	Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros.	Paleoceno	Batolito de Santa Bárbara	11530,845	1,79%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		11134,035	1,73%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano	Stock de La Albania	9886,872	1,54%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	6417,982	1,00%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		6276,597	0,97%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	3852,858	0,60%
b5?k6-Sctm	Cuarzoarenitas, shales, margas, calizas y niveles delgados de cherts.	Aptiano?-Maastrichtiano	Areniscas, Liditas y Shales del Medarco, Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barranco	3099,563	0,48%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		1995,947	0,31%
T?-Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico?	Formación Luisa	940,424	0,15%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña	676,898	0,11%
DC-Sctm	Cuarzoarenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.	Devónico-Carbonífero	Formación Amoyá	531,726	0,08%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		462,548	0,07%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

4. Unidades de suelo

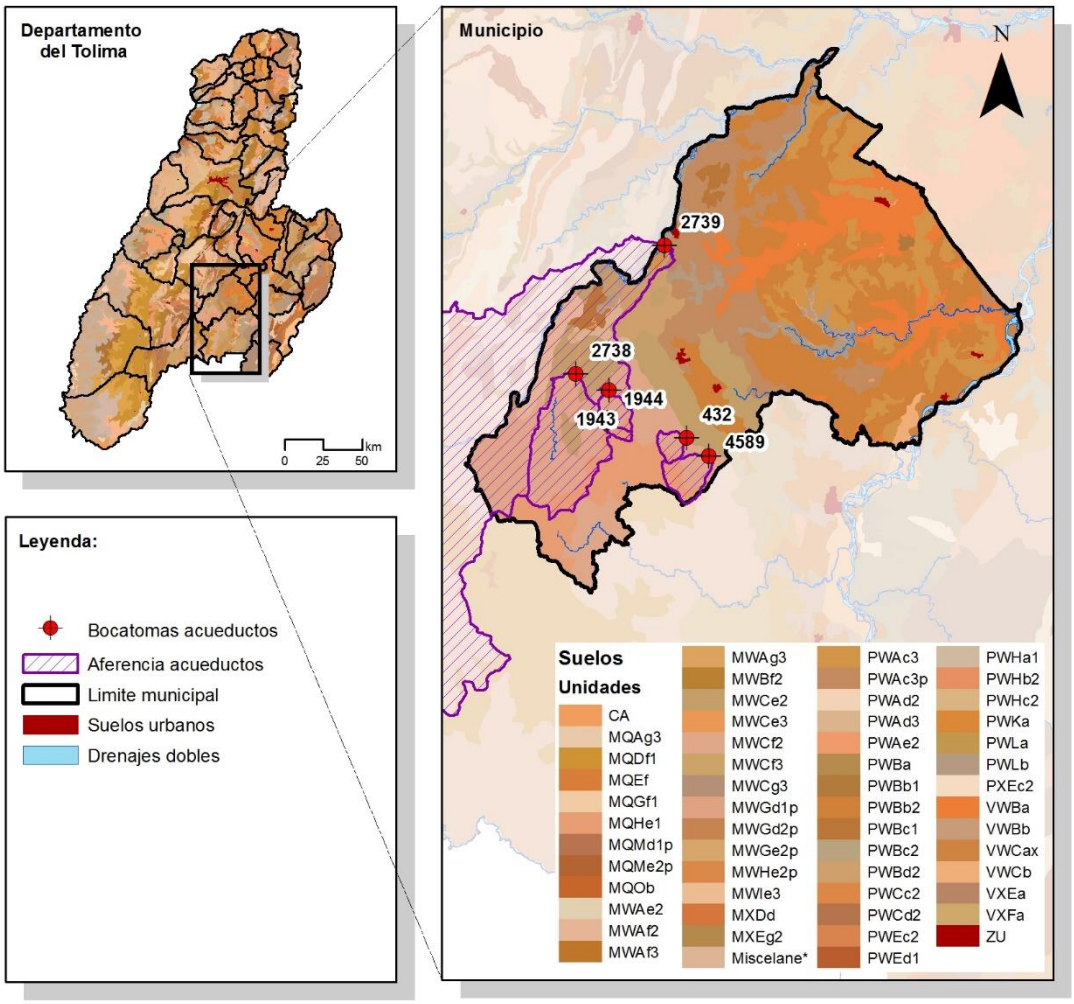
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Coyaima se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Coyaima se encuentran localizadas en aproximadamente 61 unidades de suelos, pertenecientes casi en su totalidad a la subzona del bajo Saldaña.

En cuanto al porcentaje de área ocupada por cada unidad sobresalen la unidad MQDf1 (19,413%), MGBf (16,760%) y la unidad MDBf (14,661%)

La unidad MQDf1, presenta suelos moderadamente profundos bien drenados, generalmente ácidos de texturas medianas a gruesas, muy rico de bases y de fertilidad moderada; con relieves fuertemente quebrados y moderada a fuertemente escarpados, de pendientes largas: con erosión ligera a moderada.

Con el símbolo MGBf se localizan suelos muy superficiales y moderadamente profundo, bien drenados, ácidos muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja; además de ser de relieve moderado y fuertemente escarpado, laderas rectas y largas, con fenómenos de escurrimiento superficial.

En el rango MDBf se encuentran suelos superficiales bien drenados de texturas gruesas ácidos y de fertilidad muy baja; con relieve fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes variables y frecuentes depresiones (lagunas)

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y fina	INCEPTISOLES	124950,169	19,413 %
MGBf	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	107874,429	16,760 %
MDBf	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	ENTISOLES	94363,818	14,661 %
MKEf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	61921,051	9,620%
MKEf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos,	Media	ANDISOLES	31921,845	4,959%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				cuarzodioritas)				
MKDf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	29812,124	4,632%
MKDf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	20845,701	3,239%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	20212,765	3,140%
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	18191,275	2,826%
PWCd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	INCEPTISOLES	14370,668	2,233%
MQHf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	11503,749	1,787%
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	10398,949	1,616%
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	8233,585	1,279%
MDBe	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	ENTISOLES	8171,071	1,269%
MLGg2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media	ENTISOLES	6630,520	1,030%
MKCe1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	5856,999	0,910%
PWEc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	INCEPTISOLES	5727,841	0,890%
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	5005,176	0,778%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MHAg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas volcánicas	Gruesa y media	INCEPTISOLES	4982,529	0,774%
MQNd1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	4449,637	0,691%
MWCe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	INCEPTISOLES	4129,521	0,642%
MWIe3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	4036,033	0,627%
MQDe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	3925,232	0,610%
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Flujos de lodo	Fina	ENTISOLES	3538,539	0,550%
VWBb	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	INCEPTISOLES	3193,078	0,496%
MWCf3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	3008,108	0,467%
MHAf	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas, esquistos, diabasas y basaltos	Gruesa	ANDISOLES	2723,238	0,423%
MQNd	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	2388,423	0,371%
MGEc	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	2356,335	0,366%
PWLb	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	2240,580	0,348%
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	CUERPOS DE AGUA	2228,784	0,346%
MWBe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	2063,696	0,321%
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	ENTISOLES	1315,706	0,204%
MWIf3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas,	Media	INCEPTISOLES	1086,702	0,169%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				areniscas y calizas)				
MQMb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	1060,939	0,165%
MQHf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	1039,017	0,161%
PWAd3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	948,426	0,147%
MQHd1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	765,738	0,119%
MLBf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y cenizas volcánicas	Gruesa y media	ANDISOLES	670,060	0,104%
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ANDISOLES	608,138	0,094%
MEAg	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Rocas metamórficas (esquistos), ígneas (cuarzodioritas) y en sectores cenizas volcánicas	Media y gruesa	ENTISOLES	556,559	0,086%
MGEb	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	529,680	0,082%
MEAgr	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Rocas ígneas (andesitas, basalsaltos, flujo volcánico) y cenizas volcánicas	Gruesa	ENTISOLES	526,388	0,082%
MWIe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	497,542	0,077%
MKIb	Frío húmedo	Montaña	Glacís de acumulación	Depósitos coluviales	Media	INCEPTISOLES	440,061	0,068%
PWBc1	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	435,122	0,068%
PWBd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	392,396	0,061%
PWCc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	301,220	0,047%
MWId3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	292,553	0,045%

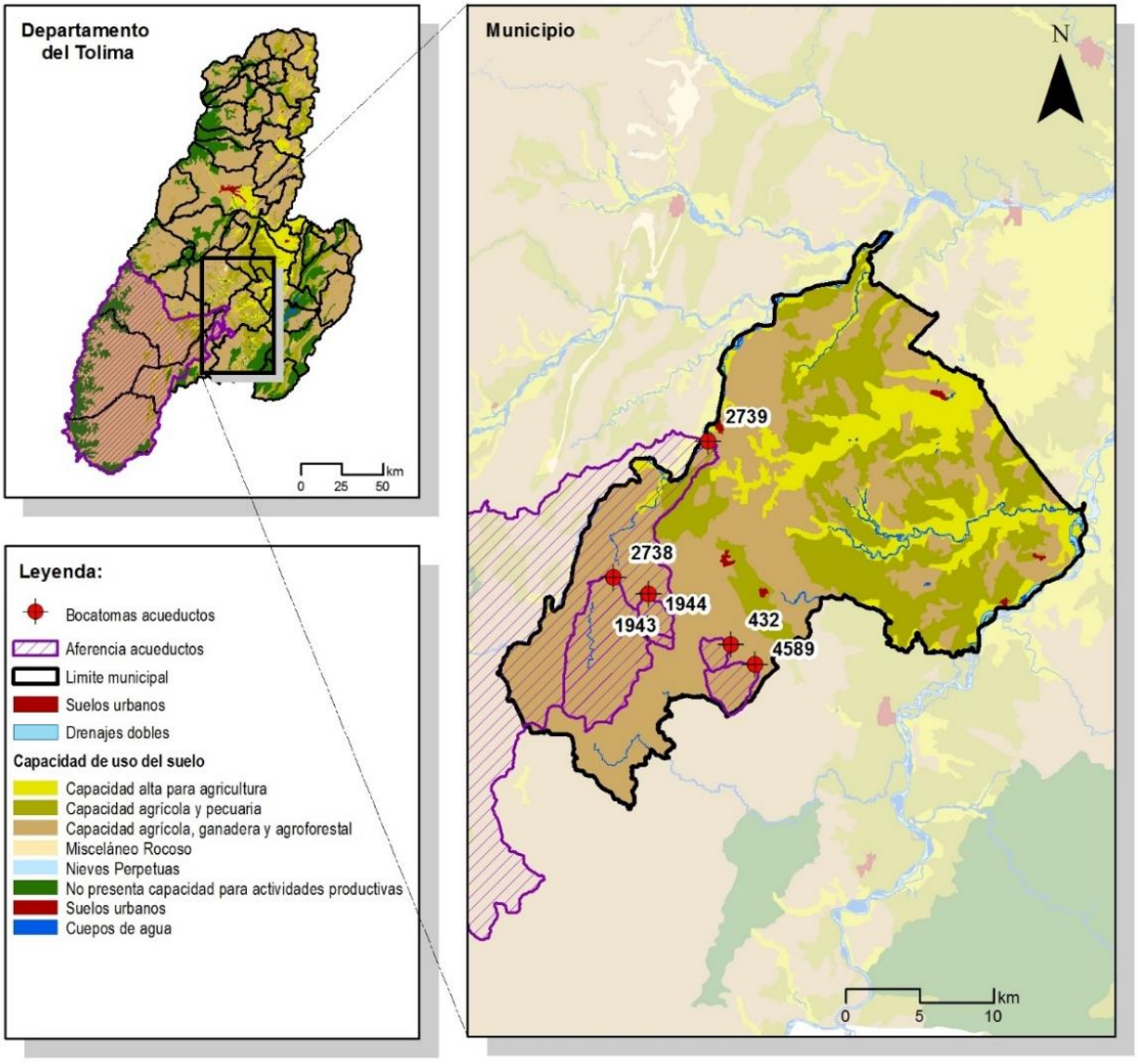
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Depósitos aluviales mixtos	Fina	ZONAS URBANAS	254,593	0,040%
MWAe2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	MOLISOLES	198,387	0,031%
MQNc	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y gruesa	INCEPTISOLES	160,665	0,025%
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	132,083	0,021%
PWAc3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	106,298	0,017%
PWAc3p	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	29,138	0,005%
MRAf3	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	INCEPTISOLES	28,349	0,004%
MLAf2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (diabasas y basaltos)	Gruesa y media	ANDISOLES	13,502	0,002%
MGAf1	Muy frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	6,598	0,001%
MGBd	Muy frío muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos no consolidados sobre esquistos	Media y gruesa	ANDISOLES	0,336	0,000%
MGAf	Muy frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	0,158	0,000%
MGBc	Muy frío muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos no consolidados sobre esquistos	Media y gruesa	ANDISOLES	0,001	0,000%
							643651,823	100,000%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Coyaima.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	199215,43	30,95
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	170834,49	26,54
8	No presenta capacidad para actividades productivas	106629,69	16,56
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	56236,98	8,73
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	21216,43	3,29
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	20399,73	3,16
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	13911,75	2,16
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	10398,94	1,61
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	7603,79	1,18
3s	Capacidad alta para agricultura	7094,82	1,10
8p	No presenta capacidad para actividades productivas	6630,52	1,03
8pc	No presenta capacidad para actividades productivas	6065,47	0,94
4sc	Capacidad agrícola y pecuaria	3193,07	0,49
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2989,75	0,46
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2723,23	0,42
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2356,67	0,36
CA	CA	2228,78	0,34
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	1661,66	0,25
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1083,86	0,16
6c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	529,68	0,08
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	392,39	0,06
ZU	ZU	254,59	0,03
	Total	643651,83	100

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 70,29% de los suelos de las áreas aferentes se encuentran en la clase agroecológica 7 (sumatoria de clases 7p,7ps, 7es, 7pe,7pc y 7c) las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. Los suelos categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p), los la categoría 7ps, presenta limitantes por pendiente y por suelos.

La capacidad de la clase 8 están presentes en un área cercana al 16,56 %; las cuales son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

En esta categoría se incluyen tierras misceláneas tales como: tierras malas (bad lands) o misceláneos erosionados, playas, dunas, glaciares, afloramientos rocosos, cárcavas, fosos de grava y de cantera, vaciaderos, cauces de ríos, tierras de ripio, minas de sal, tierras de escoria, calvas y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m.

En una presencia mínima del 3,16 %, se encuentran presentes las tierras de la clase 4 tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforesteria es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro y en este caso 4es tiene limitantes por erosión y por pendientes

6. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

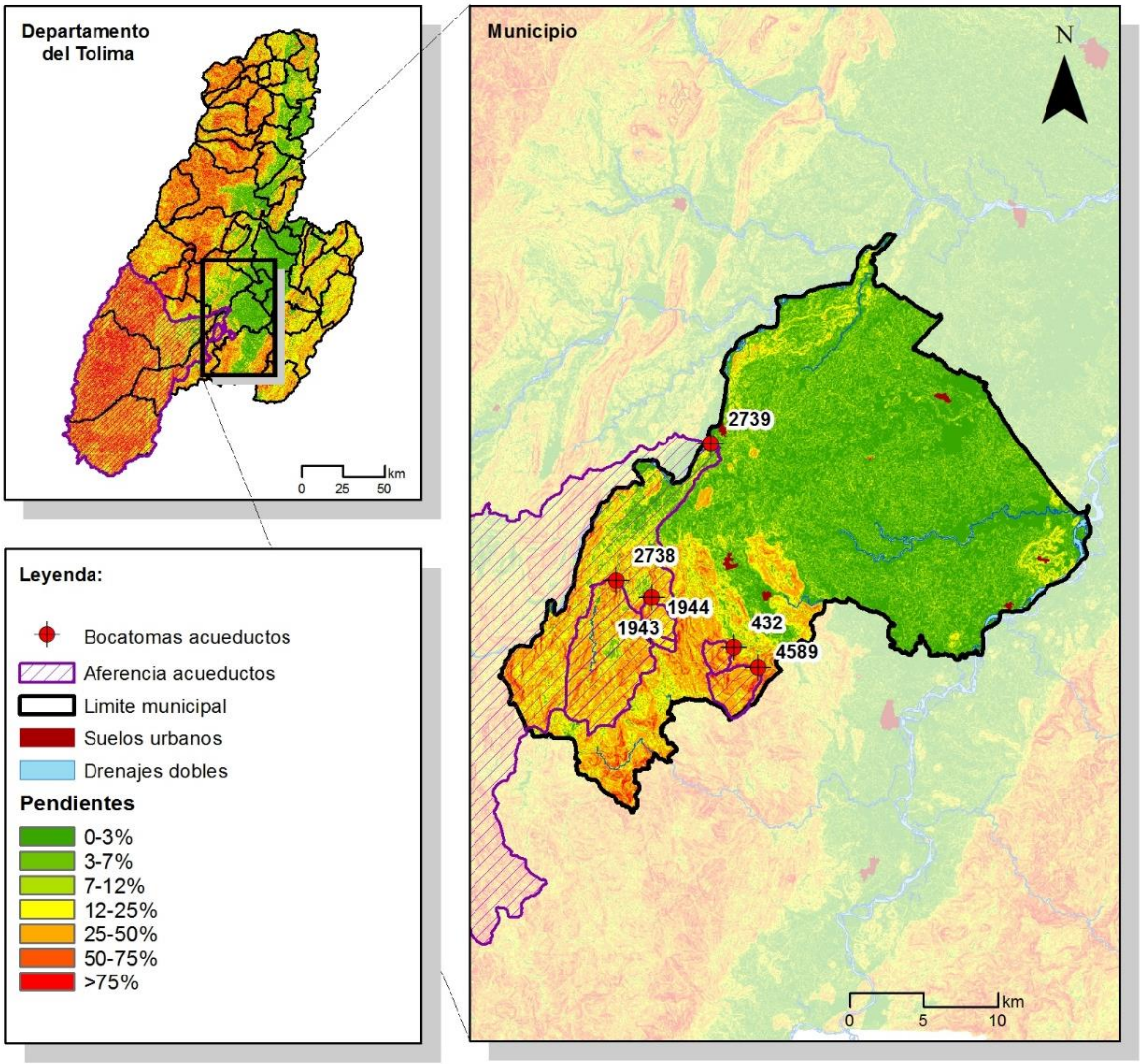
La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

✓

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Coyaima se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos de este municipio es de 3-7 % conformando una topografía ligeramente inclinada y abarcando un total de 36,03% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente escarpadas (>75%) con el 30,15 % y en un tercer lugar , abarcando un 13,26 % del área total la topografía plana (0-3%) .

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Coyaima y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	85391,24	13,26
3-7%	Ligeramente inclinado	232007,4	36,03
7-12%	Moderadamente inclinado	21559,37	3,35
12-25%	Fuertemente inclinado	11238,76	1,75
25-50%	Ligeramente escarpado	15301,43	2,38
50-75%	Moderadamente escarpado	84320,92	13,09
>75%	Fuertemente escarpado	194129,11	30,15
		643948,23	100

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

7. Cobertura de la tierra

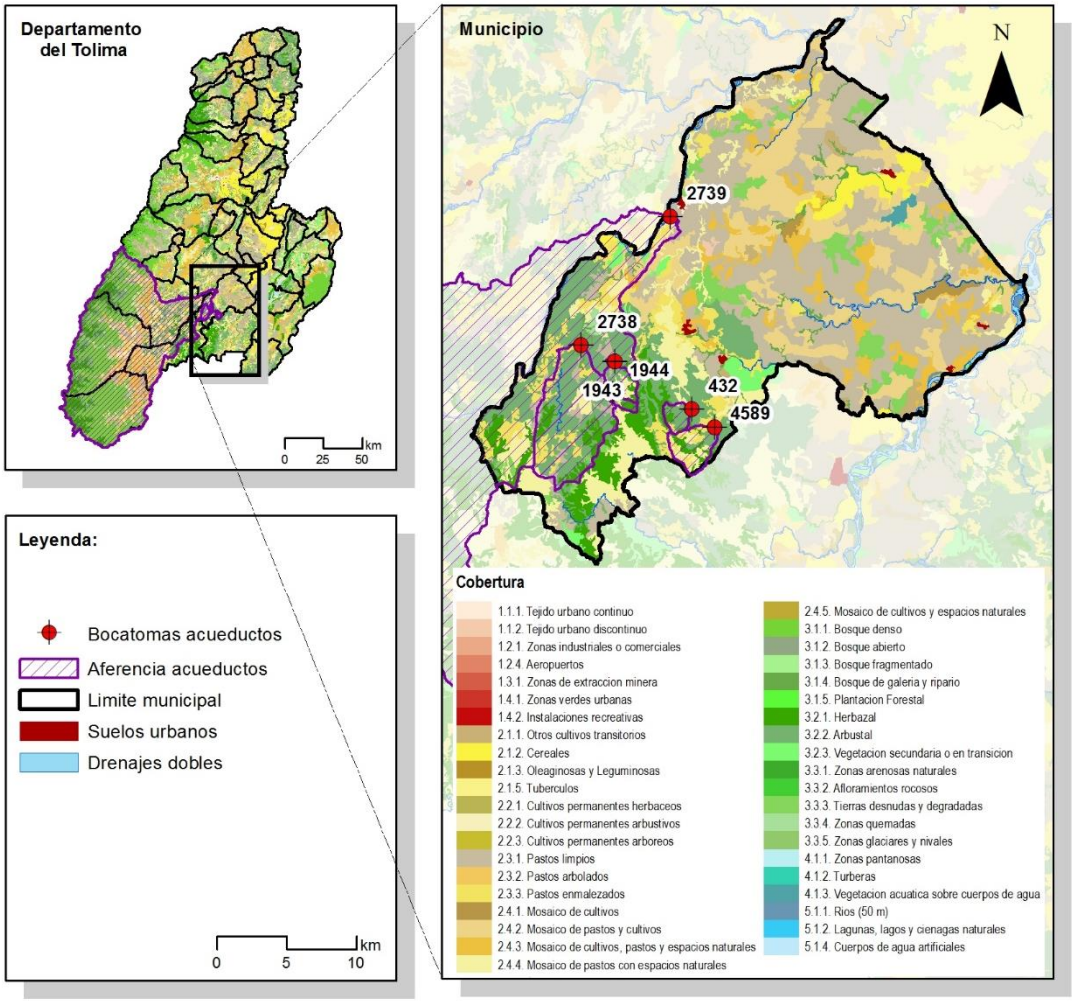
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Coyaima se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima.

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.2.2	Arbustal	6403,130	39,19%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4402,714	26,95%
2.3.1	Pastos limpios	3086,201	18,89%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	1169,793	7,16%
2.3.3	Pastos enmalezados	432,151	2,65%
3.2.2.1	Arbustal	345,718	2,12%
2.2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	200,631	1,23%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	100,666	0,62%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	92,526	0,57%
1.1.1	Tejido urbano continuo	61,322	0,38%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	41,876	0,26%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Coyaima y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 41,31% de las áreas aferentes presenta cobertura de tipo Arbustal y arbustal denso (3.2.2.2 y 3.2.2.1) que Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001) y una pequeña área de Arbustal denso Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999

El 18,89% de la cobertura presenta Mosaico de pastos Limpios (2.3.1) que comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de

cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

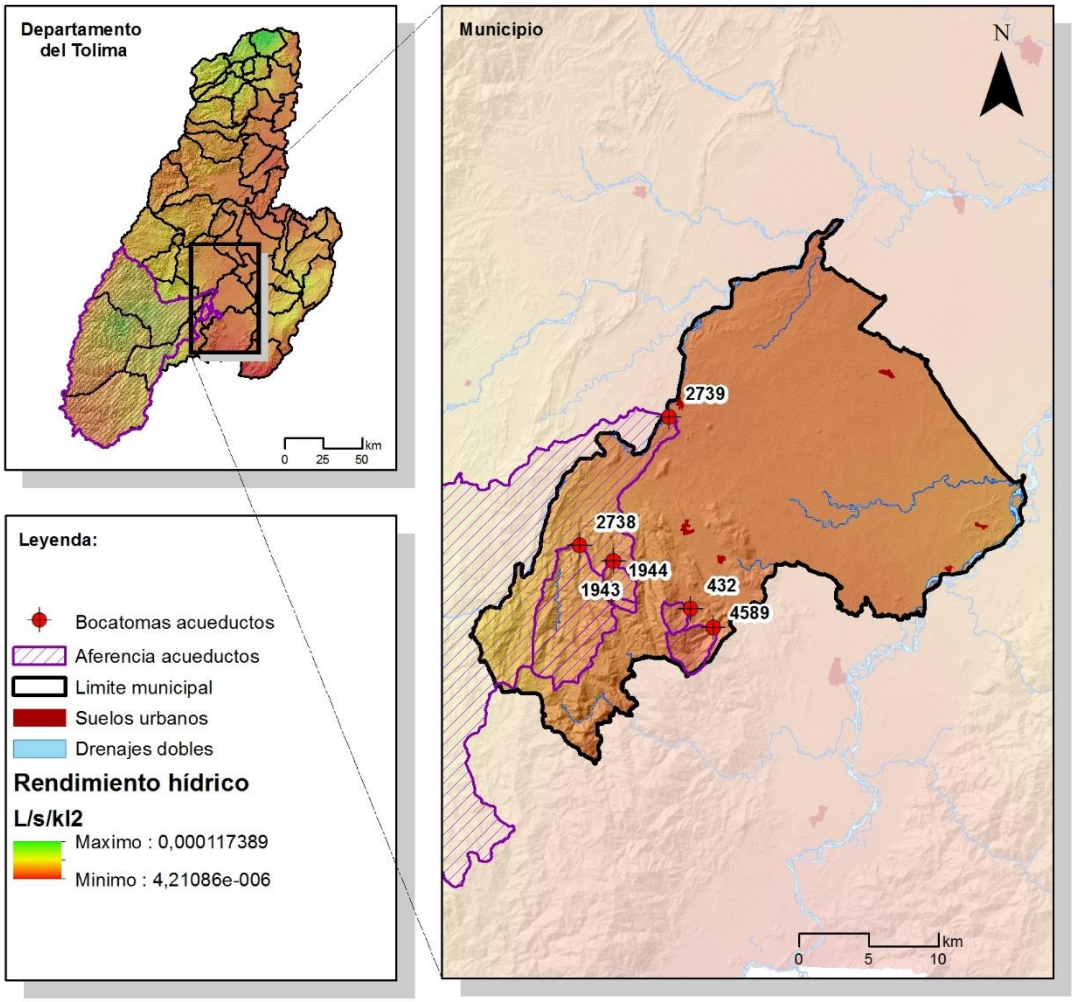
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Coyaima y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El rendimiento hídrico de las seis llaves se alcanza con el aporte que realizan las fuentes (principalmente el rio Saldaña) que recorren a los municipios de Coyaima, Ataco, Ortega, Chaparral, Rioblanco y Planadas.

El municipio de mayor área es el de Chaparral con 2105,23Km$^{2.}$ luego el municipio de Rioblanco con 2047,91740 Km$^{2.}$
Del mismo modo el municipio de Chaparral es el que cuenta con mayor rendimiento hídrico de aproximadamente 100,860772 l/s/Km^2 mientras que el menor rendimiento es el municipio de Coyaima con 14,992041 l/s/Km^2.

Tabla 12. Rendimiento hídrico total de las áreas aferentes del municipio de Coyaima y de los municipios aportantes.

ÁREA AFERENCIA (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	MUNICIPIO	AREA DE CADA MUNICIPIO	AREA DE AFER POR MUNICIPIO	RENDIMIENTO HIDRICO MUNICIPIO DE CADA MUNICIPIO	RENDIMIENTO HIDRICO POR FRACCION DE MUNICIPIO	% ÁREA DE AFERENCIA MUNICIPIO RESPECTO AREA DE CADA MUNICIPIO	% RENDIMIENTO DE FRACCION MPIO MUNICIPIO RESPECTO RENDIMIENTO TOTAL DE MUNICIPIO
6496,61	277,624	COYAIMA	674,672	133,180	14,992	3,6986	24,671	24,671
		ATACO	993,867	682,639	44,387	33,1106	68,685	74,596
		ORTEGA	955,527	16,288	26,920	0,4009	1,705	1,489
		CHAPARRAL	2105,230	1797,289	100,861	86,9883	85,373	86,246
		RIOBLANCO	2047,917	2047,882	89,581	89,5831	99,998	100,003
		PLANADAS	1765,959	1762,649	62,678	62,5499	99,813	99,796

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

De acuerdo con las cifras obtenidas se observa que el municipio de Rioblanco está aportando a los acueductos concesionados el 100 por ciento (100%) de su rendimiento hídrico, y el municipio de Planadas con el 99,79 % está cerca de su capacidad de este componente.

Caso contrario sucede con el municipio de Ortega que apenas aporta al sistema el 1,48% de su rendimiento.

Las áreas aferentes de los 6 acueductos del municipio de Coyaima, que incluyen a la totalidad de la Sub Zona Hídrica del Saldaña, presentan un rendimiento hídrico de 277,624 l/s/Km$^{2.}$

Esta cifra está altamente incrementada por el rendimiento del rio Saldaña, con lo cual se rebasa su relación en porcentaje con las microcuencas quebrada meche (llave 2738) y bajo Saldaña (llave 2739) como se aprecia en la tabla 13.

Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Coyaima.

LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro	RH Municipio (Coyaima)	Área Municipio (Coyaima)
1943	6,31	0,121	2208.17.7	Quebrada Coya	14,066	0,3430	35,31	44,86	14,992	674,67
1944	1,293	0,031	2208.17.7	Quebrada Coya	14,066		8,91	9,19		
2738	40,47	1,132	2208.17	Quebrada Meche	9571,483	0,8430	134,25	0,42		
2739	6436,85	276,111	2208	Bajo Saldaña	82,267	2,0530	* *	* *		
432	3,384	0,070	2113-03.7.6.1	Quebrada El Niple	6,927	0,14	50,27	48,85		
4589	8,299	0,159	2113-03.7.6	Quebrada Totarco	16,744	0,33	48,13	49,56		
TOTAL	6496,61	277,624			9705,553	3,7090			1851,80883	

* * Caso de rendimiento hídrico superado por el rendimiento hídrico total.

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

En la tabla 14 se muestran las áreas y los rendimientos hídricos de las subzonas a las cuales pertenecen las fuentes hídricas aportantes de los acueductos del municipio de Coyaima.

Tabla 14. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima.

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.2.2	Arbustal	6403,130	39,19%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4402,714	26,95%
2.3.1	Pastos limpios	3086,201	18,89%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	1169,793	7,16%
2.3.3	Pastos enmalezados	432,151	2,65%
3.2.2.1	Arbustal	345,718	2,12%
2.2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	200,631	1,23%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	100,666	0,62%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	92,526	0,57%
1.1.1	Tejido urbano continuo	61,322	0,38%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	41,876	0,26%

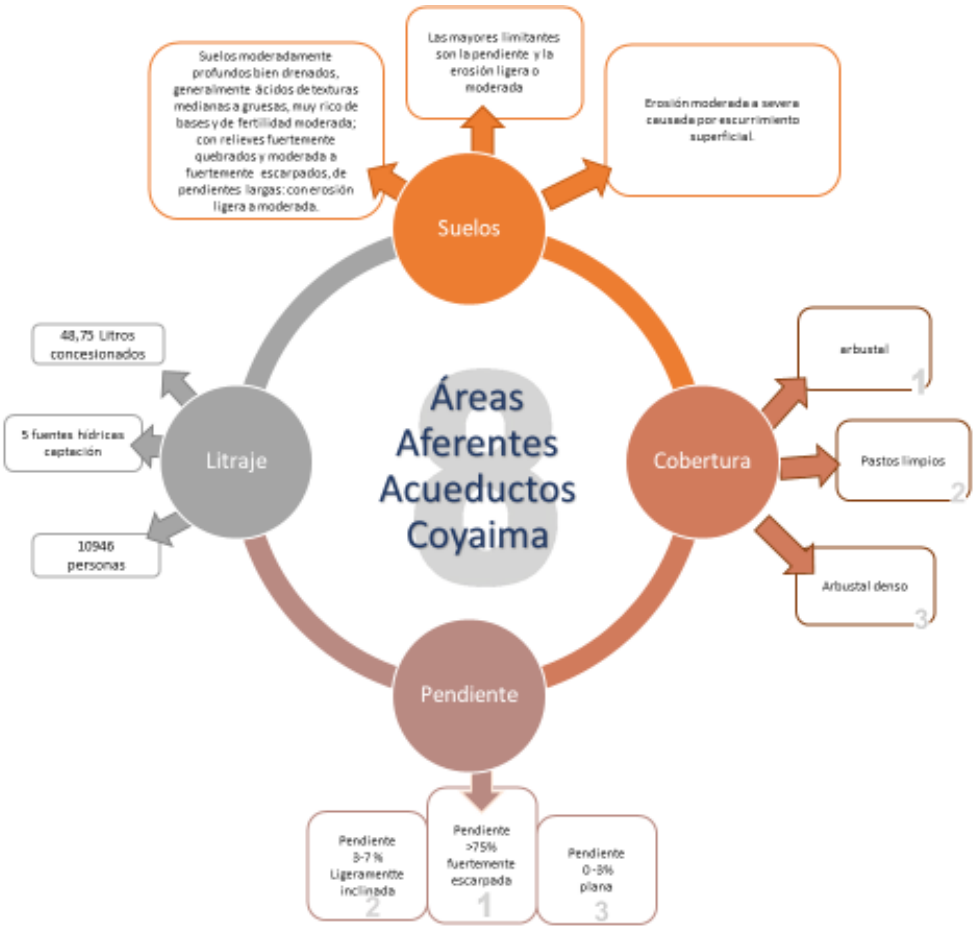
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 15. Rendimiento hídrico de las subzonas de las fuentes hídricas aportantes

CODIGO SUBZONA	NOMBRE SUBZONA	AREA SUBZONA KM^2	RENDIMIENTO HIDRICO SUBZONA
2113	Rio Aipe, Rio Chenche Y Otros Directos Al Magdalena	1560,637	0,229
2201	Rio Alto Saldaña	2581,396	109,49
2201	Rio Alto Saldaña		
2201	Rio Alto Saldaña		
2202	Rio Ata	1541,839	57,716
2203	Medio Saldaña	604,016	29,989
2204	Rio Amoya	1465,963	70,938
2206	Rio Tetuan - Rio Ortega	1202,779	0
2208	Bajo Saldaña	711,788	7,975

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura *9*. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Coyaima



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asousuarios acueducto Tres Esquinas, Rio Cuinde Negro -Cunday, Tolima

ANEXO 13 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE CUNDAY

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE CUNDAY 4

1. **Localización** 4
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 4
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Cunday. 5
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 6
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Cunday. 6
Tabla 4. Tipo de obras de captación 7
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 8
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los .. 10
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday 13
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Cunday. 16
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday 18
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday 19
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Cunday 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Cunday y sus áreas aferentes 4
Figura 2. Estado de las obras de captación. 7
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes. 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Cunday y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Cunday y en las áreas aferentes de los acueductos 20
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday 22

MUNICIPIO DE CUNDAY

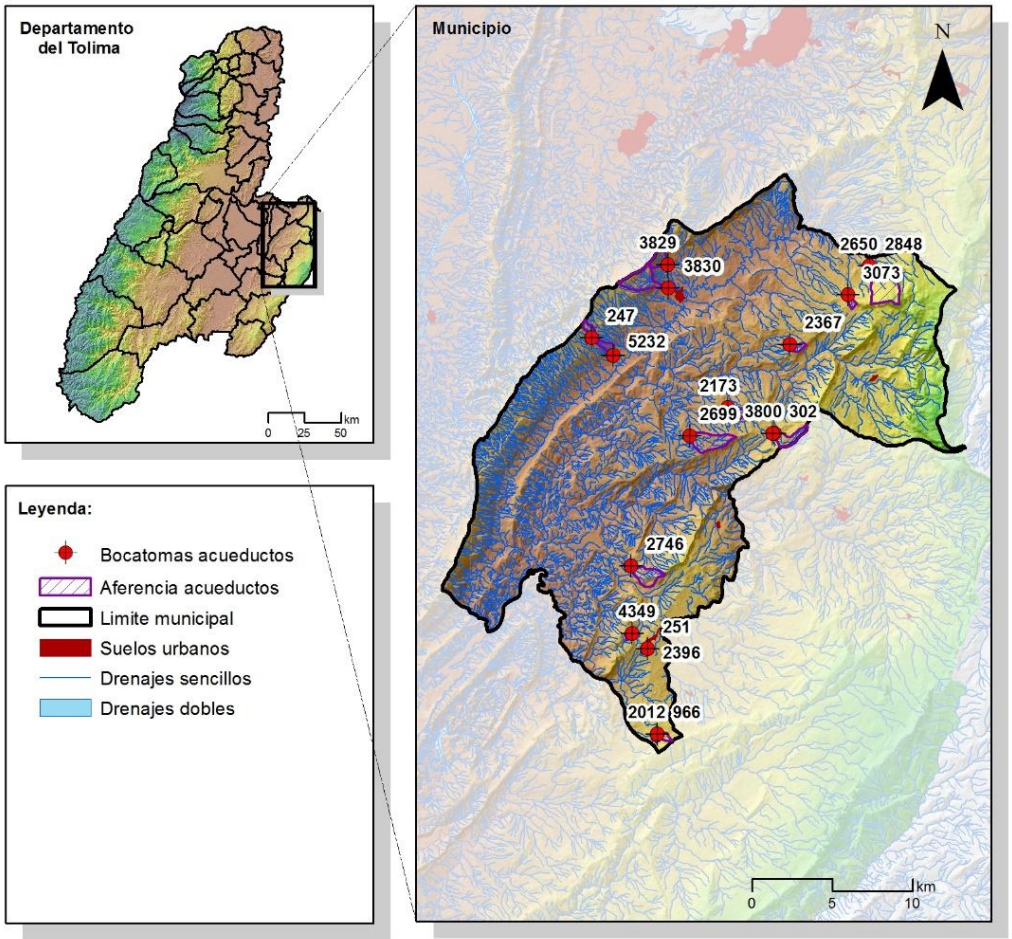
1. Localización

El municipio de Cunday, se encuentra al oriente del Departamento del Tolima, situado a 127 kilómetros de Ibagué; su Cabecera Municipal está localizada sobre los 4°03’40’’ de latitud Norte y 74°41’33’’ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 475 m.s.n.m. Su ingreso por la vía principal que conecta Ibagué – Girardot - Bogotá, tomando el desvío en el cruce hacia Carmen de Apicalá.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Cunday cuenta con un área total de 526 km², de los cuales el 0,16% (0,86 km²), pertenece al área urbana y 99,83% (525,14 km²) al área rural con un total de 52 veredas y cinco centros poblados, debido a esto, el municipio de Cunday cuenta con un total de 18 acueductos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Cunday y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Cunday.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			LAT	LONG			
247	J.A.C. VEREDA EL PARAMO.	Malo	4,03655	-74,740963	931	1,22	45,91418636
5232	JAC. VDA. EL REVES/CUNDAY.	Regular	4,026683	-74,729212	493		57,5649297
251	ASOUSUARIOS ACUEDUCTO TRES ESQUINAS.	Bueno	3,8615305	-74,70960831	592	13,51	5,67017533
2396	JUNTA ADMINIST ACUED.TRES ESQUINAS.	Bueno	3,8615305	-74,70960831	592		5,67017533
3829	E.S.P. DOMICILIARIOS DE CUNDAY EMCUNDAY.	Regular	4,07775	-74,69838	515	16	90,83336615
3830	E.S.P. DOMICILIARIOS DE CUNDAY EMCUNDAY.	Regular	4,06467	-74,69797	515		228,7310163
302	JAC. VDA. EL BETHEL/CUNDAY.	Regular	3,982668	-74,638702	1168	4,65	117,0864625
2699	JAC. VDA. MESA DE BETULIA/CUNDAY.	Regular	3,981452	-74,68599	987		219,64816
3800	JAC. VDA. BUENAVISTA/CUNDAY.	Regular	3,982925	-74,6395	1120		117,522575
2650	JAC. VDA. MESETA/CUNDAY.	Bueno	4,0769693	-74,5852583	1119	4,18	346,8907857
2848	JAC. VDA. VARSOVIA/CUNDAY.	Bueno	4,0769693	-74,5852583	350		346,8907857
3073	JAC. VDA. LA FLORIDA ALTO/CUNDAY.	Bueno	4,06084	-74,597443	1902		25,81560637
966	JAC. VDA. ALTO TORRES/CUNDAY.	Malo	3,813336	-74,703972	1450	2,29	38,95975443
2012	ASOUSUAR. ACUED RURAL BAJO TORRES.	Regular	3,813336	-74,703972	1449		38,95975443
2173	JAC. VDA. POTRERO DIAZ/CUNDAY.	Malo	3,997261	-74,664861	896	1	95,56127219
2367	ASOUSUAR.ACUED. RURAL LAS MARGARITAS.	Bueno	4,0329943	-74,630044	945	0,84	36,04515618
2746	JAC. ADMINISTRADORA USUAR ACUED DE VALENCIA.	Regular	3,908083	-74,718944	760	6	154,8512335
4349	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VEREDA LA PROFUNDA.	Malo	3,870193	-74,718445	1069	1,3	14,16124769

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Cunday cuenta con 18 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 50,99 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	14	21,48
MUNICIPAL	2	16,00
CORREGIMIENTO	2	13,51
TOTAL	**18**	**50,99**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 10 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada El León la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 50,99 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Cunday.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada El León	2116.9.10	2	16,00
Rio Cuinde Negro	2116.9.1.2	2	13,51
Quebrada Bojo	2116.8.2	1	6,00
Quebrada Santana	2116.9.4.1	3	4,65
Rio Cunday	2116.9	3	4,18
Quebrada De Bajas	2116.8	2	2,29
Quebrada El Bojito	2116.8.2.1	1	1,30
Quebrada Cauquita	2116.9.12.2	2	1,22
Rio Vichia	2116.9.4	1	1,00
Quebrada La Vieja	2116.9.4.4	1	0,84
TOTAL		**18**	**50,99**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del

aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Cunday:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Otra	3
Presa de derivación	14
Toma lateral	1
TOTAL	**18**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

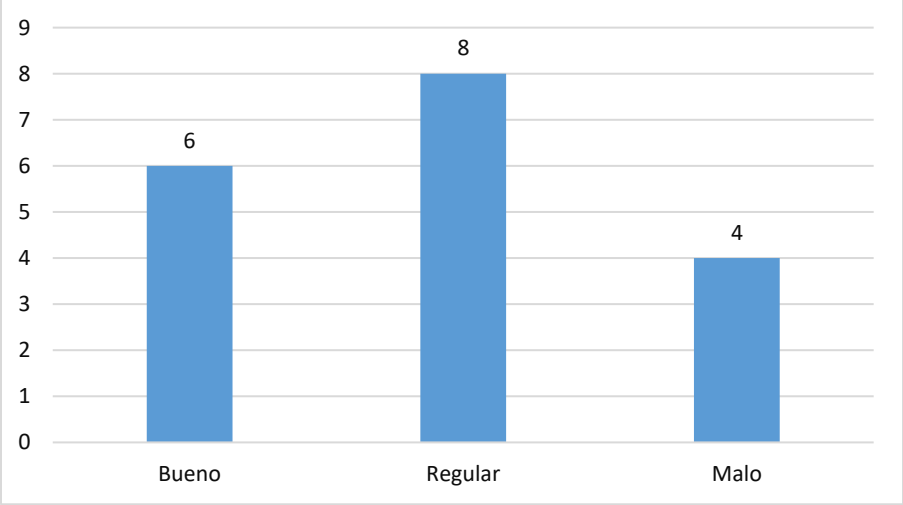
Las visitas realizadas permiten verificar que el 66,67% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	6	33,33
Regular	8	44,44
Malo	4	22,22

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación.



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las

obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Cunday, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	10.969
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Formación Villeta.

El término Villeta fue utilizado por Hettner (1892) para describir una secuencia de shales negros, que aflora en el área de Villeta en el occidente del Departamento de Cundinamarca. Corrigan (1967) mantiene el nombre para definir la unidad litológica que se encuentra entre las areniscas de la Formación Caballos y las areniscas del Cretácico superior, equivalentes en su concepto al Grupo Guadalupe de la Sabana de Bogotá; aparentemente este autor incluyó dentro del término Villeta, las denominadas Primera y Segunda Lidita, que hacen parte del Grupo Olini. Con el mismo sentido de Corrigan (op. cit.), Beltrán y Gallo (1968) utilizaron el término, pero ubicando en el tope la Formación Monserrate, que incluye además de las areniscas, los niveles lidíticos. Porta (1965, 1966), propone utilizar los nombres de Formación Hondita y Formación Loma Gorda para esta secuencia y define como sección tipo la zona de Piedras - La Tabla, en el Departamento del Tolima. Patarroyo (1993) sugiere utilizar, para la parte occidental del Valle Superior del Magdalena la terminología propuesta por Porta (1965, 1966), agrupando Loma Gorda como una sola palabra (Lomagorda).

Aflora en la Cordillera Oriental y en el valle de los ríos Magdalena - Saldaña; las mejores exposiciones se encuentran en la quebrada Aico, que bordea la vía Coyaima - Chaparral, y en las carreteras Coyaima - Ataco y Prado - Dolores. Tal vez la mejor exposición de esta secuencia, en el área del Departamento del Tolima, se encuentra al sur de la cabecera municipal de Ataco, sobre la quebrada Paipa.

Litológicamente está constituido por una sucesión monótona de lodolitas de color gris oscuro, intercaladas con delgadas capas de areniscas, también de color gris oscuro, y bancos de calizas micríticas y biomicríticas, con concreciones calcáreas, generalmente fosilíferas. Hacia la parte superior aparecen delgadas capas de

limolitas y lodolitas silíceas (chert) con lodolitas calcáreas, areniscas y concreciones calcáreas fosilíferas.

Tanto el contacto inferior como el superior son concordantes; el inferior se marca con el inicio de los paquetes espesos de lodolitas negras, mientras que el superior se ubica en la base de la Segunda Lidita (Lidita Inferior).

El espesor de la unidad ha sido difícil de determinar, puesto que es una secuencia monótona y siempre está atravesada por fallas que pueden repetir capas. Mojica y Macía (1982b), reportan en el área de Prado - Dolores 2.500 m; Cossio et al., (1995) indican, entre la quebrada Bermejo y la cabecera municipal de Dolores, 1.400 m. Patarroyo (1993), reporta para la Formación Hondita espesores entre 122 y 554 m y para la Formación Lomagorda 79 a 146 m.

El Grupo Villeta y las unidades equivalentes se han asignado al lapso Albiano - Coniaciano, que corresponde a la parte más alta del Cretácico Inferior y la mitad del Cretácico Superior.

Los shales y lodolitas del Villeta son considerados como las rocas generadoras de hidrocarburos, en el Valle Superior del Magdalena. Algunos de los niveles calcáreos son almacenadores de hidrocarburos; este es el caso de las calizas conocidas con el nombre de "Calizas de Tetuán".

Arcillolitas de la Formación Guaduas y unidades equivalentes (KPga)

Corresponde a una secuencia de arcillolitas y lutitas de color rojizo dominante, que ha recibido los nombres de Formación o Grupo Guaduas (HUBACH, 1957), Formación Seca (PORTA, 1965, 1966) o Grupo Guaduala (BELTRÁN y GALLO, 1968); de estos nombres el más usado y arraigado en la literatura geológica es el de Formación Guaduas. Estas denominaciones se han usado para describir las rocas de composición arcillosa, ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la Cordillera Oriental.

Por lo regular ocupa áreas planas a ligeramente onduladas del valle del Magdalena, como se puede observar en la carretera Guamo-Ortega, entre el río Ortega y la cabecera municipal; en la zona de Cunira, al oriente del Municipio de Coello y entre Payandé-Valle de San Juan y el río Cucuana.

La secuencia consta de arcillolitas y lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas grises y amarillo crema, de grano fino, algunas veces con aspecto de "sal y pimienta". Las areniscas varían en su composición desde ortocuarcíticas, en la base, hasta arcósicas, en la parte superior. Localmente se presentan intercalaciones de conglomerados con clastos de chert y cuarzo.

El contacto inferior no ha sido determinado exactamente, debido a que casi siempre está cubierto; algunos autores hablan de una posible discordancia sobre el Cretácico Superior, aún sin comprobar. El contacto superior con el Grupo

Gualanday algunas veces ha sido interpretado como discordante, debido al cambio brusco de litología (MENDIVELSO, 1982); por lo general se acepta concordante (TELLEZ y NAVAS, 1962; COSSIO et al., 1995). El espesor es muy variable y difícil de establecer debido al carácter monótono de la secuencia y a la ausencia de niveles estratigráficos guías; generalmente se acepta una potencia entre 400 y 500 m.

La edad de esta unidad arcillosa está documentada desde el Maastrichtiano hasta el Paleoceno (Cretácico Superior - Paleógeno).

Las arcillolitas de esta secuencia son explotadas para ladrillería y alfarería; en la zona de Cunira (Municipio de Coello) se extraen para uso en la industria del cemento.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EDAD	UNIDAD INTEGRADA	ÁREA (HA)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		1107,927	74,98%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Lodolitas de Fusagasugá	351,975	23,82%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	17,721	1,20%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

4. Hidrogeología

La zona se caracteriza por tener acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas de ambiente marino y continental. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química. Las principales unidades geológicas que componen la hidrogeología de la zona pertenecen a rocas del cretácico superior (K1), a continuación, se describe el acuífero del grupo gualanday, el cual también tiene influencia en este municipio.

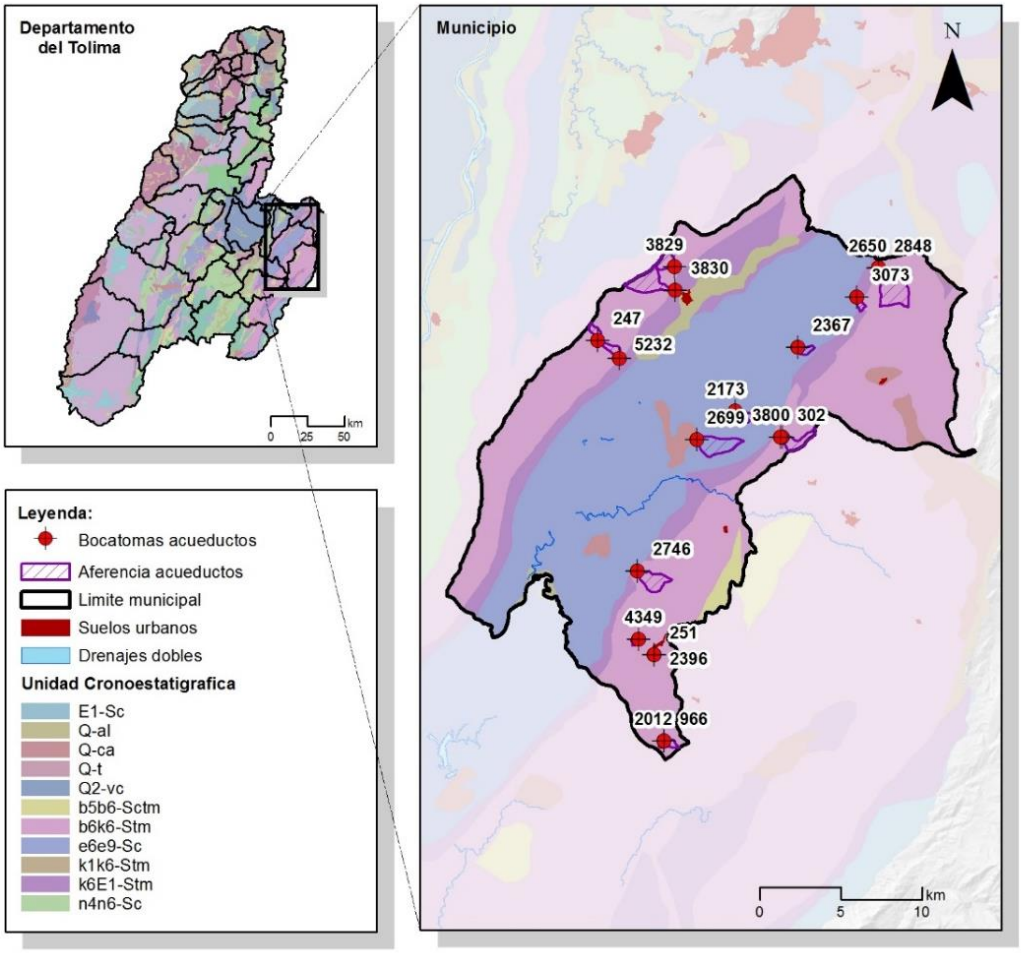
Acuífero Gualanday (PgG): Está constituido de base a techo por tres miembros, el inferior compuesto por conglomerados con guijos de chert y cuarzo dentro de una matriz arenosa e intercalaciones de arcillolitas, lodolitas y areniscas con textura “sal y pimienta”. El miembro medio consiste de un conjunto monótono de arcillolitas de diversos colores, con intercalaciones hacia el nivel inferior, de capas de areniscas de grano medio a fino, que no tienen continuidad lateral y el miembro superior compuesto por conglomerados con guijos de cuarzo y rocas metamórficas y delgados niveles de areniscas de grano fino a medio y lodolitas. El espesor total es

cercano a los 2000 m, depositados en un ambiente fluvial durante el Eoceno Superior – Oligoceno Medio, (Raasvelt, 1956).

La Formación Gualanday Inferior, al estar constituida por paquetes conglomeráticos muy compactos, con algunas fisuras por efectos de fallamiento, se considera de baja porosidad primaria y secundaria y baja permeabilidad; en la Formación Gualanday Medio los niveles arenosos presentan buena porosidad y permeabilidad y no se hallan tan cementados como las capas conglomeráticas de los miembros inferior y superior: La Formación Gualanday Superior al igual que la Formación Gualanday Inferior, se halla muy cementada por lo que su porosidad primaria y secundaria es baja.

En general el Acuífero Gualanday en el área carece de estudios hidrogeológicos; por su litología se le considera continuo, de extensión regional con porosidad primaria, constituyendo sus afloramientos zonas de recarga de baja capacidad de infiltración.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

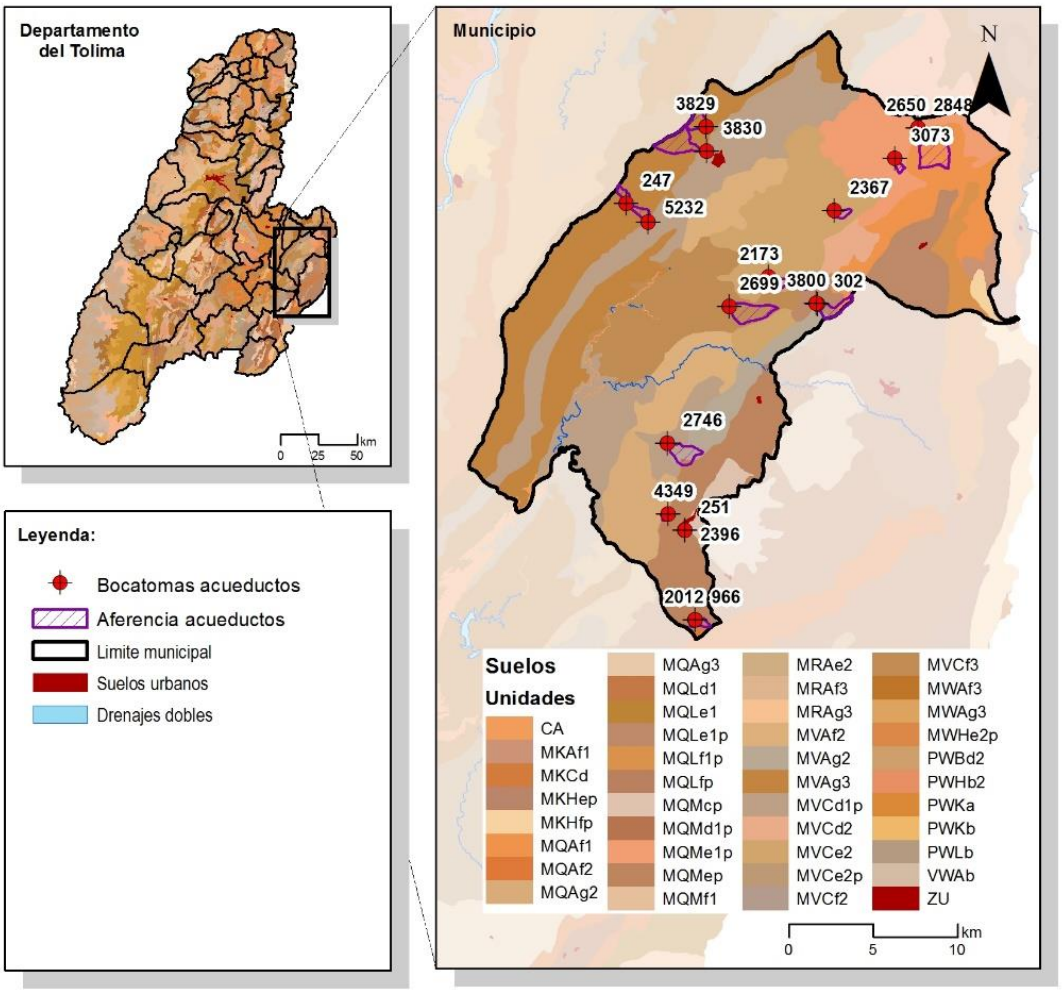
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Cunday se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Cunday se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MVA con el 35,05% del área total, superficies moderadamente profundas, de texturas finas, medias y gruesas; ácidos bajos en materia orgánica y de fertilidad baja. El relieve es quebrado a escarpado, con pendientes de 50 – 75% y mayores. El material parental de los suelos está constituido por areniscas y por arcillitas; presenta erosión hídrica laminar moderada y severa; la vegetación natural ha sido destruida y el uso actual es ganadería extensiva con pastos y rastrojos. Las principales limitantes para el uso están determinadas por las pendientes fuertes, la erosión y la poca profundidad efectiva. Las demás unidades de suelo pertenecen principalmente a las unidades MVC (26,02%) y MQA (25,33%).

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQAf1	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	369,65	25,00
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	0,16	0,01
MQAg2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	4,63	0,31
MQLe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	88,89	6,01
MQMcp	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	0,28	0,01
MQMe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	38,31	2,59
MQMep	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	69,38	4,69
MVAg2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	90,73	6,13
MVAg2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	10,01	0,67
MVAg3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	417,47	28,24
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	44,58	3,01
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	5,57	0,37
MVCe2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	114,95	7,77
MVCf3	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	219,64	14,85

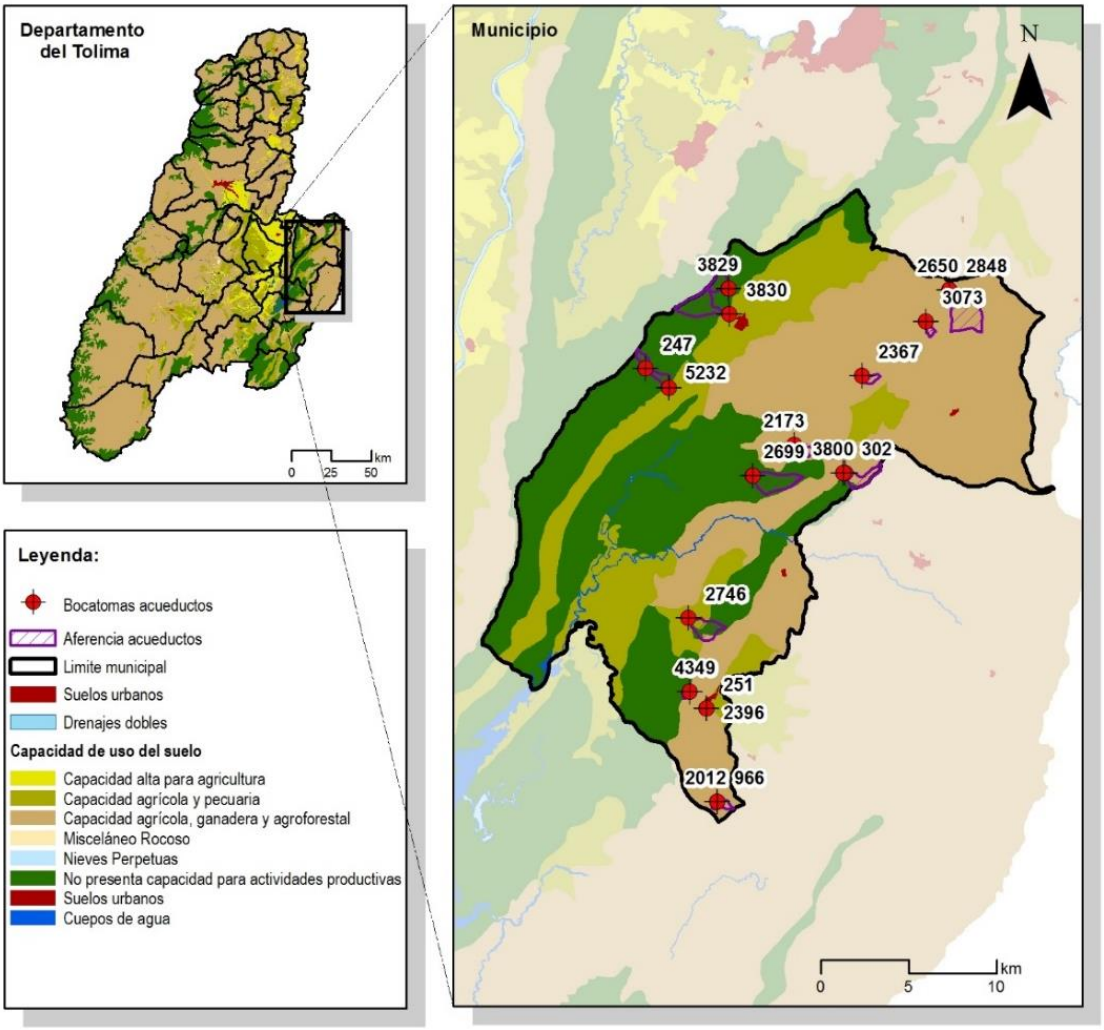
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	3,85	0,26

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Cunday.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	50,44	3,41
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	114,95	7,77
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	88,89	6,01
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	107,70	7,29
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	0,17	0,01
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	369,65	25,01
8	No presenta capacidad para actividades productivas	742,50	50,23
ZU	ZU	3,86	0,26

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 50,23% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales no tienen capacidad para adelantar actividades agropecuarias ni forestales de producción; deben ser destinadas o incluidas en planes y programas de gobierno, orientados a la preservación y conservación de los recursos naturales, como sistemas de parques nacionales, reservas forestales y control de la degradación, que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente o relieve (p) y erosión (e). El 25% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 7, presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad

7. Pendientes

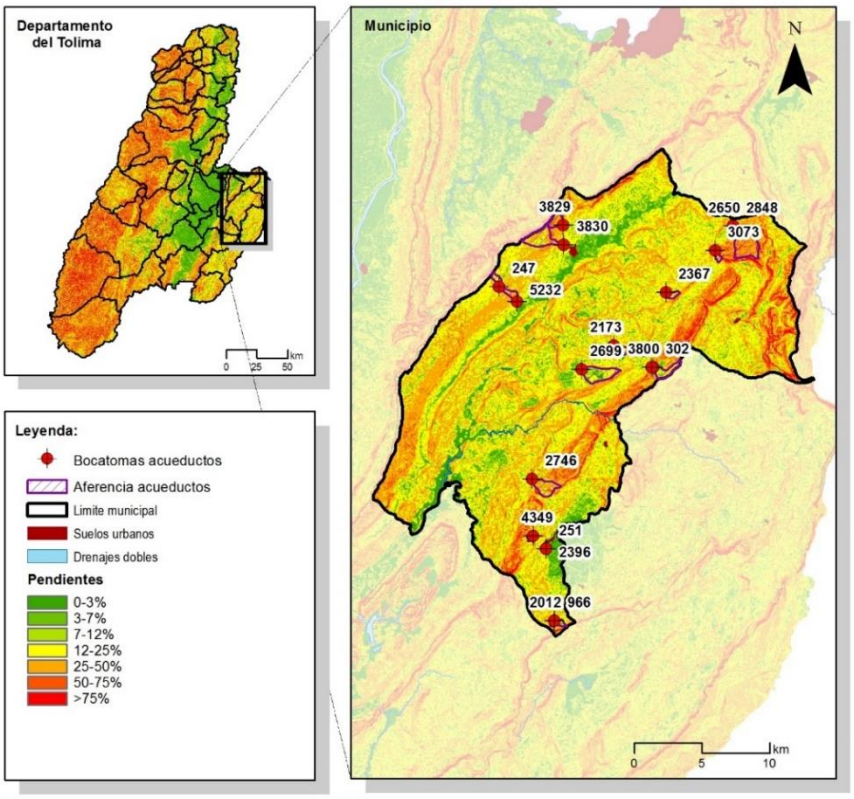
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la

tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Cunday y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	36,95	2,50
3-7%	Ligeramente inclinado	83,17	5,63
7-12%	Moderadamente inclinado	142,33	9,63
12-25%	Fuertemente inclinado	473,11	32,02
25-50%	Ligeramente escarpado	617,62	41,80
50-75%	Moderadamente escarpado	118,61	8,03
>75%	Fuertemente escarpado	5,77	0,39

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

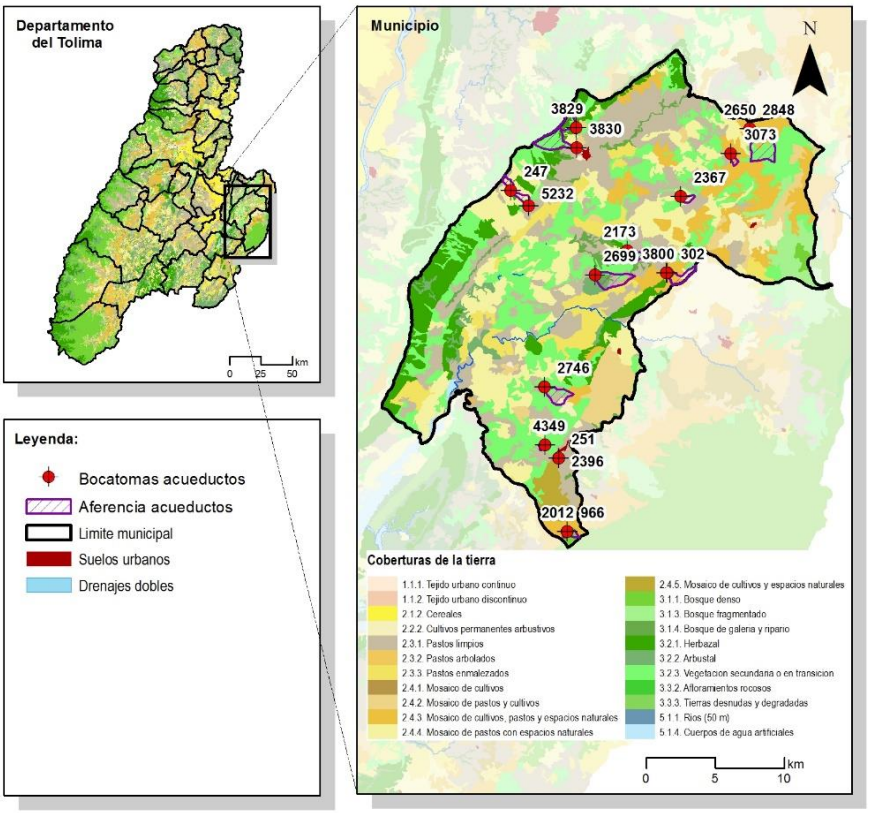
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Cunday se observan en la tabla 10, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llaves 302 (J.A.C Vda. El Bethel), 966 (J.A.C Vda. Alto Torres), 2012 (ASOUSUARIOS Acueducto Rural Bajo Torres), 2367 (ASOUSUARIOS Acueducto Rural Las Margaritas) y 3073 (J.A.C Vda. La Florida).

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Cunday, se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 41,79% del área global de las áreas aferentes seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente inclinadas, abarcando un área de 32,01% y 9,63% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Cunday se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Cunday y sus áreas aferentes



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
1.1.1	Tejido urbano continuo	3,52	0,24
2.2.2.2	Café	54,72	3,70
2.3.1	Pastos limpios	223,65	15,13
2.3.3	Pastos enmalezados	5,87	0,40
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	0,78	0,05
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	255,08	17,26
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	131,05	8,87
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	28,05	1,90
3.1.4	Bosque de galería y ripario	50,22	3,40
3.2.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	89,49	6,05
3.2.2.2	Arbustal abierto	38,92	2,63
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	596,83	40,38

Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 40,37% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday presentan cobertura de vegetación secundaria o en transición, cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. El 15,12% de la cobertura presenta pastos limpios, comprendiendo tierras ocupadas con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70% de pastos limpios; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizado impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

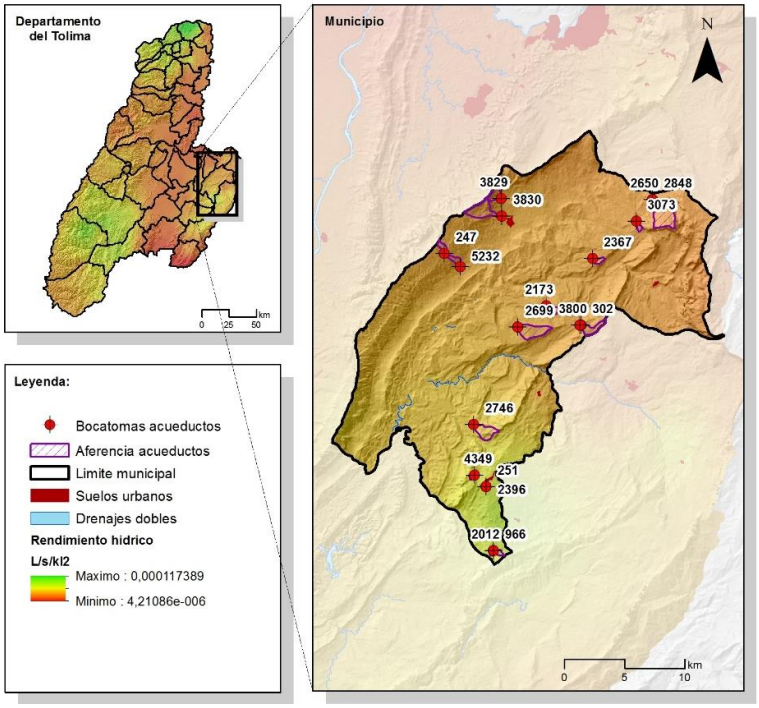
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Cunday y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

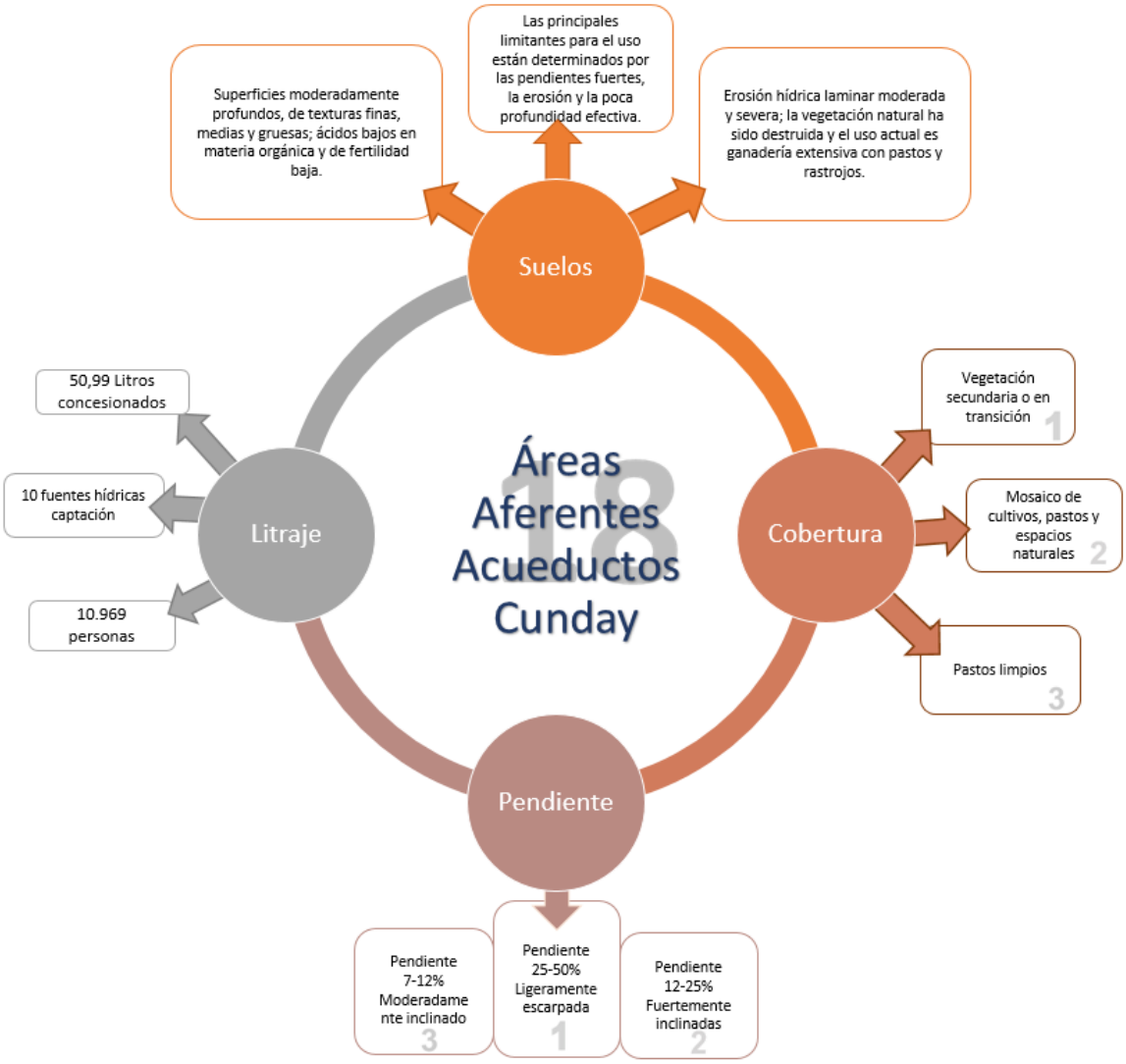
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Cunday

LLAVE	Área aferencia (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (m3.seg)	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (m3.seg)	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
247	0,459	0,014	2116.9.12.2	Qda. Cauquita	2,571	0,077	0,526	17,859
5232	0,576	0,017			2,571	0,077	0,674	22,390
251	0,057	0,003	2116.9.1.2	Río Cuinde Negro	57,203	2,483	0,005	0,099
2396	0,057	0,003			57,203	2,483	0,005	0,099
302	1,175	0,033	2116.9.4.1	Qda. Santana	21,095	0,642	0,156	5,571
3800	1,175	0,033			21,095	0,642	0,156	5,571
2699	2,196	0,067			21,095	0,642	0,320	10,412
966	0,390	0,019	2116.8	Qda. De Bajas	44,563	1,790	0,043	0,874
2012	0,390	0,019			44,563	1,790	0,043	0,874
2173	0,956	0,028	2116.9.4	Río Vichia	37,158	1,069	0,076	2,572
2367	0,360	0,010	2116.9.4.4	Qda. La Vieja	8,922	0,259	0,114	4,040
2650	3,469	0,090	2116.9	Río Cunday	102,793	3,013	0,088	3,375
2848	3,469	0,090			102,793	3,013	0,088	3,375
3073	0,258	0,007			102,793	3,013	0,007	0,251
2746	1,549	0,060	2116.8.2	Qda. Bojo	16,211	0,627	0,371	9,552
3829	0,908	0,026	2116.9.10	Qda. El León	12,522	0,367	0,210	7,254
3830	2,287	0,067			12,522	0,367	0,535	18,267
4349	0,142	0,006	2116.8.2.1	Qda. EL Bojito	12,874	0,523	0,048	1,100
TOTAL	**19,872**	**0,593**			**315,910**	**10,850**	**3,462**	**113,537**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,59 m^3/Km^2 que corresponden al 3,60% del rendimiento hídrico total del municipio de Cunday. Las áreas aferentes del acueducto municipal de Cunday, presentan un rendimiento hídrico de 0,093 m^3/Km^2 que corresponde al 25,41% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada El León, pues abarca el 25,52% del área de la misma.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Cunday



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asousuarios acued. comunitario San Andrés, Qda. Rio Frio- Dolores, Tolima

ANEXO 14 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE DOLORES

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE DOLORES 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Unidades de suelo** 9
5. **Capacidad de uso del suelo** 11
6. **Pendientes** 13
7. **Cobertura de la tierra** 15
8. **Rendimiento hídrico** 16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Dolores 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Dolores. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores. 8
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores. 11
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de .. 12
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores 14
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores. 16
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Dolores 0

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Dolores y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes 10
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Dolores y en sus áreas aferentes 14
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes 15
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Dolores y en las áreas aferentes de los acueductos 17
Figura *9.* Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores 0

MUNICIPIO DE DOLORES

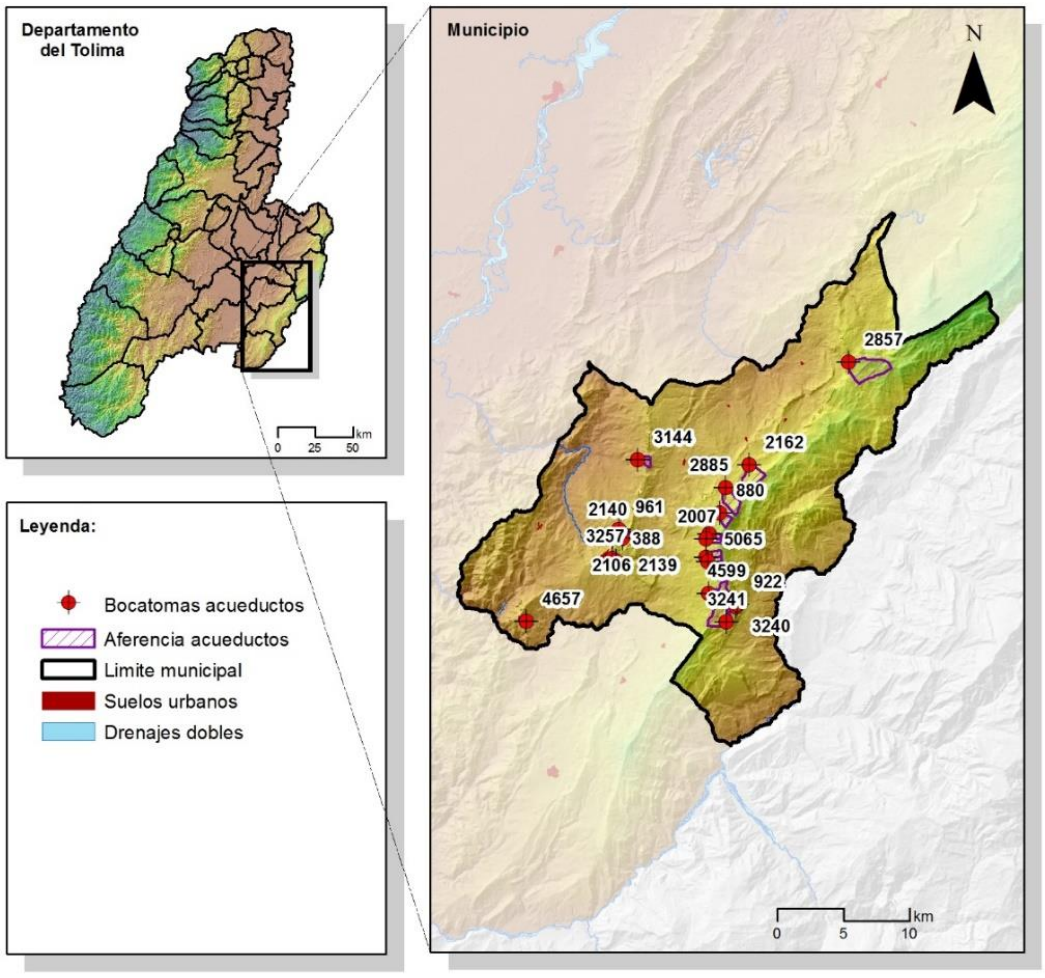
1. Localización

El municipio de Dolores se encuentra ubicado al sureste del Departamento, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°33´ de latitud Norte y 74°54´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 1.445, temperatura 20°C y distancia a la capital de 140Km.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Dolores cuenta con un área total de 602.64km², de los cuales el 0,11%, pertenece al área urbana y el 99,89% al área rural. El municipio cuenta con 20 acueductos, 3 municipales y 17 veredales que se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Dolores y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Dolores

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	Litraje concesionado	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Long.	lat.			
388	JAC. VDA. EL YOPO/DOLORES.	Regular	-74,889065	3,536506	1474	0,25	15,5
880	JAC. VDA. EL JAPON/DOLORES	Regular	-74,81825	3,569525	1835	2,6	318,5
922	JAC. VDA. AMBICA/DOLORES .	Regular	-74,806263	3,50714	1602	0,65	49,98
961	JAC. VDA. BUENAVISTA/DOLORES .	Regular	-74,887199	3,558086	1412	0,31	68,6
1916	ASOUSUAR-ACUED.RURAL LA GUACAMAYA.	Regular	-74,827697	3,539249	1788	1,3	33,22
2106	ASOC. DE USUAR ACUED PALOS ALTOS/DOLORES SOLORZANO SALAS GENTIL/	Malo	-74,891407	3,552868	1437	2,13	9,96
2139	JAC. VDA. BUENAVISTA/DOLORES .	Regular	-74,884909	3,552252	1502	0,761	10,2
2140	JAC. VDA. BUENAVISTA/DOLORES .	Regular	-74,885968	3,556651	1502	0,07	19,13
3240	JAC. VDA. AMBICA/DOLORES .	Regular	-74,807143	3,505396	1598	2,172	44,39
3241	JAC. VDA. AMBICA/DOLORES .	Regular	-74,81389	3,494914	1660	8,688	174,66
5065	JAC VDA SAN JOSE/DOLORES	Regular	-74,826388	3,536133	1819	1,677	162,45
2006	E.S.P DE DOLORES SERVIDOLORES.	Regular	-74,82538	3,55525	1772	2,848	63,05
2007	E.S.P DE DOLORES SERVIDOLORES.	Regular	-74,82767	3,55191	1739	5,904	395,51
2162	MUNICIPIO DE DOLORES TOLIMA.	Regular	-74,798287	3,602768	1682	2,5	47,18
2857	J.A.C. VDA. LA SOLEDAD .	Regular	-74,730487	3,673218	1596	6	16,42
2885	ASOC. DE USUAR ACUED COMUN SAN ANDRES CENTRO/DOLOR .	Regular	-74,814097	3,586871	1669	6	10,07
3144	ASOUSAR-ACUED-RURAL VDA - GUASIMOS .	Regular	-74,874504	3,605913	1104	2,07	62,34
3257	JAC. VDA. PUERTA DE CAÑA/DOLORES .	Regular	-74,891657	3,538319	1493	0,68	36,48
4599	JAC. VDA. SAN JOSE/DOLORES .	Regular	-74,825915	3,514487	1807	0,24	40,74
4657	JAC. DE LA VEREDA MAL NOMBRE .	Regular	-74,950516	3,49527	1139	0,552	31,41

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Dolores cuenta con 20 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 47,40 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	17	36,15
MUNICIPAL	3	11,25
TOTAL	**20**	**47,40**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 13 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada El Pescado la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 5 concesiones que corresponden al 25,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de Dolores, además cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 12,49 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Dolores.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada El Pescado	2116.4.1	5	12,49
Quebrada Agua Dulce	2115.10.9	2	0,93
Quebrada El Almorzadero	2115.13.3	2	0,38
Rio Cabrera	2114.2	2	2,82
Quebrada El Valle	2116.4.1.2	1	2,60
Quebrada Los Bollos	2114.2.4	1	8,69
Quebrada Los Angeles	2115.10	1	0,55
Quebrada Yabi	2115.13	1	2,13
Quebrada Rio Frio	2116.4.1.3	1	6,00
Quebrada El Estantillo	2115.13.4	1	2,07
Quebrada La Morcilla	2115.10.7.2	1	0,24
Quebrada La Laja	2116.4.1.4	1	2,50
Quebrada La Legia	2116.4.4	1	6,00
TOTAL		**20**	**47,40**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Dolores:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	12
Toma sumergida	3
Otra	2
Toma lateral	2
Muelle de toma	1
TOTAL	**20**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

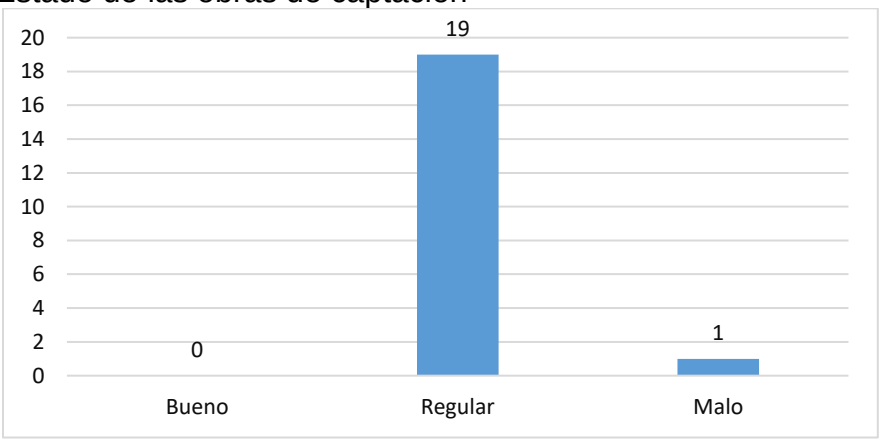
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	19	95,00
Malo	1	5,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Dolores, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	11.929
Personas Transitorias	Sin definir

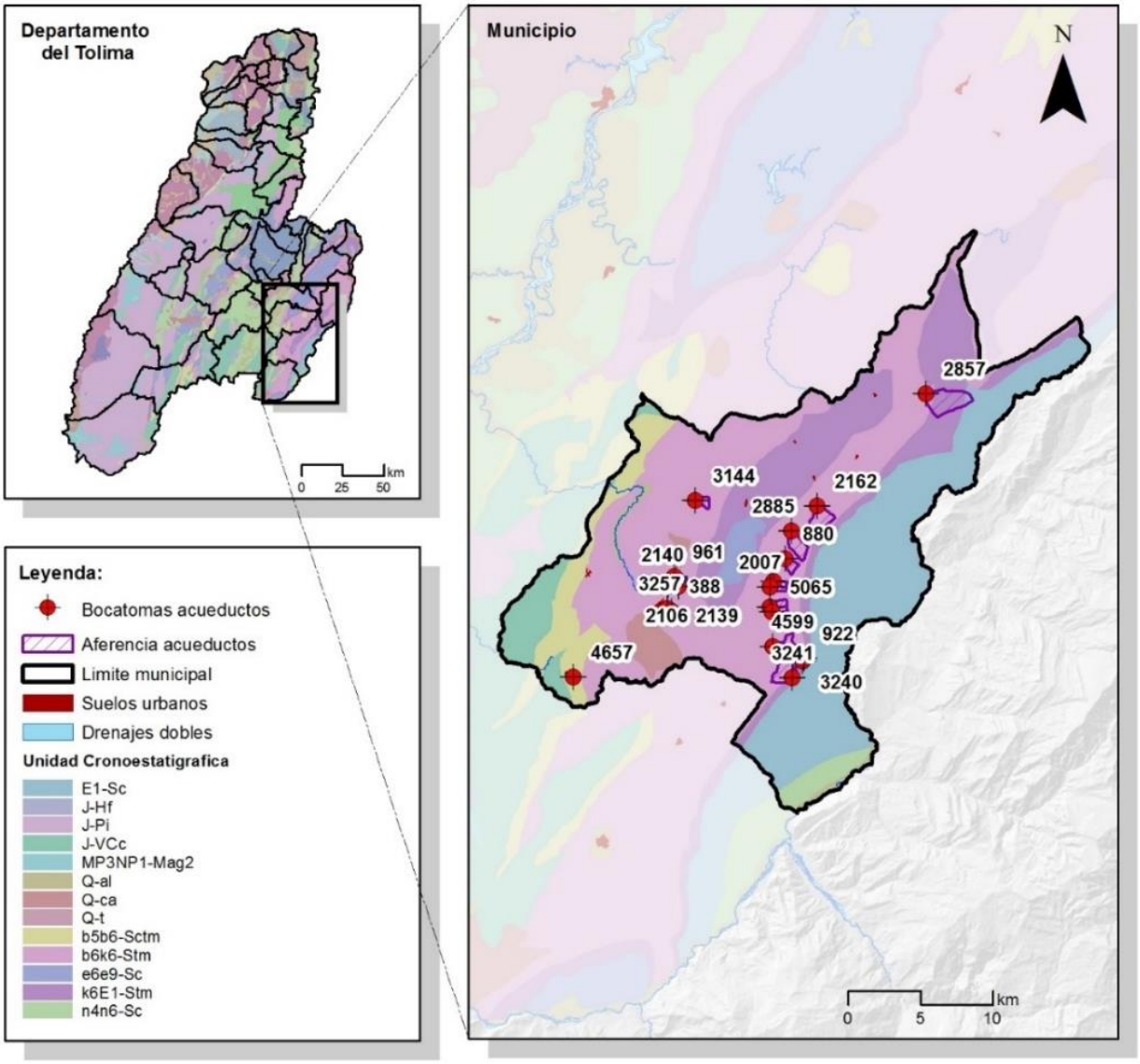
Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Corresponde a una secuencia de arcillolitas y lutitas de color rojizo dominante, que ha recibido los nombres de Formación o Grupo Guaduas (HUBACH, 1957), Formación Seca (PORTA, 1965,1966) o Grupo Guaduala (BELTRÁN y GALLO, 1968) (Figura 6); de estos nombres el más usado y arraigado en la literatura geológica es el de Formación Guaduas. Estas denominaciones se han usado para describir las rocas de composición arcillosa, ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la Cordillera Oriental. Por lo regular ocupa áreas planas a ligeramente onduladas del valle del Magdalena, como se puede observar en la carretera Guamo-Ortega, entre el río Ortega y la cabecera municipal; en la zona de Cunira, al oriente del Municipio de Coello y entre Payandé-Valle de San Juan y el río Cucuana. La secuencia consta de arcillolitas y lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas grises y amarillo crema, de grano fino, algunas veces con aspecto de "sal y pimienta". Las areniscas varían en su composición desde ortocuarcíticas, en la base, hasta arcósicas, en la parte superior.

Localmente se presentan intercalaciones de conglomerados con clastos de chert y cuarzo. El contacto inferior no ha sido determinado exactamente, debido a que casi siempre está cubierto; algunos autores hablan de una posible discordancia sobre el Cretácico Superior, aún sin comprobar. El contacto superior con el Grupo Gualanday algunas veces ha sido interpretado como discordante, debido al cambio brusco de litología (MENDIVELSO, 1982); por lo general se acepta concordante (TELLEZ y NAVAS, 1962; COSSIO et al., 1995). El espesor es muy variable y difícil de establecer debido al carácter monótono de la secuencia y a la ausencia de niveles estratigráficos guías; generalmente se acepta una potencia entre 400 y 500 m. La edad de esta unidad arcillosa está documentada desde el Maastrichtiano hasta el Paleoceno (Cretácico Superior - Paleógeno).

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Guaduas	360,228	22,61%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y	Aptiano-Albiano		15,501	0,97%

	shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.				
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas	Paleoceno		27,982	1,76%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		1189,656	74,66%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

4. Unidades de suelo

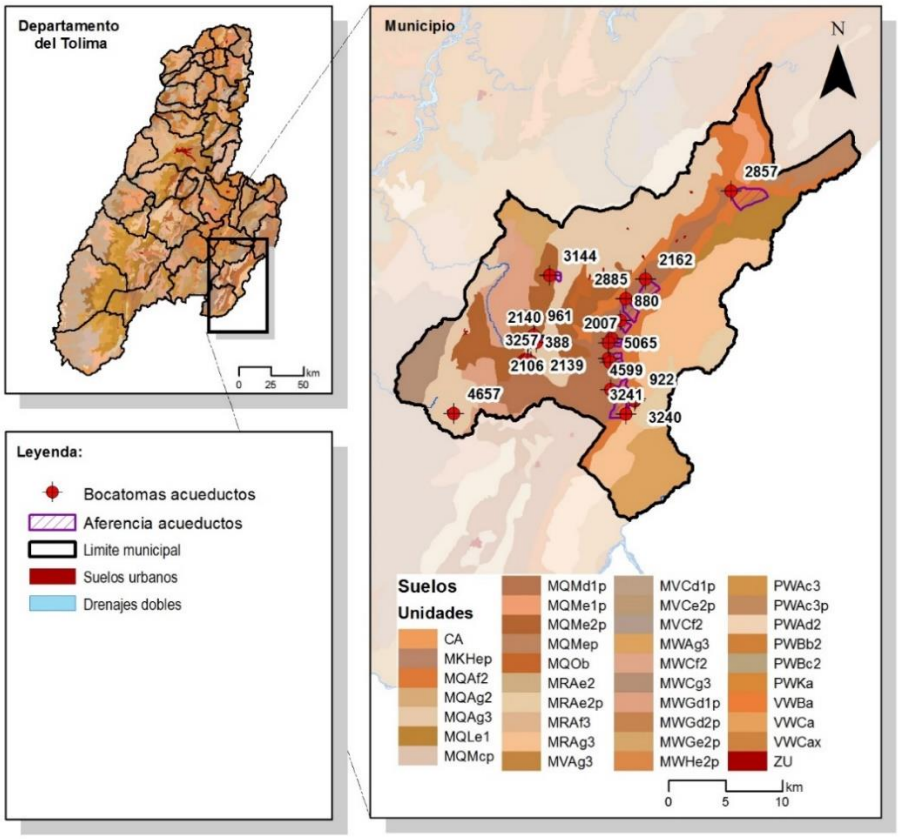
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Dolores se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Dolores se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQA con el 46,99% del área total, estos son suelos superficiales, bien a excesivamente drenados, de texturas medias a finas; ácidos, medios a altos en materia orgánica y de fertilidad baja a muy baja, estos suelos presentan relieve moderado a fuertemente escarpado, de pendientes largas, erosión ligera, moderada y severa.

El 34,37% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQM, estos son suelos moderadamente profundos y superficiales; bien drenados, de texturas finas y gruesas; fuertemente ácidos y de fertilidad baja, estos suelos presentan relieve moderadamente inclinado, moderada a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado de pendientes cortas, erosión ligera a moderada localmente con pedregosidad superficial. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MQA (8,12%), MQL (6,68%), MRA (2,16%) y MQMe2p (1,69%), cuya mayor limitante es la erosión ligera o moderada.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores.

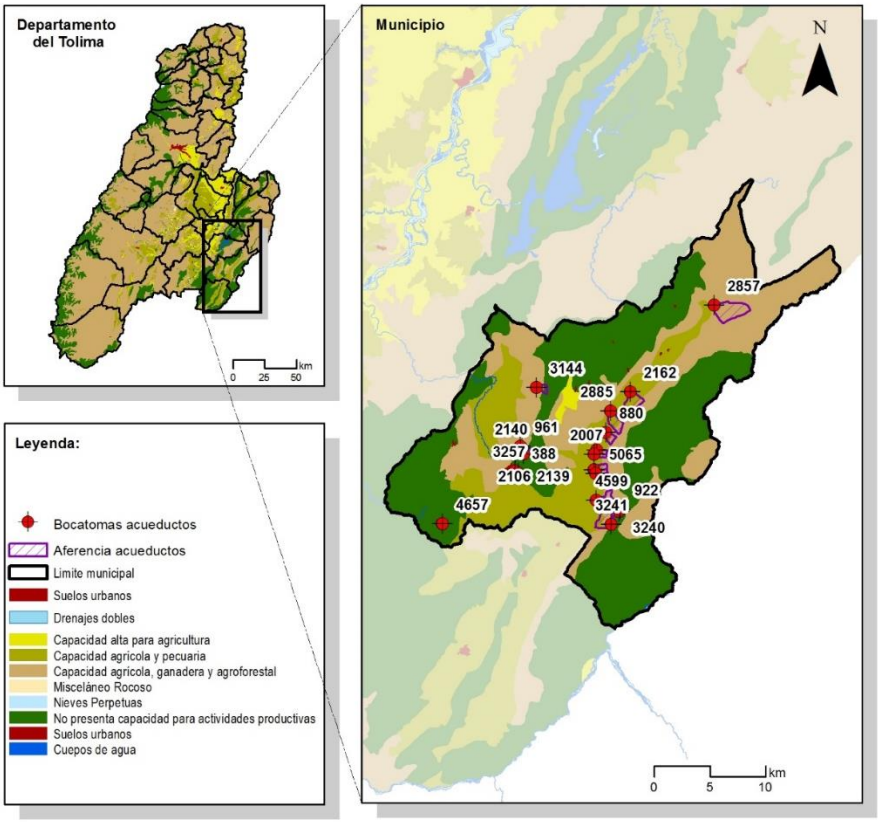
UCSUELO	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	748,65	46,99
MQMd1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	547,64	34,37
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	129,32	8,12
MQLe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	106,37	6,68
MRAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	34,47	2,16
MQMe2p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	26,91	1,69

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Dolores

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	748,65	46,99
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	547,64	34,37
8	No presenta capacidad para actividades productivas	129,32	8,12
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	106,37	6,68
8pe	No presenta capacidad para actividades productivas	34,47	2,16
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	26,91	1,69

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 46,99 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p).

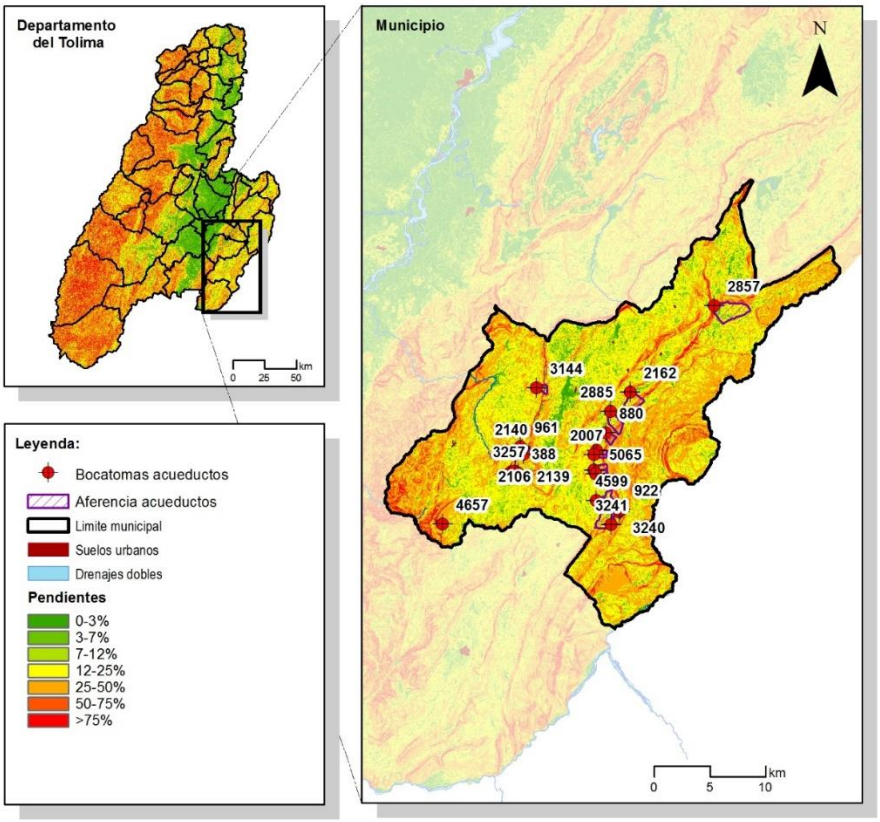
6. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Dolores y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	39,50	2,48%
3-7%	Ligeramente inclinado	100,56	6,31%
7-12%	Moderadamente inclinado	211,32	13,26%
12-25%	Fuertemente inclinado	610,15	38,30%
25-50%	Ligeramente escarpado	446,93	28,05%
50-75%	Moderadamente escarpado	137,70	8,64%
>75%	Fuertemente escarpado	47,07	2,95%

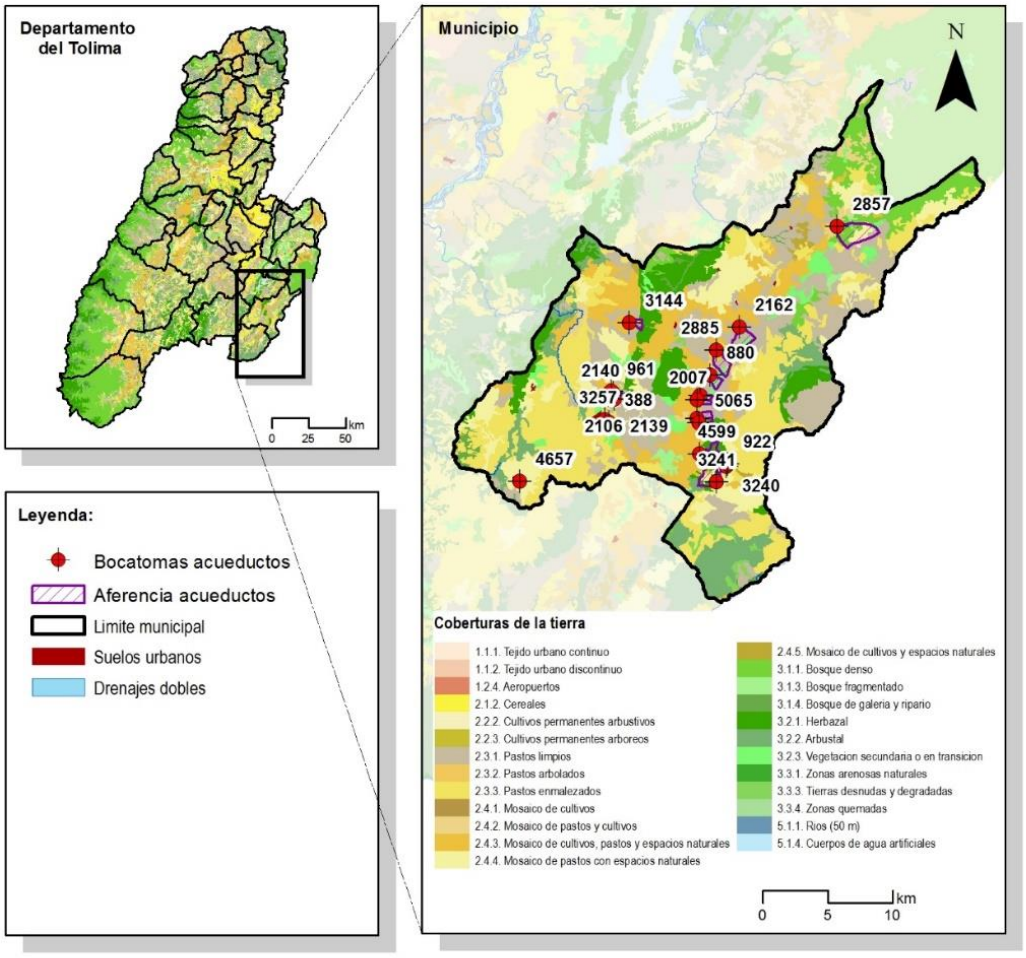
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Dolores se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos es de 12-25% conformando una topografía fuertemente inclinada y abarcando un total de 38,30% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas ligeramente escarpadas y moderadamente inclinadas, abarcando un área de 28,05% y 13,26% respectivamente del total del área.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Dolores se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Dolores y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA(HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	330,42	20,74
2.3.1	Pastos limpios	323,10	20,28
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	291,00	18,26
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	191,05	11,99
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	180,69	11,34
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	150,65	9,45
2.3.3	Pastos enmalezados	90,60	5,69
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	19,34	1,21
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	6,61	0,41
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	6,16	0,39
3.2.2.2	Arbustal abierto	3,72	0,23

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 20,74% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores presentan cobertura de herbazal abierto rocoso, corresponde a las áreas dominadas por vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura entre 30% y 70%. En ningún caso se pueden presentar elementos arbóreos. Se desarrollan sobre áreas de sustratos predominantemente rocosos y pedregosos que no retienen humedad. El 20,28% de la cobertura presenta pastos limpios, que son tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas; el 18,26% Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales.

En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

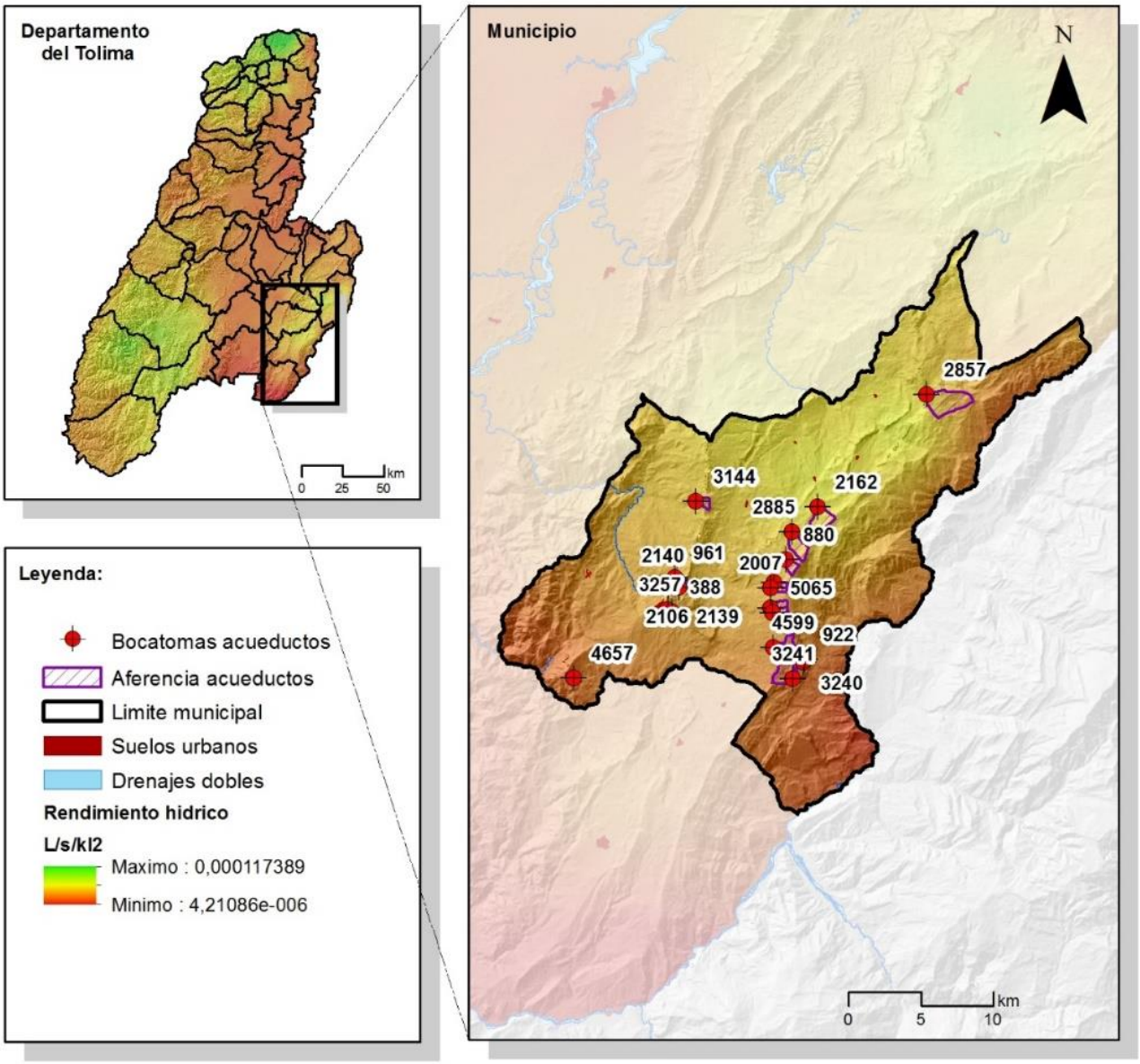
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Dolores y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Dolores

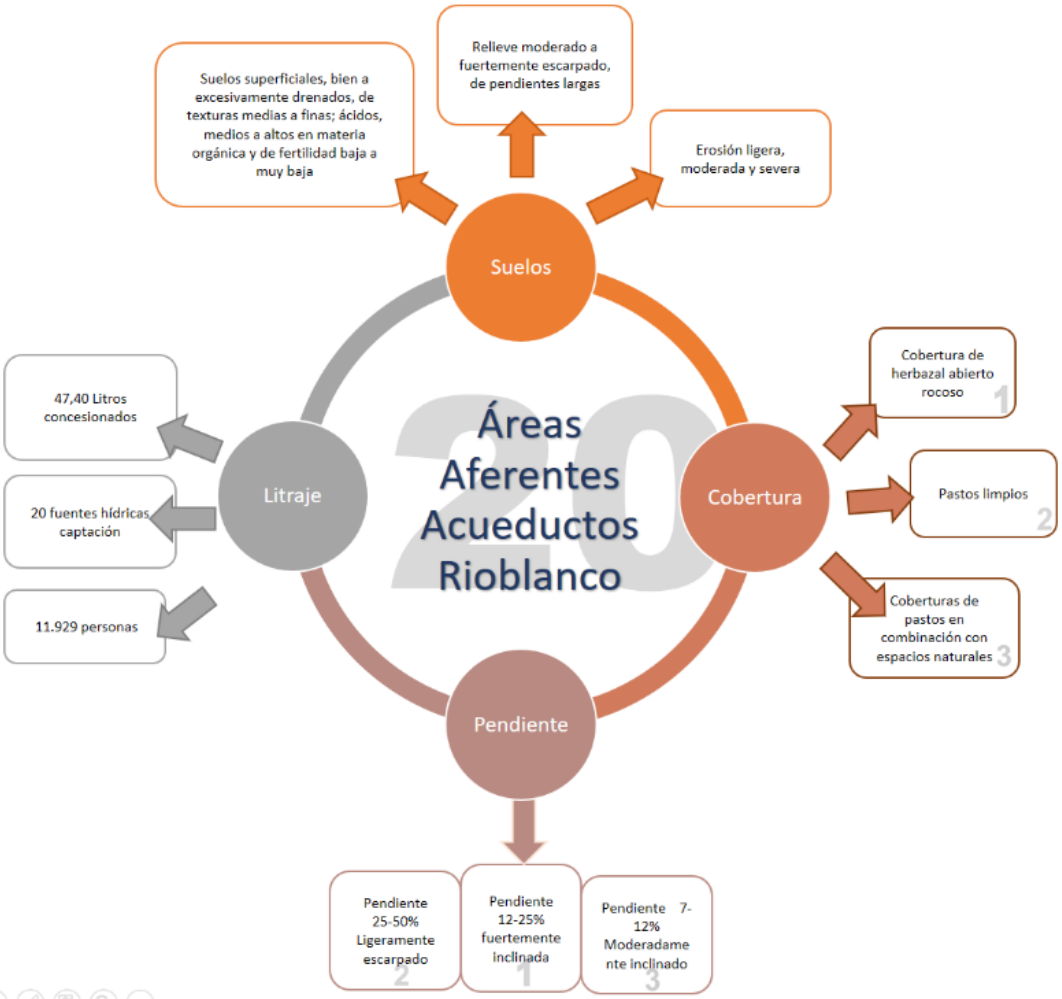
LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% Área de Aferencia respecto Área Micro	% RH Área Aferente respecto RH Micro
4657	0,1550	0,0031	2115.10	Quebrada Los Angeles	14,486	0,304	1,07%	1,04%
3241	3,1850	0,0767	2114.2.4	Quebrada Los Bollos	10,045	0,215	31,71%	35,71%
922	0,4998	0,0124	2114.2	Rio Cabrera	51,576	1,023	0,97%	1,21%
3240	0,6860	0,0162	2114.2	Rio Cabrera	51,576	1,023	1,33%	1,58%
4599	0,3322	0,0087	2115.10.7.2	Quebrada La Morcilla	1,852	0,050	17,93%	17,28%
3257	0,0996	0,0030	2115.10.9	Quebrada Agua Dulce	3,818	0,105	2,61%	2,87%
388	0,1020	0,0031	2115.10.9	Quebrada Agua Dulce	3,818	0,105	2,67%	2,93%
2106	0,1913	0,0061	2115.13	Quebrada Yabi	32,962	1,035	0,58%	0,58%
3144	0,4439	0,0165	2115.13.4	Quebrada El Estantillo	8,143	0,294	5,45%	5,61%
2162	1,7466	0,0725	2116.4.1.4	Quebrada La Laja	17,622	0,765	9,91%	9,47%
2885	1,6245	0,0615	2116.4.1.3	Quebrada Rio Frio	12,064	0,485	13,47%	12,66%
880	0,6305	0,0223	2116.4.1.2	Quebrada El Valle	9,860	0,367	6,39%	6,07%
2857	3,9551	0,1427	2116.4.4	Quebrada La Legia	15,716	0,624	25,17%	22,87%
961	0,4718	0,0154	2115.13.3	Quebrada El Almorzadero	9,031	0,302	5,22%	5,09%
2139	0,1007	0,0033	2116.4.1	Quebrada El Pescado	68,851	2,415	0,15%	0,14%
2140	0,1642	0,0054	2115.13.3	Quebrada El Almorzadero	9,031	0,302	1,82%	1,80%
1916	0,6234	0,0191	2116.4.1	Quebrada El Pescado	68,851	2,415	0,91%	0,79%
5065	0,3648	0,0110	2116.4.1	Quebrada El Pescado	68,851	2,415	0,53%	0,45%
2007	0,4074	0,0134	2116.4.1	Quebrada El Pescado	68,851	2,415	0,59%	0,55%
2006	0,3141	0,0105	2116.4.1	Quebrada El Pescado	68,851	2,415	0,46%	0,44%
TOTAL	15,9337	0,5174			586,826	18,773	127,11%	127,36%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

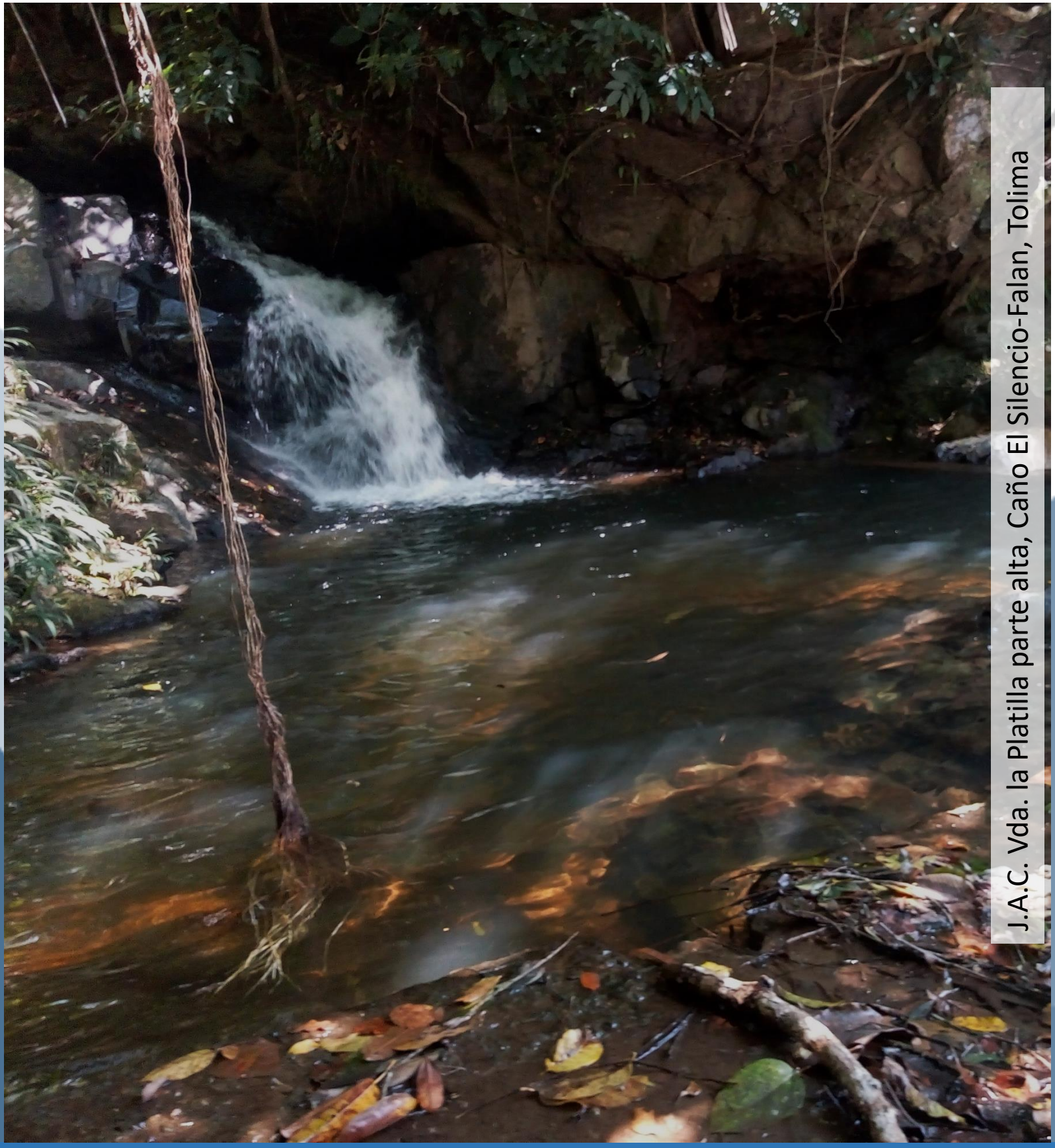
Las áreas aferentes de los 20 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,517 l/s/Km^2. El área aferente de 2 de los 3 acueductos municipales de Dolores (llaves 2007 y 2006), presentan un rendimiento hídrico de 0,99 l/s/Km^2 que corresponde al 0,99% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada El Pescado, pues abarca el 1,05% del área de la misma.

Para el caso del 3 acueducto municipal (llave 2162), se tiene que rendimiento hídrico de 0,072494 l/s/Km^2 que corresponde al 9,47% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada La Laja, pues abarca el 9,91% del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la J.A.C Vereda Puerta de Caña, con 0,003009 l/s/km^2 el cual corresponde al 2,61% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Agua Dulce.

Figura *9.* Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Dolores



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. la Platilla parte alta, Caño El Silencio-Falan, Tolima

ANEXO 15 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE FALAN

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE FALAN 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 13
5. **Unidades de suelo** 15
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 20
8. **Cobertura de la tierra** 22
9. **Rendimiento hídrico** 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Falan 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Falan. .. 6
Tabla 4. Tipo de obras de captación 6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 8
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca 9
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Falan 13
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan 14
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan**.** 17
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan 21
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan 22
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Falan 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Falan y sus áreas aferentes 5
Figura 2. Estado de las obras de captación 7
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes 14
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes 16
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes 18
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Falan y en sus áreas aferentes. 21
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes 23
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Falan y en las áreas aferentes de los acueductos 26
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan 28

MUNICIPIO DE FALAN

1. Localización

El Municipio de Falan, está ubicado al Norte del Departamento del Tolima, sobre la Vía que de Ibagué conduce a Mariquita a una distancia aproximada de 128 kilómetros y 185 kilómetros de Bogotá, mientras que de San Felipe (Armero Guayabal) a la Cabecera Municipal el recorrido es de 44 Km, es de fácil acceso.

El territorio del Municipio es montañoso, con rangos altitudinales que van desde los 467 hasta los 1.700 metros sobre el nivel del mar, bañado por los Ríos Gualí, Cuamo y Sabandija. Tiene una temperatura que oscila entre los 25,1 y los 27,3 ºC, siendo el promedio 25,7 ºC y una precipitación promedio anual de 2.165,9 msnm. Estas características hacen que Falan sea considerado como "La despensa agrícola de la región", por su gran variedad de productos agrícolas que ofrecen sus pisos térmicos.

El Municipio de Falan se encuentra ubicado en la Región Andina, sobre las estribaciones finales sobre la Cordillera de Los Andes (flanco oriental de la Cordillera Central), ubicada al noroeste de la Ciudad de Ibagué sobre la margen izquierda de la carretera principal a 2,5 horas de Ibagué y a cuatro (4) horas de la Capital de la República.

La cabecera municipal se encuentra ubicada dentro de las Coordenadas Geográficas 5º 08' de Latitud Norte y 74º 57' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, y en general el Municipio está enmarcado dentro de las coordenadas planas X1=1.065.000 Y1=890.000 y X2=1.045.000 Y2=890.000.

La altura promedio del Municipio es de 983 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), posee áreas con alturas que van desde los 350 metros (sector nororiental del Municipio) hasta los 1.850 metros (sector suroccidental de Falan, colindando con Fresno, Villahermosa y Casabianca).

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Falan cuenta con un área total de 187.54km², de los cuales el 0,29%, pertenece al área urbana y 99,71% al área rural, el área del Municipio de Falan en el sector urbano tiene un área aproximada de 65,98 Ha. reunidos en seis (6) barrios, mientras que el área rural alcanza aproximadamente unas 17.783,92 Ha, concentrados en 35 veredas y un centro poblado conocido como Frías.

El 21,82% en bosques; el 19,77% son áreas de protección y conservación por hacer parte del Parque Nacional Natural Los Nevados y el 4,71% se dedica a otros usos.

El municipio de Falan cuenta con 23 concesiones de agua de las cuales 22 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 45,83 Lts.seg-

1 destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación, en la tabla 1, 2 y la figura 1.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Falan

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
4409	JAC. vda. Claras/Falan.	Bueno				0.8575	
551	Asoc. pro. acueducto de Socorro Cab.	Bueno	5.064000	-74.962000	978	1.8	12.32
738	Asoc. de usuar acued rural Lajas-Cucharo.	Bueno	5.094300	-74.959800	1005	3.0	37.72
2445	JAC. vda. la Platilla parte alta/Falan.	Bueno	5.151673	-74.905760	484	2.01	738.94
2501	Asoc. de usuar acued El Progreso.	Bueno	5.063000	-74.983000	1207	2.5	2.11
2782	JAC. de la vda. San Antonio.	Bueno	5.072810	-74.929300	628	1	1.21
3282	JAC. vda. la Platilla parte alta/Falan.	Bueno	5.146220	-74.926540	739	2.4	4.88
3286	JAC. vda. el Refugio/Falan.	Malo	5.119900	-74.981800	1190	0.187	4.10
3302	JAC. vda. de Cumba/Falan.	Bueno	5.112930	-74.967600	1100	1.041	4.55
3305	JAC. Vda. Piedecuesta/Falan.	Regular	5.125550	-74.970760	1144	0.941	3.88
3306	JAC. vda. Piedecuesta/Falan.	Malo	5.125550	-74.970760	1144	0.558	4.07
3376	JAC. vda. la Platilla parte alta/Falan.	Bueno	5.146220	-74.926540	739	0.26	7.90
3381	JAC. vda. Mondeco/Falan.	Regular	5.135500	-74.987750	1182	1.71	10.48
3820	Asoc. de Usuar acued el Triunfo vda Hoyo Negro Falan.	Regular	5.150750	-74.951720	960	3	10.60
3885	JAC. vda. la Insula/Falan.	Bueno	5.150270	-74.942680	484	1.2	37.01
3935	Gustavo Arango Guzmán.	Regular	5.123690	-74.967980	1080	0.022	4.61
4048	Municipio de Falan.	Bueno	5.123180	-74.951420	0	11.05	187.46
904	JAC. Vereda el Topacio.	Regular	5.053780	-74.994640	1391	1.85	12.74
1879	JAC. vda. Tres Esquinas/Falan.	Regular	5.038300	-75.006400	1320	2.24	15.13
2166	JAC. de la vereda Alto del Oso/Falan.	Regular	5.019020	-75.003181	1335	5.4	17.31
2537	Asoc. de usuar acued vda. el Topacio p/Baja.	Bueno	5.042700	-74.996770	1150	1.8	2.45
2676	Asoc. de usuar acued rural vda. el Mango/Falan.	Regular	5.040900	-74.984300	1130	1	1.60
4414	JAC. vda. Claras/Falan.	Bueno	5.037660	-75.023120	1277	0.8575	7.67

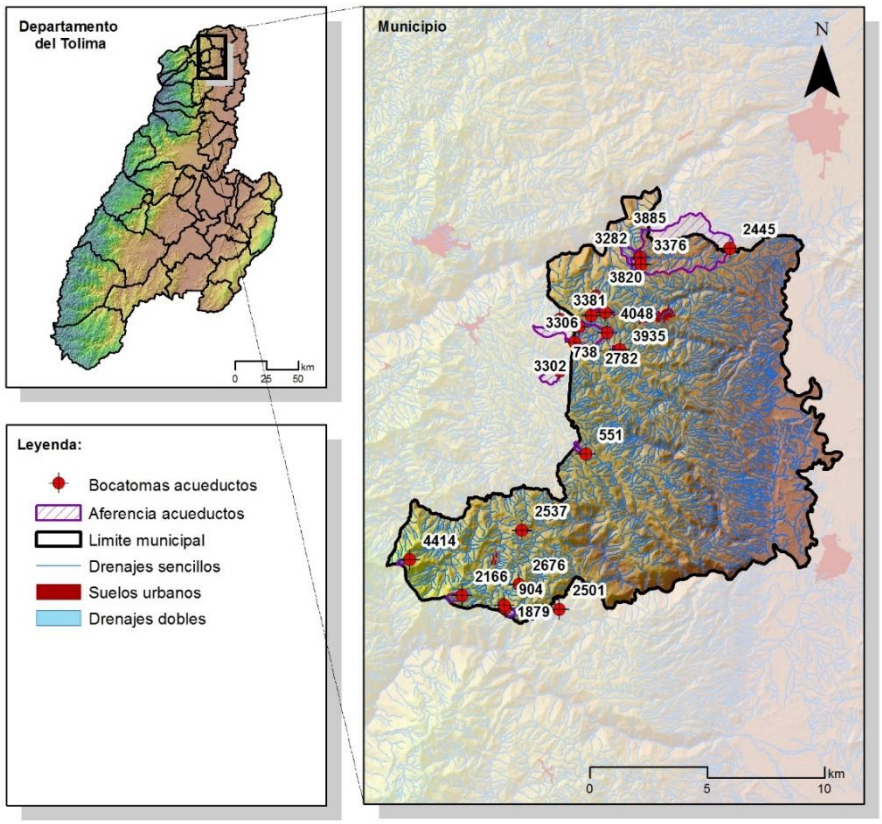
Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	21	34,78
MUNICIPAL	1	11,05
TOTAL	**22**	**45,83**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Falan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 11 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de las cuales la Quebrada Morales, cuenta con la mayor carga de concesiones, con un

total de 6 concesiones que corresponden al 27,27% del total de concesiones para acueductos del municipio de Falan, siendo esta quebrada la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 13,80 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Falan.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Morales	2125-03.2.4.3	6	13,80
Quebrada Chispero	2125-03.2.11	4	10,35
Caño El Silencio	2125-03.2.4.1	3	4,67
Quebrada Quebradon	2125-03.2.12	2	2,80
Quebrada Santa Gueda	2125-03.2.7	1	1,80
Rio Gualí	2301.2	1	1,20
Quebrada Santa Lucia	2125-03.2.13.1	1	2,50
Quebrada De Salinas	2125-03.2.5.1	1	1,00
Rio Jiménez	2125-03.2.5	1	3,00
Quebrada El Jordán (la Rica)	2301.2.22	1	3,00
Quebrada Oromazo	2301.2.20	1	1,71
TOTAL		**22**	**45,83**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, en la tabla 3 se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Falan:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	12
Toma lateral	6
Toma sumergida	3
Otra	1
TOTAL	**22**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

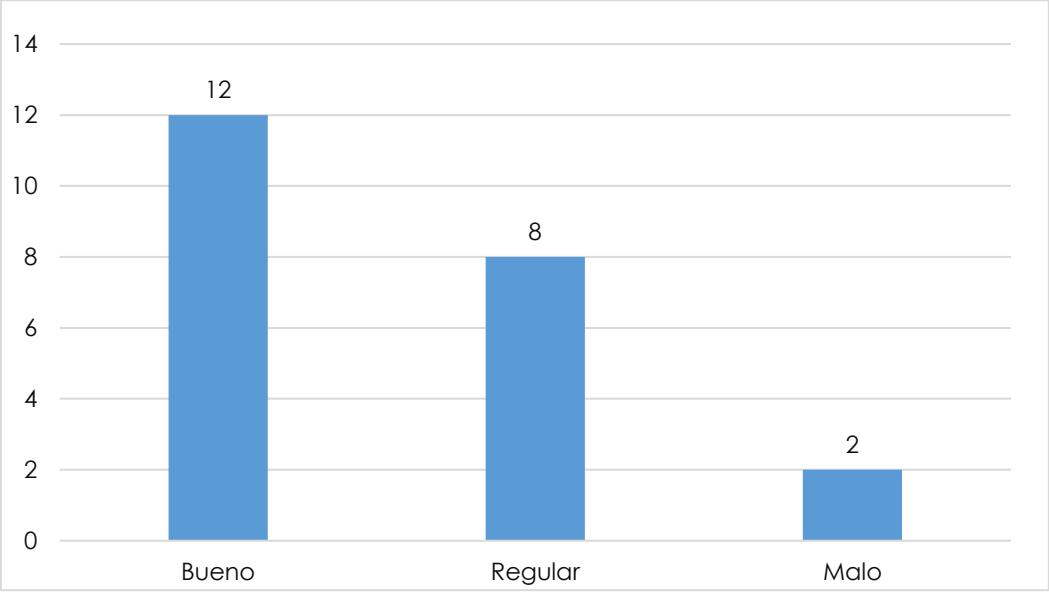
Las visitas realizadas permiten verificar que el 45,45% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, en la tabla 4 y la figura 2 se observa el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	12	54,55
Regular	8	36,36
Malo	2	9,09

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De las 23 concesiones mencionadas inicialmente, solo 22 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) de estas fue declarada “archivada” bajo resolución 197 de 23/07/2013 y era identificada bajo la llave 4409, del usuario JAC. VDA. CLARAS/FALAN con un total de 0,8575 Lts.seg-1; no obstante, este usuario ya cuenta con una nueva concesión por el mismo Litraje bajo la llave 4409.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las

obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Falan, ninguna fue reportada con personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias, como se observa en la tabla 5.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	5.349
Personas Transitorias	1.108

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500

	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15

Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			

Pr =	Promedio
Máx =	Máximo
Mín =	Mínimo
Md =	Mediano
ppm	Partes por millón

Fuente: Lozano et al., (1976).

Grupo Honda (Ngh): En la región estudiada el Grupo Honda está representado por una secuencia de rocas sedimentarias elásticas, principalmente areniscas gris verdosas, arcillolitas abigarradas y delgados lentes conglomeráticos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada y gradada.

El Grupo Honda aparece en contacto fallado con el borde oriental del Batolito de Ibagué y tiene un rumbo regional N-NE con buzamiento variable al este y al oeste formando un sinclinal. Stirton (en DE PORTA 1974, p. 313) le asigna al Grupo Honda una edad Oligoceno superior - Mioceno superior.

Formación Mesa (N2Q1-VCc): La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

El autor de este término. Butler (1942) indica como localidad tipo de la unidad la sección que se encuentra al NW de Honda; Porta (1965) propone como sección de referencia el camino que de Mariquita conduce al cerro Lumbi, en donde destaca tres miembros: Las Palmas, Bernal y Lumbí, con un espesor total de 431 m. Otros autores plantean espesores diferentes, dependiendo del sitio de observación.

La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

De acuerdo con la descripción de Porta (1965), el miembro inferior consta de bancos de gravas arenosas formadas por cantos de rocas volcánicas dacíticas y andesíticas (65%), cantos de rocas metamórficas, plutónicas, cuarzo y chert (35%), con algunos bancos de arenas tobáceas y arcillas caoliníticas blancas.

El Miembro Bernal está constituido por bancos de gravas y gravas arenosas con predominio de cantos de rocas efusivas (70%) y gravas con cantos de pumitas que, en muchas ocasiones, son el constituyente único. El miembro superior o Lumbí, consiste en bancos de arenas tobáceas, con lentejones a manera de rellenos de canal de pómez, y algunos bancos de arcillas blancas, caoliníticas.

La descripción general de Thouret (1989), para la Formación Mesa, es: "en la base pelitas, arcillolitas y areniscas con algunos lentes de lapilli de pómez, cenizas y tobas; luego unidades de coladas piroclásticas de tobas dacíticas y, finalmente, arenas y areniscas volcánicas, lentes de pómez y de conglomerados de andesita, dacita y granodiorita, más frecuentes hacia el tope".

De la Formación Mesa se extraen gravas y arenas para uso en construcción; algunos niveles arcillosos son bentoníticos y como tal han tenido alguna aplicación. Ver tabla 3. Ph y temperatura municipio de Falan.

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Falan

Falan			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

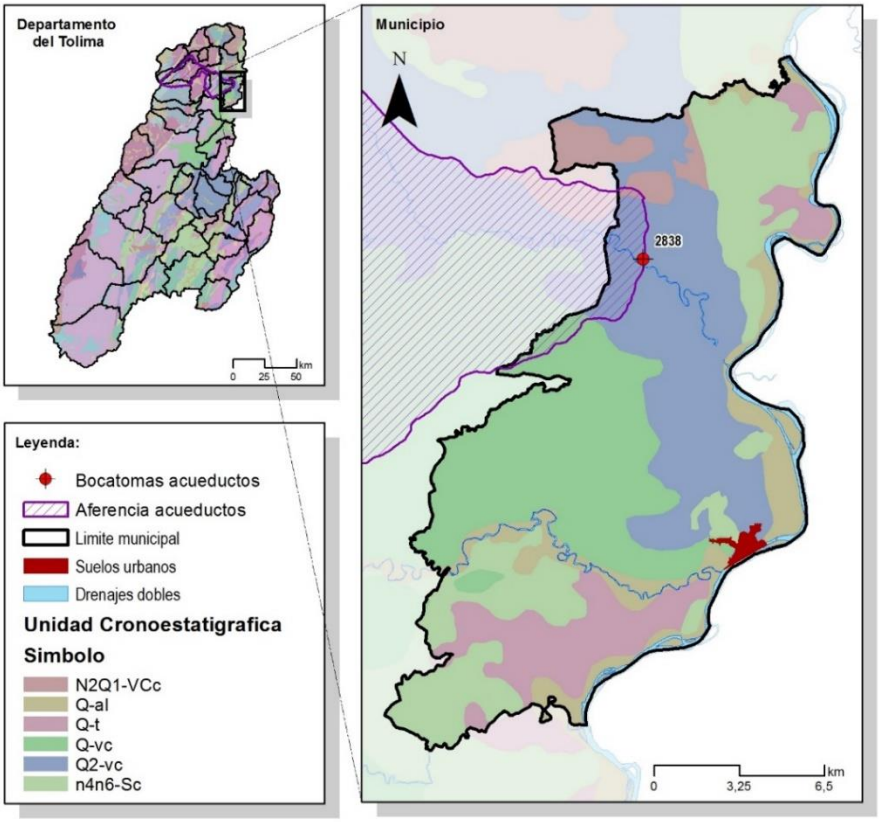
Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Falan, se determinaron valores en promedio de Ph de 7.22 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 21.88 °C (alta), lo que infiere una baja concentración de oxígeno, lo que puede indicar zonas con posible desprotección de cobertura vegetal y/o posibles vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente estas unidades como el Complejo Cajamarca son clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Para la Formación Mesa: El miembro inferior (Palmas), presenta un espesor de 40m aproximadamente, con porosidad y permeabilidad baja, con posibilidades de acuífero por sus características litológicas; para el miembro Bernal un espesor de 330m, porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado como acuífero; el miembro superior (Lumbí), con porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado también con potencial como acuífero.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
N2Q1-VCc	Arenitas feldespáticas y líticas; arcillolitas, y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.	Plioceno-Pleistoceno	Formación Mesa	633,204	57,850%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	367,252	33,552%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	92,908	8,488%

Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		1,202	0,110%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

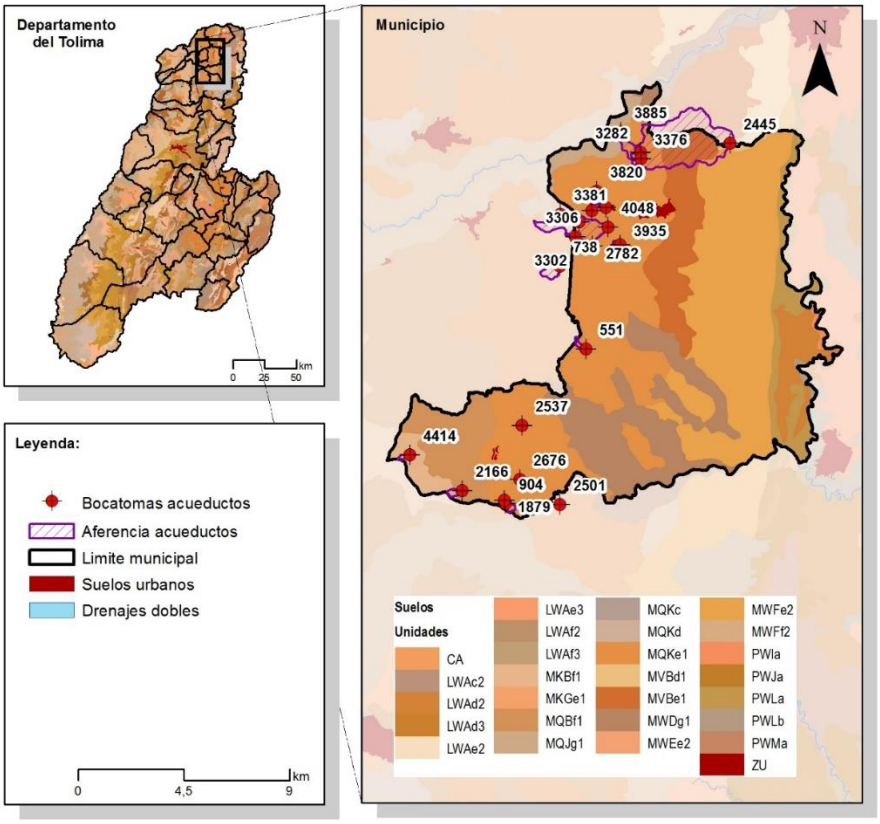
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones.

La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Falan, se pueden observar en la figura 4 y la tabla 9, así como la ubicación de la bocatoma del acueducto del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Falan se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQKe1, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada con el 49,2% del área total; con el 44,0% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MVBe1, estos son suelos moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, ligeramente ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad Baja; con el 2,1% del área total, se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWfe2, estos son muy superficiales, bien drenados, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada; con el 2,1% del área total se encuentra los suelos pertenecientes a las unidades de MVBd1 estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas finas, medias y gruesas; ácidos bajos en materia orgánica y de fertilidad baja; MKBf1 con el 1,6% del área total, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas; ácidos y ricos en materia orgánica; de fertilidad moderada; Con el 0,6% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQBf1, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medias; fuertemente ácidos, altos en materia orgánica y de fertilidad moderada y con el 0,6%

del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQJg1, estos son suelos muy superficiales; excesivamente drenados de texturas gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y fertilidad baja

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan**.**

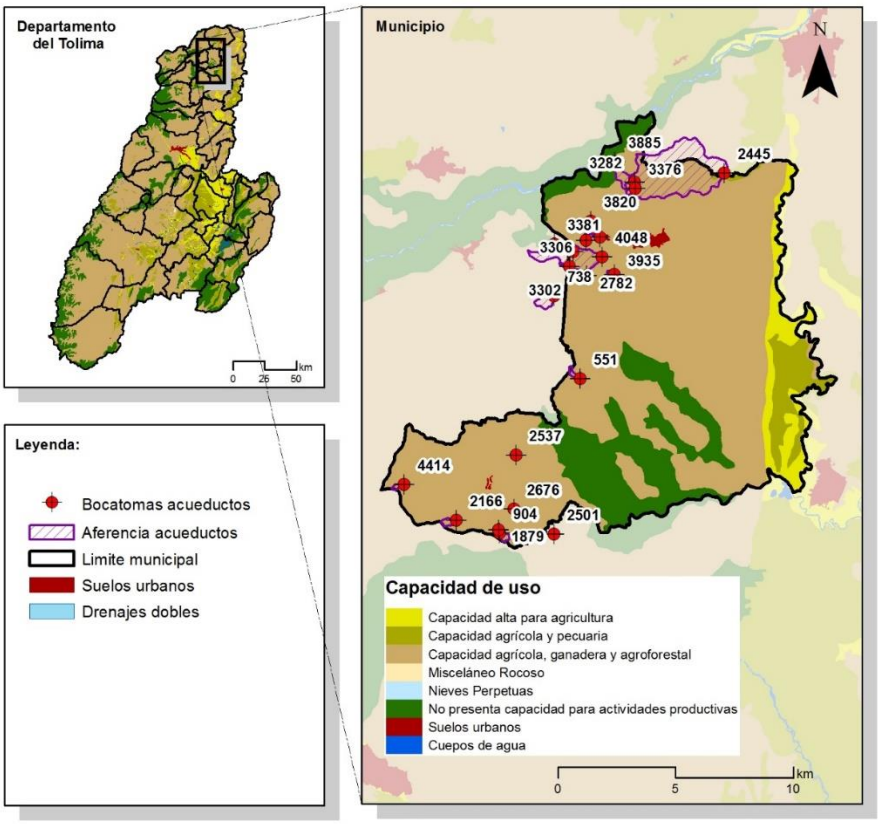
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	538.13	49.2
MVBe1	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	481.96	44.0
MWFe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	INCEPTISOLES	23.07	2.1
MVBd1	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	19.76	1.8
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	17.96	1.6
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	7.02	0.6
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	6.67	0.6

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Falan

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	538.13	49.2
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	481.96	44.0
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	23.07	2.1
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	19.76	1.8
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	17.96	1.6
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	7.02	0.6
8	No presenta capacidad para actividades productivas	6.67	0.6

El 51.4 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos agrícolas; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. El uso está condicionado por las fuertes pendientes, el drenaje natural excesivo, los suelos pobres, la erosión, el exceso o la deficiencia de lluvia, la alta pedregosidad o la rocosidad en algunas unidades de tierra.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos o subclases es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la subclase 7p (49.2%), son suelos con limitación de pendiente (p); 7pc (1.6%), son suelos con limitación de pendiente y clima; la subclase 7pe (0.6%), son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión.

El 46.1% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones severas, que las hacen inadecuadas para la explotación agrícola intensiva. El uso debe orientarse hacia la elección de cultivos semi perennes o perennes en el sistema de multiestrata, o en fajas de cultivos asociados dispuestos en sentido contrario a la dirección de la pendiente y al pastoreo extensivo, con establecimiento de pastos de corte. Se recomienda paras tierras la explotación en sistemas que combinen el uso de agricultura con los bosques y el establecimiento de bosques comerciales plantados en algunos sectores. Los suelos presentes en la clase 6 son los de la subclase 6s (44.0%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión; la subclase 6p (2.1%), son suelos con limitación de pendiente (p).

Los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan que se encuentra en la clase agroecológica 4, son tierras con limitaciones severas que la restringen la elección de las plantas para la agricultura y requieren prácticas de manejo cuidadosas, como siembras en contorno, cultivos en fajas intercaladas, instalación de barreras, control de malezas y fertilización: Se recomienda el establecimientos de cultivos densos como los pastos de corte, caña panelera, cultivos semi limpios y explotaciones agro- silvo-pastoriles. Los suelos presentes en la clase 4 son los de la subclase 4s (1.8%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión.

Y el 0,6 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, se encuentra en la clase agroecológica 8, las tierras de esta clase tienen

limitaciones muy severas, que las hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales; solamente deben ser empleadas para la vida silvestre, belleza escénica zonas de protección especial y como banco de flora y fauna. Las principales limitantes que tienen los suelos son: las pendientes pronunciadas, la escasa profundidad efectiva, la erosión, y las temperaturas muy bajas.

7. Pendientes

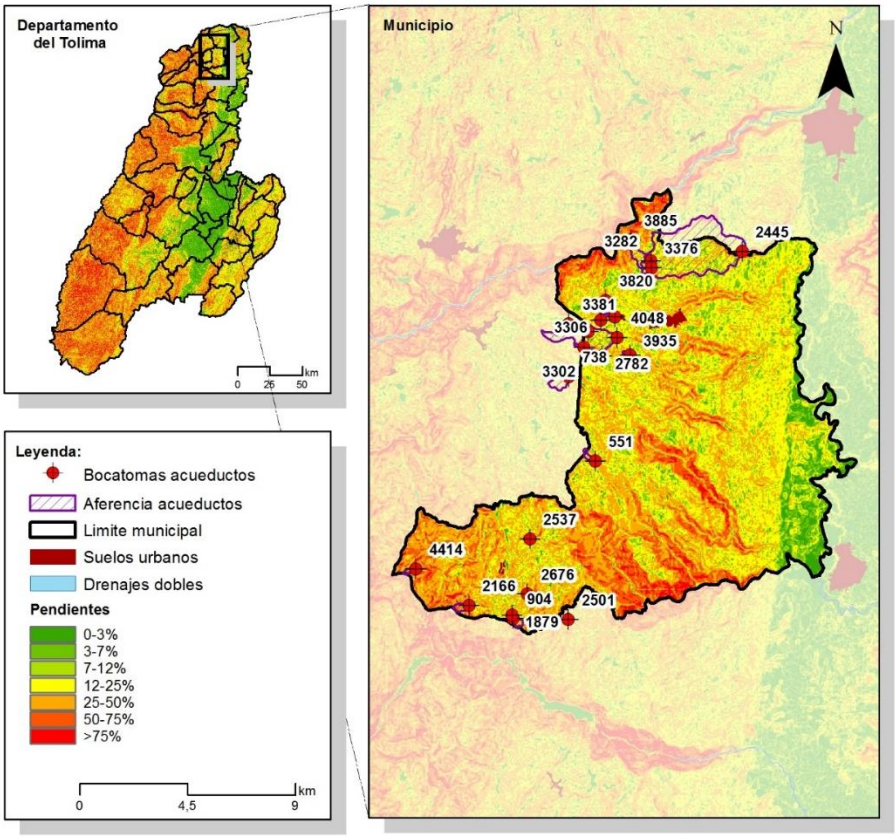
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Falan y en sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	22.21	2.03
3-7%	Ligeramente inclinado	79.57	7.28
7-12%	Moderadamente inclinado	176.90	16.19
12-25%	Fuertemente inclinado	522.49	47.81
25-50%	Ligeramente escarpado	267.91	24.52
50-75%	Moderadamente escarpado	23.15	2.12
>75%	Fuertemente escarpado	0.57	0.05

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

La pendiente presente en las bocatomas de los acueductos del municipio de Falan, observan en la tabla 5, luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, es de 12-25% conformando una topografía fuertemente inclinada y abarcando un total de 47,8% del área global de las áreas aferentes; ver tabla (11); seguido de zonas ligeramente escarpadas , abarcando un área de 24.5% del total del área aferente; seguido de zonas con un porcentaje de 7-12% de cubrimiento con una topografía moderadamente inclinada, abarcando un área de 16.19% del total del área aferente; seguido de zonas ligeramente inclinadas 3-7%, abarcando un área de 7.28% del total del área aferente; ; seguido de zonas moderadamente escarpadas y planas, abarcando un área de 2,11% y 2,03% respectivamente del total del área y con los rangos de pendiente escasos de >75% con 0.05% del total del área aferente.

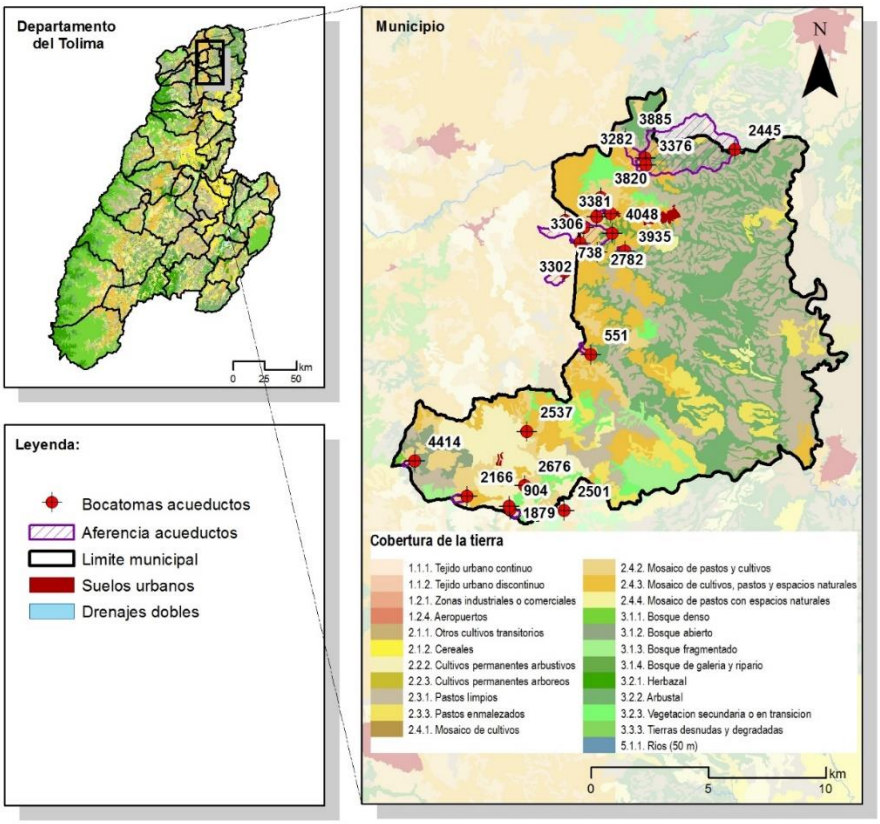
8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Falan, se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.2.2.	Arbustal abierto	308.6	28.19
2.3.1.	Pastos limpios	297.3	27.17
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	224.0	20.46
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	193.7	17.70
2.3.3.	Pastos enmalezados	35.5	3.24
2.2.2.2.	Café	17.0	1.56
3.1.4.	Bosque de galería y ripario	14.3	1.31
3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	2.1	0.19
3.1.2.1.1.	Bosque abierto alto de tierra firme	1.9	0.18
3.1.3.1.	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	0.1	0.01

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Falan y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 28.19% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001). De acuerdo con la información disponible y la escala de trabajo, esta unidad se encuentra presente en la clase Arbustal abierto: es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.

El 27.17% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Pastos limpios. Los pastos comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años.

Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

La cobertura de pastos limpios con alto grado de manejo también puede presentar confusión con las coberturas de cultivos herbáceos transitorios o permanentes, especialmente cuando los pastos presentan arreglos espaciales geométricos, debido a la variedad de tonos y colores que se observan en la imagen. Para su diferenciación se hace necesaria la utilización de información auxiliar como fotografías aéreas, mapas temáticos y otra información agrícola, así como un buen nivel de referencia local del intérprete. Los pastos limpios la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 20,46% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Mosaico de pastos y cultivos: en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. El mosaico de pastos y cultivos presenta en la imagen arreglos geométricos característicos que facilitan su interpretación; así como también una amplia gama de tonos y colores debido a sus diferentes estados vegetativos y las variadas prácticas de manejo.

El 17,7% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 3,24 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Pastos enmalezados: Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la

ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

El 1,56 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Café: son cobertura dominantemente compuesta por áreas dedicadas al cultivo de café (Coffea sp.) bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o libre exposición. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género Coffea de la familia Rubiácea. Las variedades sembradas a libre exposición son Caturra y Colombia; bajo cobertura arbórea (con sombrío) se cultivan las variedades Arábica, Borbón y Típica. El cultivo a libre exposición se caracteriza por arbustos que tienen altura promedio entre 1 y 1,50 m, en tanto que los que se desarrollan bajo sombrío pueden llegar a tener alturas entre 2 y 6 m. Las condiciones ideales para el cultivo del café se encuentran en alturas comprendidas entre los 1.200 y 1.800 msnm, en su gran mayoría, sobre las laderas de montañas, lomas y colinas.

El 1,31 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan, presentan cobertura de Bosque de galería y ripario: Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario.

Las áreas restantes las conforman áreas más pequeñas (Vegetación secundaria o en transición, Bosque abierto alto de tierra firme, Bosque fragmentado con pastos y cultivos) y están descritas en la tabla 8, de Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan.
Vegetación secundaria o en transición

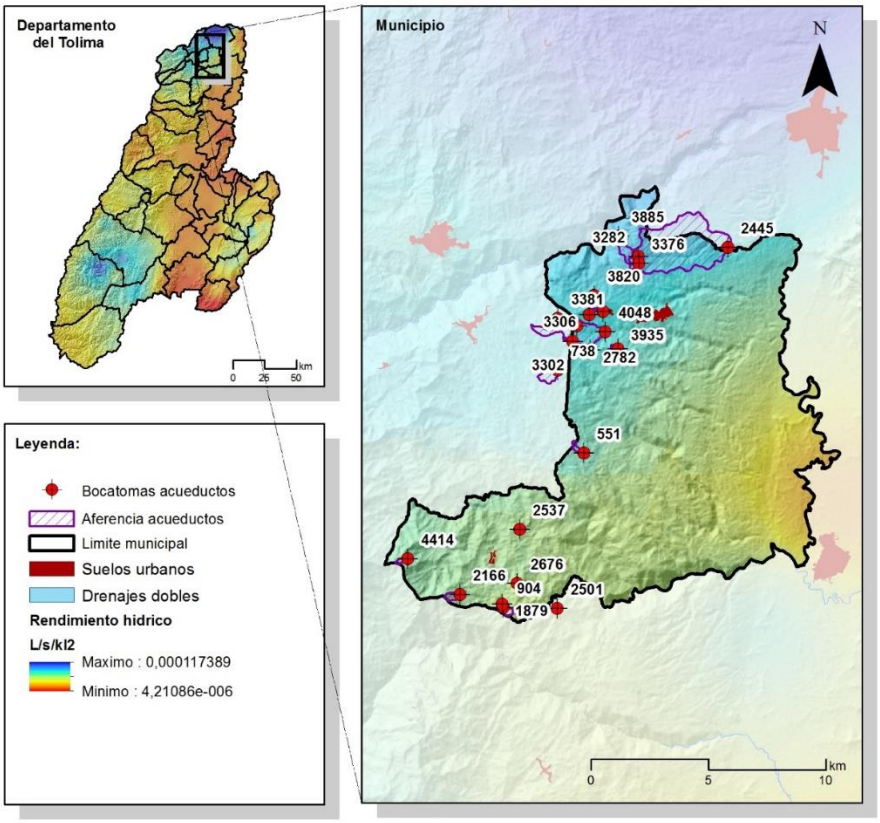
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Falan y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

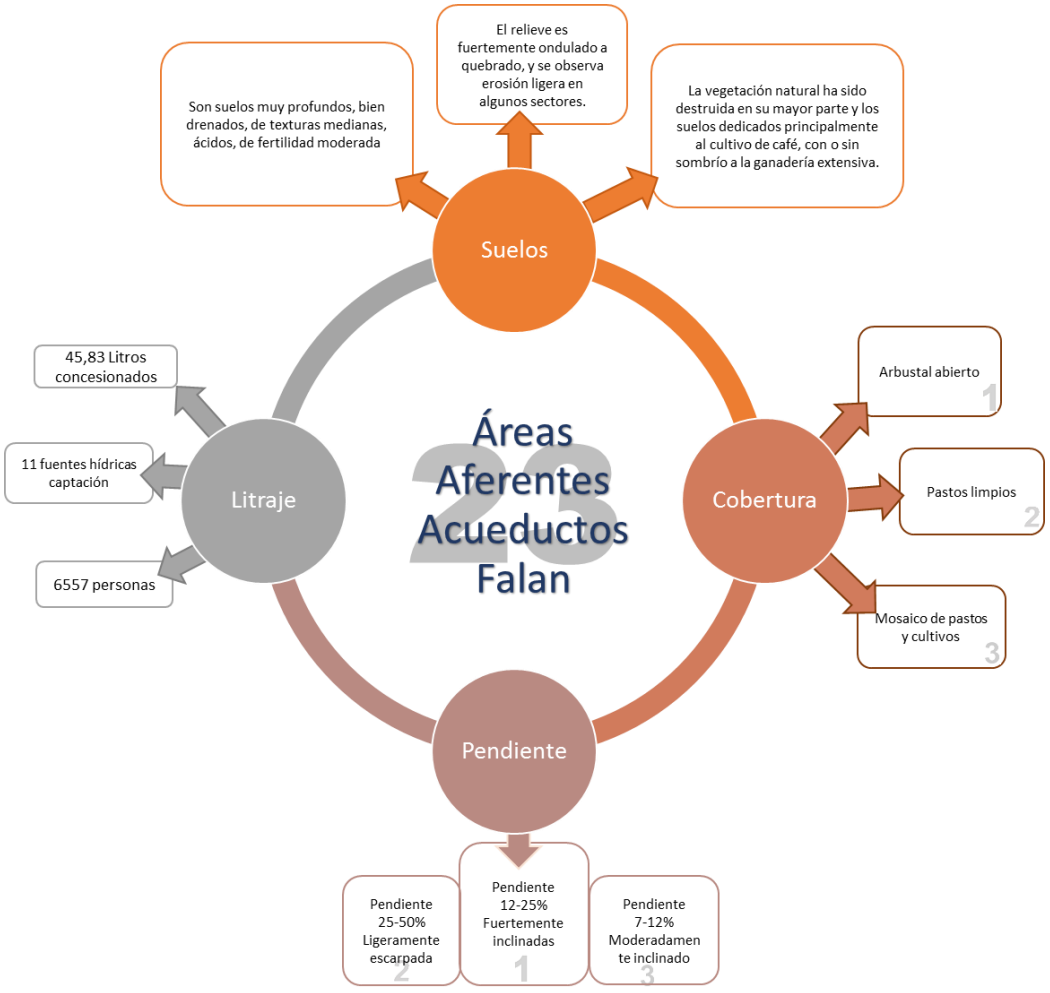
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Falan

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
551	0.123	0.0061	2125-03.2.7	Quebrada Santa Gueda	10.39	0.459	1.19	1.337
738	0.377	0.0204	2125-03.2.5	Rio Jiménez	24.19	1.145	1.56	1.782
904	0.127	0.0053	2125-03.2.11	Quebrada Chispero	15.18	0.688	0.84	0.772
1879	0.151	0.0010	2125-03.2.11	Quebrada Chispero	15.18	0.688	1.00	0.148
2166	0.173	0.0079	2125-03.2.11	Quebrada Chispero	15.18	0.688	1.14	1.150

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2445	7.389	0.4240	2125-03.2.4.1	Caño El Silencio	18.24	1.063	40.51	39.891
2501	0.021	0.0008	2125-03.2.13.1	Quebrada Santa Lucia	8.52	0.356	0.25	0.238
2537	0.025	0.0010	2125-03.2.12	Quebrada Quebradón	3.64	0.158	0.67	0.619
2676	0.016	0.0007	2125-03.2.12	Quebrada Quebradón	3.64	0.158	0.44	0.457
2782	0.012	0.0006	2125-03.2.5.1	Quebrada De Salinas	26.21	1.028	0.05	0.062
3282	0.049	0.0028	2125-03.2.4.1	Caño El Silencio	18.24	1.063	0.27	0.263
3286	0.041	0.0024	2125-03.2.4.3	Quebrada Morales	19.10	0.937	0.21	0.251
3302	0.046	0.0025	2125-03.2.5	Rio Jiménez	24.19	1.145	0.19	0.217
3306	0.041	0.0023	2125-03.2.4.3	Quebrada Morales	19.10	0.937	0.21	0.242
3350	0.039	0.0021	2125-03.2.4.2	Quebrada Murillo	14.05	0.743	0.28	0.284
3376	0.079	0.0045	2125-03.2.4.1	Caño El Silencio	18.24	1.063	0.43	0.421
3381	0.105	0.0058	2301.2.20	Quebrada Oromazo	5.23	0.295	2.00	1.963
3820	0.106	0.0059	2301.2.22	Quebrada El Jordán (la Rica)	2.60	0.150	4.08	3.951
3885	0.370	0.0216	2301.2	Rio Gualí	210.35	10.666	0.18	0.203
3935	0.046	0.0024	2125-03.2.4.3	Quebrada Morales	19.10	0.937	0.24	0.251
4048	1.875	0.0990	2125-03.2.4.3	Quebrada Morales	19.10	0.937	9.81	10.563
4414	0.077	0.0038	2125-03.2.11	Quebrada Chispero	15.18	0.688	0.51	0.552
TOTAL	**11,287**	**0,623**			**524,87**	**25,992**	**66,05**	**65,617**

Las áreas aferentes de los 22 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,623 l/s/Km^2 que corresponden al 7,8% del rendimiento hídrico total del municipio de Falan. El área aferente del acueducto del Municipio de Falan, presenta un rendimiento hídrico de 0,09 l/s/Km^2 que corresponde al 10,5% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada Morales, pues abarca el 9.81% del área de la misma.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



E.S.P Municipal, Directos al Magdalena- Flandes, Tolima

ANEXO 16 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE FLANDES

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE FLANDES 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 5
4. **Unidades de suelo** 20
5. **Capacidad de uso del suelo** 31
6. **Pendientes** 34
7. **Cobertura de la tierra** 35
8. **Rendimiento hídrico** 38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Flandes 3
Tabla 2. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Flandes 5
Tabla 3.. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 8
Tabla 4. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes. 18
Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes..... 22
Tabla 6. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Flandes 31
Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes 34
Tabla 8. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes 36
Tabla 9.. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Flandes..... 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Flandes y sus áreas aferentes 4
Figura *2.* Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes. 18
Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes..... 21
Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes 31
Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Flandes y en sus áreas aferentes 35
Figura 6. Rendimiento hídrico del municipio de Flandes y en las áreas aferentes de los acueductos 38
Figura 7. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes 39

MUNICIPIO DE FLANDES

1. Localización

El municipio de Flandes se encuentra localizado en el centro oriente del departamento del Tolima en la cuenca alta del río Magdalena. Su desarrollo se dio gracias a su proximidad con el municipio de Girardot, principal puerto del río Magdalena en el centro del país. Flandes fue fundado el 5 de enero de 1954, su fundación se materializó a través del crecimiento paulatino del municipio de Girardot, en el lugar denominado como "Paso de Flandes" en el río Magdalena, del lado sur del río hacía el año 1906 y estaba ubicado en ese entonces, dentro de la jurisdicción del Municipio de El Espinal.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

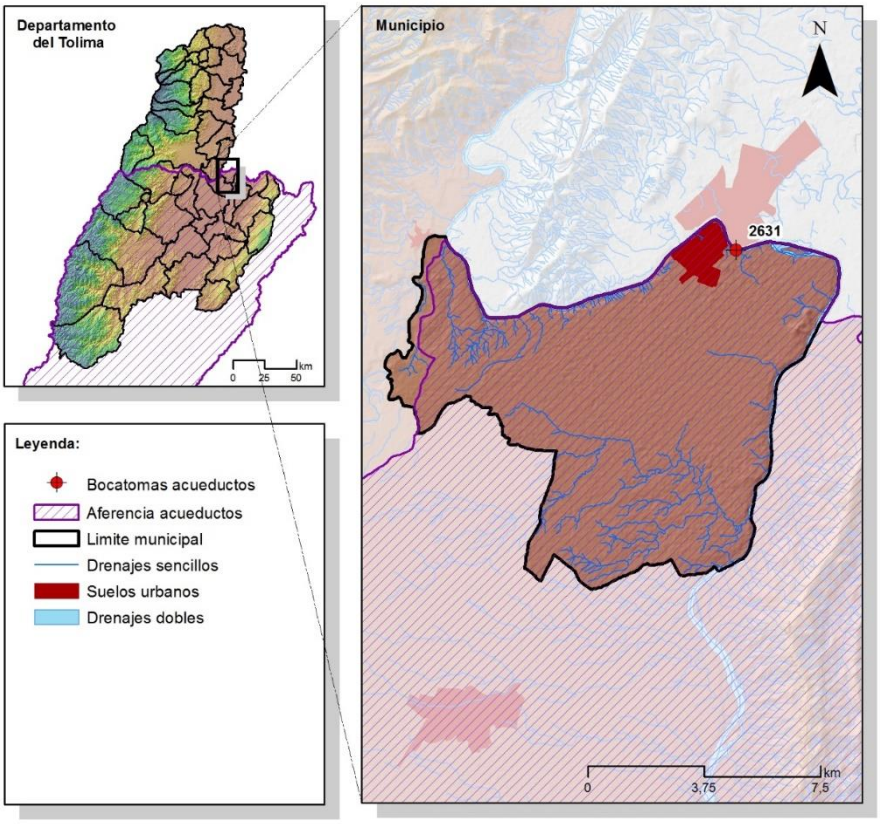
El municipio de Flandes se encuentra ubicado en el departamento de Tolima, se encuentra localizado en el centro del país en la cuenca alta del río Magdalena, en las desembocaduras del río Bogotá, río Sumapaz y el río Coello. El cual se encuentra conurbado con la ciudad de Girardot y el municipio de Ricaurte (Cundinamarca). Limita al norte con el Río Magdalena, la ciudad de Girardot y el municipio de Ricaurte; al este con el Río Magdalena, los municipios de Ricaurte y Suárez; al sur con el municipio de El Espinal y al oeste con el municipio de Coello.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Flandes

LLAVE	NOMBRE	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENTE
			LONGITUD	LATITUD			
2631	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE FLANDES TOLIMA E.S.P.	ACTIVOS	-74,80639	4,285259	290	122,63	3886552,71

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Flandes y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

ESTADO ACUEDUCTOS VEREDALES MUNICIPIO DE FLANDES

El municipio de Flandes cuenta con una (1) concesión de agua activa con un caudal concesionado que corresponden a 122,63 Lts.seg^{-1} destinada al uso del acueducto municipal.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identifica la fuente hídrica encargada del abastecimiento de este acueducto, la cual corresponde a fuentes hídricas clasificadas como Directos al Magdalena Sector Flandes, a continuación, se relaciona la codificación e información principal de esta fuente:

Tabla 2. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Flandes

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Directos Magdalena Sector Flandes	2118.1.1	1	122,63
TOTAL		**1**	**122,63**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

La visita realizada permitió verificar el estado de la concesión, presentando un estado categorizado como "*Bueno*", debido a la evaluación de sus obras, que corresponde a un Sistema de Bombeo, lo que garantiza la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA.

La concesión mencionada cuenta con continuidad del servicio y para el funcionamiento eficiente de está, no se identifica presencia permanente de servidumbre.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 3. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	29.296
Personas Transitorias	Sin Definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981). Ver tabla 5 y figura 6.

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 4, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 3.. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Formación Luisa (TRi)

Definida por Nelson (1959), como una serie de estratos compuestos por conglomerados, grawacas y shales ferruginosos, donde los componentes de mayor tamaño predominan hacia la base de la sucesión. Cediel y otros (1980), propusieron el nombre de Formación Luisa, a una sucesión litológica compuesta por capas rojas originadas en un ambiente continental que corresponde a llanuras aluviales bajas, sometidas a inundaciones y desecaciones periódicas.

Hacia niveles inferiores una secuencia de arcillolitas rojizas, predominando hacia el tope areniscas rojo-amarillentas de grano fino a medio, friables, notándose la presencia de microfallas. Es de resaltar la ausencia de los conglomerados y brechas que caracterizan la parte inferior de la formación, debido a la tectónica del área.

Al norte de Chaparral en el sector de la quebrada el Cajón y la Pintada, está constituida por conglomerados polimícticos, hacia la parte inferior, y limolitas de color rojo interestratificadas con areniscas del mismo color muy fracturadas, hacia el tope. Ver tabla 5 y figura 2.

Formación Payandé (TRp)

Definida por Renz (en Trumpy, 1943), como un conjunto de sedimentos marinos encontrados al norte de Chaparral y en la región de Payandé, constituido por calizas grises, en partes arenosas y silíceas, con intercalaciones de chert. La caliza, localmente se encuentra metamorfizada a mármol, con wollastonita.

Barrero (1969) dividió la Formación Payandé en dos partes bien diferenciadas. La parte inferior consta de una arcosa basal, que puede alcanzar unos 10 m de espesor, seguidos por bancos potentes de calizas, con intercalaciones muy delgadas de chert negro, con espesor de 140 m. La parte superior es una alternancia de chert gris, con cuarcitas y en menor proporción, capas de caliza, con un espesor de 400m.

Cediel y otros (1980), consideran tres segmentos teniendo en cuenta la litología, el carácter de la estratificación y el contenido fosilífero. El segmento inferior, de más o menos 200m de espesor, constituido por calizas nodulosas de color grisáceo, cruzadas en diferentes direcciones por venas de calita que rellenan fracturas.

El segmento intermedio, de aproximadamente 300m constituido en su mayoría por calizas margosas y arenosas; hacia la parte central de este segmento se presentan brechas, con cantos de calizas y capas con nódulos de chert oscuro. El segmento superior de aproximadamente 100m, se constituye por calizas margosas. Ver tabla 5 y figura 2.

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO_2, y 0,8% - 6,2% de K_2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO_2 y se encuentran más enriquecidas en K_2O (4% y 6,4%). Así mismo, las

tobas muestran mayores valores en K2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K, mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO_2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K_2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K_2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan valores de $K_2O<4\%$; los contenidos de Al_2O_3 para valores de SiO_2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe_2O_3, CaO, Na_2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO_2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016). Ver tabla 5 y figura 2.

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su

composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura. Ver tabla 5 y figura 2.

Formación Caballos (Kic)

Patarroyo (1991) y Vergara (1991a). La sección estratigráfica inicia con un paquete de lodolitas físiles, en capas gruesas a medias, con estratificación ondulosa paralela; luego arenitas de cuarzo, subangular y glauconita tamaño arena muy fina y media, en capas medias y delgadas, con estratificación ondulosa no paralela, encima capas gruesas de micrita fosilífera, con estratificación discontinua ondulosa, con presencia de Gasterópodos, Corales y Bivalvos. Ver tabla 5 y figura 2.

Formación Seca (Kpgs)

(Maastrichtiano Superior - Paleógeno) Autor De Porta (1965,1966). Se utilizó por primera vez este término para referirse a los sedimentos presentes encima de la Formación Cimarrona, en el extremo sur del Valle Medio del Magdalena. Están compuestas por una alternancia de estratos de cuarzoarenitas con capas de lodolitas generalmente rojas. La Formación Seca se presenta como una franja alargada al Este y Oeste del municipio conformando el Valle Aluvial Estrecho del Río Cunday y las Quebradas El Revés y El Derecho. Además se observa en la localidad de Las Margaritas, El Retiro, San Pedro, la Hacienda San Luís y La Yuca.

Constituida predominantemente por arcillolitas abigarradas donde predominan los colores rojizos, grises y gris verdosos; hacia la base se intercalan en menor proporción limolitas y areniscas líticas de grano fino de color amarillo crema, algunas veces con estratificación cruzada. Estas características litológicas hacen que la unidad se encuentre como un conjunto blando, poco resistente a la erosión y casi siempre cubierto por bloques provenientes de los escarpes que la limitan pertenecientes a las formaciones La Tabla y Gualanday Inferior. Aflora en las zonas de los sinclinales de San Andrés y Colombia.

Es difícil de determinar en la región a causa de la falta de secciones completas. Por métodos cartográficos se da un espesor entre 300 y 350 m. La presencia de areniscas cuarzosas hacia la base de esta formación hace pensar en un ambiente marino que predominó hacia finales del Cretácico, en condiciones oscilantes, cambiando de marino a continental hacia el techo de la unidad, donde este último dominó completamente a juzgar por la presencia de arcillolitas de color rojizo. Ver tabla 5 y figura 2.

Grupo Honda (Ngh)

En la región estudiada el Grupo Honda está representado por una secuencia de rocas sedimentarias elásticas, principalmente areniscas gris verdosas, arcillolitas abigarradas y delgados lentes conglomeráticos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada y gradada. El Grupo Honda aparece en contacto fallado con el borde oriental del Batolito de lbagué y tiene un rumbo regional N-NE con buzamiento variable al este y al oeste formando un sinclinal. Stirton (en DE PORTA 1974, p. 313) le asigna al Grupo Honda una edad Oligoceno superior - Mioceno superior. Ver tabla 5 y figura 2.

Grupo Gualanday (PPg)

Este grupo se divide en tres unidades según Raasveldt (1956):

Formación Gualanday Inferior (PPgi)

Está compuesta por una secuencia que a grandes rasgos muestra una tendencia granocreciente; hacia la parte media inferior predominan las areniscas con ocasionales lentes conglomeráticos sobre arcillolitas de color rojizo, que subiendo en la secuencia se van haciendo cada vez más delgados y escasos; en la parte superior predominan los conglomerados finos sobre areniscas y areniscas conglomeráticas; en este sector las arcillolitas aparecen ocasionalmente en capas delgadas cuneiformes. La franja de afloramiento más próxima a Cunday forma parte de la vereda San Antonio, las fincas El Balso, Los Ángeles y los Delfines. La segunda área situada más hacia el Oriente forma parte de las fincas El Corinto, Campo Alegre, entre otras. En el área, la Formación Gualanday Inferior está

constituida por areniscas cuarzosas amarillentas a rojizas intercaladas con bancos de arcillolitas abigarradas.

Formación Gualanday Medio (PPgm)

Está constituida por dos niveles; la parte inferior (200 a 300 m) está compuesta por intercalaciones de arcillolitas rojas con areniscas lodosas de color amarillo crema, verdoso y gris, con lentes delgados de conglomerados de chert, cuarzo y ocasionalmente con fragmentos volcánicos y metamórficos, localmente con cemento calcáreo. La parte superior (400 m) está constituida principalmente por arcillolitas de color rojizo, formando un nivel blando con morfología suave que contrasta con las rocas del Gualanday Superior.

Formación Gualanday Superior (PPgs)

Se encuentra sólo en el Sinclinal de Colombia (esta unidad forma el núcleo del Sinclinal de Prado al norte de la zona de estudio); es una unidad predominantemente de litoarenitas conglomeráticas de color amarillo claro, con guijos de cuarzo, chert, roca ígnea y esporádicamente metamórfica con interdigitaciones con areniscas y areniscas conglomeráticas separados por capas convergentes de arcillolitas. Cossio y otros (1995). Ver tabla 5 y figura 2.

Abanico de Guamo (Qag)

Son depósitos de color gris claro a tonos amarillentos, generados en diversos eventos de actividad del volcán Cerro Machín y se pueden apreciar en inmediaciones de la Vereda Santa Isabel, a lo largo del río Coello, cubriendo el Abanico de Ibagué y calizas de la Formación Payandé en la carretera Buenos Aires - Payandé, en la Plancha No. 245 del SGC “Girardot” (SGC, 2002).

En el contexto regional se presentan, generalmente, como bancos arenosos, con algo de gravas, cuya fracción gruesa es predominantemente pumácea, con esporádicos cantos de dacitas, rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Los espesores máximos expuestos pueden alcanzar los 25 m. Presentan, generalmente, compactación moderada a baja, lo que indica una alta permeabilidad (SGC, 2002).

En el cambio de pendiente, al salir de la zona montañosa, los flujos provenientes del volcán Cerro Machín no encontraron la topografía favorable para conformar conos de deyección, ya que debían superar alturas superiores a los 50 m, de los escarpes formados en las terrazas disecadas del Abanico de Ibagué, y bajaron así encañonados por el río Coello (INGEOMINAS, 1997). Algunos superaron las alturas existentes en la localidad de Payandé, y bajaron por el río Luisa, que son los depósitos que conforman el Abanico de Guamo, y otros superaron la llamada

"Barrera de Gualanday" (localizada en la población de Gualanday), la cual está constituida por estratos de la Formación Gualanday; y forma así el Abanico de Espinal, el cual se describe más adelante (SGC, 2002).

De acuerdo con dataciones C14, obtenidas en madera carbonizada, dan entre 5.100 y 1.200 años antes del presente (Cepeda et al., 1995), (SGC, 2002).

Abanico de Espinal (Qae)

Se trata de un depósito de flujo de lodos que ingresó al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday, con los flujos que lograron superar la barrera que lleva su mismo nombre, donde tiene su ápice. En este sitio se encuentra la barrera constituida por estratos de la Formación Gualanday, que había impedido la extensión del Abanico de Ibagué hacia el oriente (SGC, 2002).

El Abanico de Espinal se originó con el aporte del volcán Cerro Machín. Se diferencia del Abanico de Ibagué por su mayor contenido volcánico y material más fino (SGC, 2002).

Corresponde a depósitos de color gris claro a amarillento, conformados por cantos y fragmentos heterométricos, con diámetros generalmente entre 1 y 30 cm, ocasionalmente hasta de 1 m, dentro de una matriz limo arenosa. Se observan niveles de ceniza y orientaciones de flujo, principalmente en los niveles gruesos, y muestran en ocasiones gradaciones locales o disposición caótica de sus componentes (SGC, 2002). Ver tabla 5 y figura 2.

HIDROGEOLOGÍA

Hidrogeológicamente la formación Saldaña, los Neis y Esquistos de Tierradentro, el Batolito de Ibagué y el Complejo Cajamarca son clasificados como acuífugos, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

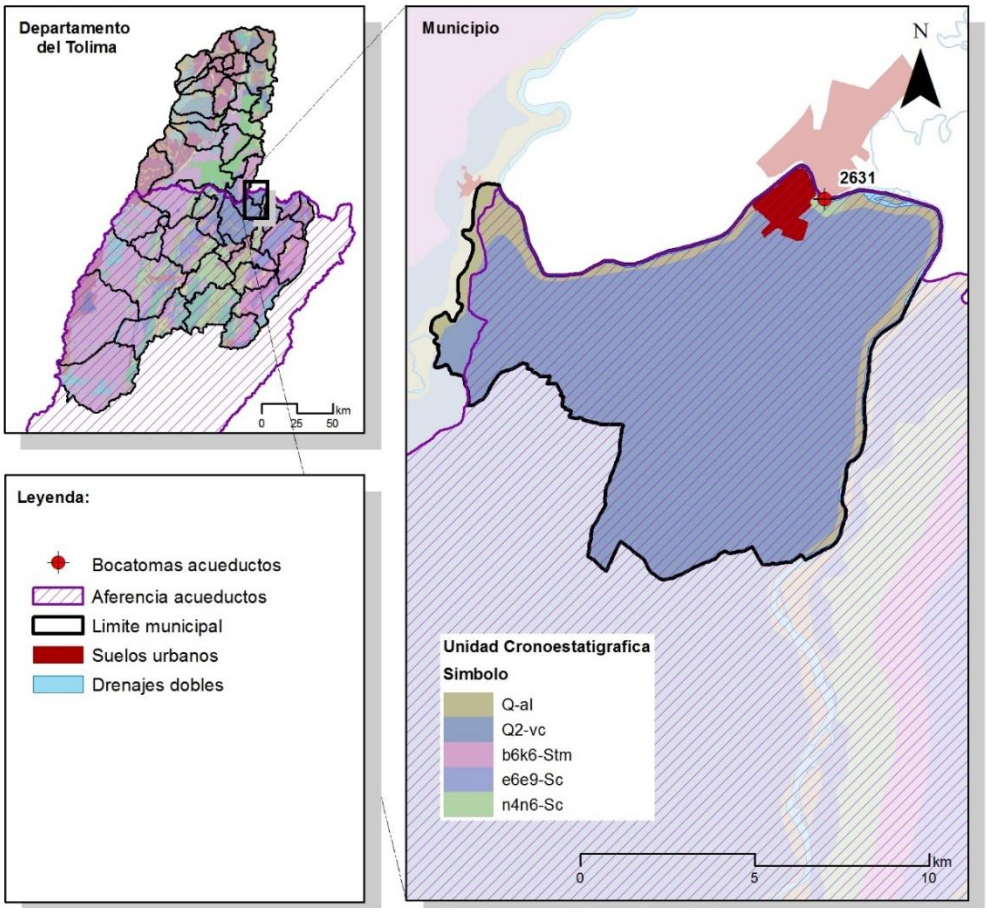
La formación Honda y el Grupo Gualanday, se pueden clasificar como acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y volcanoclástico acuíferos generalmente confinados; capacidad de baja a media 0.05 a 2.0 litros por segundo.

La formación Payandé es una unidad rocosa con flujo esencialmente a través de sus fracturas; son clasificadas como acuíferos continuos de extensión regional de baja a mediana productividad, acuíferos generalmente confinados con agua de

buena calidad química, con una capacidad específica promedio de 0.05 hasta 2.0 litros por segundo.

En el caso de la formación Luisa, son rocas de muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, almacenan aguas de regular a mala calidad química, salada en las regiones costeras, con una capacidad específica promedio de 0.05 litros por segundo.

Figura *2.* Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019.

Tabla 4. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de Anchique, Stock de Dolores, Stock de Payandé, Stock de San Cayetano	538756,61	32,68%

b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		173112,01	10,50%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Arcillolitas de Colombia, Formación Honda, Grupo Honda	151630,65	9,20%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	132101,92	8,01%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Conglomerados de Carmen de Apicalá, Grupo Gualanday, Lodolitas de Fusagasugá	114782,51	6,96%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno	Abanico de Espinal, Abanico del Guamo, Abanico de Espinal	93836,56	5,69%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		83193,13	5,05%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	61023,89	3,70%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Complejo Icarco, Gneis del Barro, Gneis del Davis, Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	59033,06	3,58%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Guaduas, Formación Seca	46512,40	2,82%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano	Formación Caballos, Formación Yaví	37706,97	2,29%
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas	Paleoceno		22931,79	1,39%
Q-t	Terrazas aluviales	Cuaternario		20800,79	1,26%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		19936,18	1,21%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		19438,86	1,18%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	15422,65	0,94%
E1-Pi	Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros.	Paleoceno	Batolito de Santa Bárbara	11530,85	0,70%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano	Stock de La Albania	10499,14	0,64%
T? - Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico?	Formación Luisa	7652,17	0,46%

k1k6-Stm	Shales, calizas, fosforitas, cherts y cuarzoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy y facies más arenosas al sur.	Cenomaniano-Maastrichtiano		6197,73	0,38%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		4326,47	0,26%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña, Formación Saldaña, rocas hipoabisales	3795,69	0,23%
b5?k6-Sctm	Cuarzoarenitas, shales, margas, calizas y niveles delgados de cherts.	Aptiano? - Maastrichtiano	Areniscas, Liditas y Shales del Medarco, Rocas Sedimentarias de la Quebrada Barranco	3099,56	0,19%
PZ-Sm	Pizarras, filitas y limolitas micáceas intercaladas con cuarzoarenitas	Paleozoico	Formación Anaba	2923,14	0,18%
b4?b6-Stm	Cuarzoarenitas. Al tope, glauconíticas o ferruginosas y, en la parte media, con intercalaciones de calizas y shales.	Barremiano ? -Albiano	Formación Caballos	2598,66	0,16%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario		2473,86	0,15%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		2194,04	0,13%
DC-Sctm	Cuarzoarenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.	Devónico-Carbonífero	Formación Amoyá, Formación El Imán	646,80	0,04%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		462,55	0,03%
P-Pf	Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas.	Pérmico		192,47	0,01%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

4. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

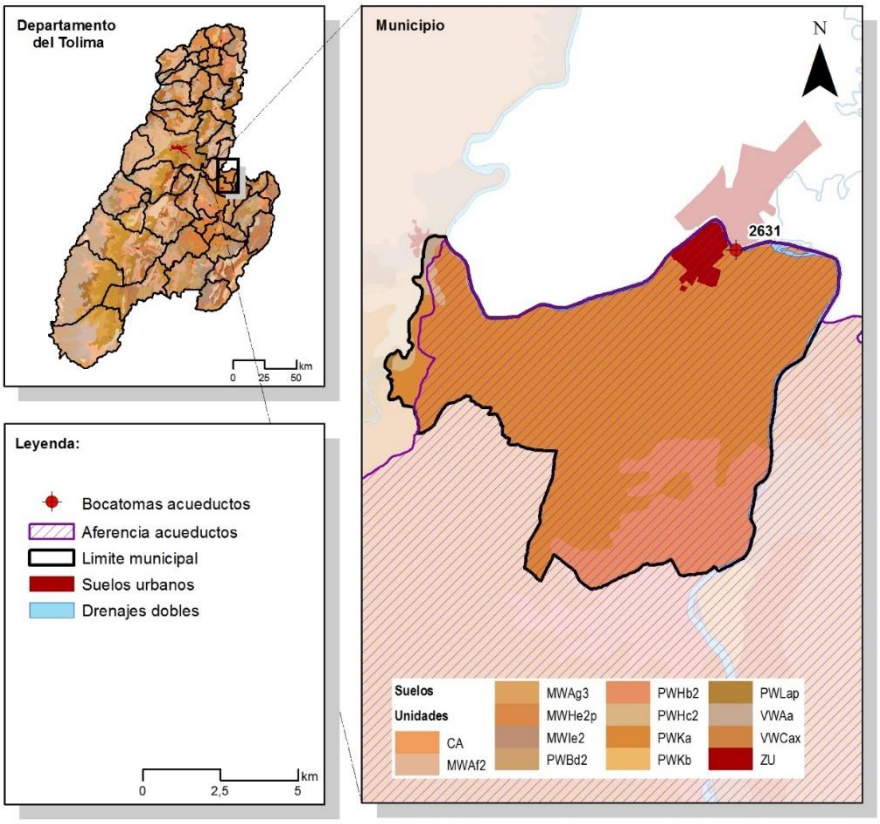
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de

Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Flandesse pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Flandes se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQDf1 con el 10,14% del área total, estos son suelos profundos, bien drenados, de texturas medianas a gruesas, ligeramente ácidos, muy ricos en bases y de fertilidad moderada.

Relieve fuertemente quebrado y moderada a fuertemente escarpado, con pendientes del 50-75%%, erosión ligera.

Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	167329,051	10,149%
MGBf	Muy frío muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos no consolidados sobre esquistos	Media y gruesa	ENTISOLES	117909,293	7,151%
MDBf	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	ENTISOLES	103895,466	6,301%
MKEf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	69059,881	4,189%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	54126,820	3,283%
PWKa	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	50686,551	3,074%
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	MOLISOLES	35948,337	2,180%
MQMep	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	31999,421	1,941%
MKEf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	31978,482	1,940%
MWAg3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	30087,145	1,825%
MKDf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	29812,124	1,808%
PWHb2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	29042,880	1,762%
MVAg3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	28366,939	1,721%
MWIe3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias	Media	INCEPTISOLES	27019,499	1,639%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				(arcillolitas, areniscas y calizas)				
PWBb2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	26058,771	1,581%
MWCg3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	26017,611	1,578%
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	25830,308	1,567%
MQGf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas)	Media	INCEPTISOLES	23810,291	1,444%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	22706,990	1,377%
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	ENTISOLES	22350,040	1,356%
PWAc3	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Piedemonte	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas tobáceas y arcillolitas)	Media y gruesa	INCEPTISOLES	21570,441	1,308%
VWBa	Cálido seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales mixtos	Media	ALFISOLES	21472,192	1,302%
MKDf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media	ANDISOLES	20845,702	1,264%
MWCf3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	20282,402	1,230%
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	20180,150	1,224%
PWLb	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	19094,560	1,158%
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media y fina	INCEPTISOLES	18901,865	1,146%
PWCd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina y media	INCEPTISOLES	18667,680	1,132%
MKBf1	Frío seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas)	Media	ANDISOLES	18115,148	1,099%
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	17626,469	1,069%
MQFg1	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	17611,878	1,068%
MQLe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	17216,579	1,044%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MGCe	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	16935,701	1,027%
MQMd1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Depósitos aluviales heterogéneos	Media	INCEPTISOLES	16923,440	1,026%
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	16351,569	0,992%
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	15094,949	0,916%
MWCe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	INCEPTISOLES	14968,044	0,908%
PWBd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	14698,325	0,891%
MQHf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	13165,222	0,798%
MWHe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	ENTISOLES	11695,545	0,709%
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	11658,231	0,707%
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos aluviales recientes	Depósitos coluvio aluviales sobre tobas	Media	ENTISOLES	11394,036	0,691%
MRAg3	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	11034,323	0,669%
PWBc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	10360,038	0,628%
PWHc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	10135,670	0,615%
PWAc3p	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Depósitos de arenas y cenizas volcánicas	Fina	INCEPTISOLES	9617,540	0,583%
MDBe	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	ENTISOLES	9439,181	0,573%
VWBb	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos aluviales mixtos	Fina	INCEPTISOLES	8479,646	0,514%
MQEg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media	ENTISOLES	7920,484	0,480%
MQMe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	7397,028	0,449%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
PWEc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	INCEPTISOLES	7336,473	0,445%
MVCe2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	7259,510	0,440%
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	7051,278	0,428%
MQMe2p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	6718,116	0,407%
MLGg2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y cenizas volcánicas	Media	ENTISOLES	6691,579	0,406%
MVCe2p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	6546,702	0,397%
MWGd1p	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	VERTISOLES	6441,004	0,391%
PWHb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo	Gruesa	ENTISOLES	6351,931	0,385%
PWCc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	6149,996	0,373%
MWId2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas tobáceas)	Media	INCEPTISOLES	5930,862	0,360%
MQLf1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	5897,043	0,358%
MKCe1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	5865,372	0,356%
VWAa	Cálido muy seco	Valle	Lomas y colinas	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y gruesa	INCEPTISOLES	5739,938	0,348%
MQAg2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	5558,816	0,337%
MWGe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	VERTISOLES	5490,481	0,333%
MHAg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas, esquistos, diabasas y basaltos	Gruesa y media	INCEPTISOLES	5245,719	0,318%
VWCax	Cálido seco	Valle	Plano de inundación	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	INCEPTISOLES	5090,097	0,309%
PWKb	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos aluviales recientes	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Media	INCEPTISOLES	4761,932	0,289%
MKGe	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	4747,611	0,288%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MVCf3	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	4623,938	0,280%
MQAf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Gruesa y media	INCEPTISOLES	4535,857	0,275%
MKHep	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	4467,460	0,271%
MQDg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y gruesa	INCEPTISOLES	4459,988	0,271%
MQNd1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	4449,637	0,270%
MWCe3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	4391,094	0,266%
PWHd2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	3967,143	0,241%
MQDe1	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	3925,232	0,238%
PWBc1	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	3625,489	0,220%
VWCb	Cálido seco	Valle	Plano de inundación	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	ALFISOLES	3290,554	0,200%
PWAd3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	3240,707	0,197%
MVAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media	ENTISOLES	3234,259	0,196%
MKHfp	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	3210,781	0,195%
MGEc	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	3060,430	0,186%
MKCf2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	3005,150	0,182%
ZU	Cálido muy seco	Zonas urbanas	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales heterogéneos	Gruesa y media	Zonas urbanas	2933,626	0,178%
MGCd	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ANDISOLES	2888,152	0,175%
MWId3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	2879,521	0,175%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MHAf	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Gruesa	ANDISOLES	2726,343	0,165%
MQMcp	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	2638,384	0,160%
MQMf1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	2472,563	0,150%
MQNd	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	2388,423	0,145%
MWAe2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	MOLISOLES	2337,352	0,142%
MQLd1	Templado húmedo	Montaña	Glacís coluvial	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y gruesa	INCEPTISOLES	2310,270	0,140%
PWHa1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo	Fina	ENTISOLES	2290,559	0,139%
PWBa	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	2262,507	0,137%
PWEd1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Arcillas sobre arcillolitas	Fina	INCEPTISOLES	2195,974	0,133%
MQLe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Depósitos coluviales	Media y gruesa	INCEPTISOLES	2139,474	0,130%
MWBe2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	2063,696	0,125%
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	ENTISOLES	2045,474	0,124%
MVCf2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	2027,768	0,123%
VWAb	Cálido seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Tobas, areniscas tobáceas y conglomerados	Media	ENTISOLES	2023,218	0,123%
MWIe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1968,456	0,119%
MRAe2p	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	ENTISOLES	1883,435	0,114%
MWIc3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	INCEPTISOLES	1706,745	0,104%
MVAg2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	1594,021	0,097%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
Miscelane*	Muy frío húmedo	Misceláneo Rocoso	Filas y vigas	Rocas ígneas volcánicas	Misceláneo Rocoso	Miscelán eo Rocoso	1557,837	0,094%
MWGd2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Fina	VERTISOLES	1436,513	0,087%
MQGe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y fina	INCEPTISOLES	1421,928	0,086%
PWAd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	ENTISOLES	1321,278	0,080%
MQMb	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	1138,626	0,069%
MWCe2p	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Gruesa	INCEPTISOLES	1110,448	0,067%
MWIf3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1086,702	0,066%
MWJd2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	ENTISOLES	1078,849	0,065%
MQHf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	1039,017	0,063%
VWCa	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos aluviales mixtos	Fina	MOLISOLES	1005,083	0,061%
MQLfp	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	973,730	0,059%
MGEb	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	852,138	0,052%
MKAf1	Misceláneo Rocoso	Montaña	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	Media	ANDISOLES	801,698	0,049%
MQHd1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	INCEPTISOLES	765,738	0,046%
MLBf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (diabasas y basaltos)	Gruesa y media	ANDISOLES	749,909	0,045%
MQEf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y gruesa	ENTISOLES	745,370	0,045%
MWJe2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Fina	ENTISOLES	667,718	0,040%
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ANDISOLES	667,092	0,040%
MVCd2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	655,706	0,040%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
PWBb1	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	651,926	0,040%
PWLap	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales sobre tobas	Media y fina	ENTISOLES	608,773	0,037%
MKIb	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media	INCEPTISOLES	601,780	0,036%
PXEc2	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	561,152	0,034%
MEAg	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Rocas metamórficas (esquistos), ígneas (cuarzodioritas) y en sectores cenizas volcánicas	Media y gruesa	ENTISOLES	556,467	0,034%
PWBb	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	546,410	0,033%
MEAgr	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Rocas ígneas (andesitas, basalsaltos, flujo volcánico) y cenizas volcánicas	Gruesa	ENTISOLES	539,498	0,033%
MKCe	Frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	INCEPTISOLES	382,368	0,023%
MRAf3	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media	INCEPTISOLES	353,537	0,021%
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	330,688	0,020%
MKGc	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media y gruesa	ANDISOLES	309,107	0,019%
MQObp	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina	ENTISOLES	209,776	0,013%
PVe	Cálido muy seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas, arcillas y lutitas)	Gruesa	HISTOSOLES	207,244	0,013%
MQNc	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	160,665	0,010%
PWAe2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	137,950	0,008%
MQEf	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media	MOLISOLES	120,046	0,007%
MKCd	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Fina y media	INCEPTISOLES	98,309	0,006%
VXEa	Cálido seco	Valle	Plano de	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	OXISOLES	62,624	0,004%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
			inundación					
MQKdp	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	60,547	0,004%
MXDd	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias finas y químicas carbonatadas	Fina	INCEPTISOLES	42,793	0,003%
MXEg2	Cálido muy seco	Montaña	Barras	Rocas sedimentarias finas y químicas carbonatadas	Gruesa	Miscelán eo Rocoso	39,711	0,002%
MLAf2	Frío húmedo	Montaña	Glacís de acumulación	Depósitos coluviales	Gruesa y media	ANDISOLES	23,813	0,001%
MRAe2	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	INCEPTISOLES	21,855	0,001%
VXFa	Cálido muy seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	15,159	0,001%
MGAf1	Muy frío muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	9,899	0,001%
MGAf	Muy frío húmedo	Montaña	Crestas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	0,343	0,000%
MGBd	Muy frío muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos no consolidados sobre esquistos	Media y gruesa	ANDISOLES	0,336	0,000%
MGBc	Muy frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	0,001	0,000%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

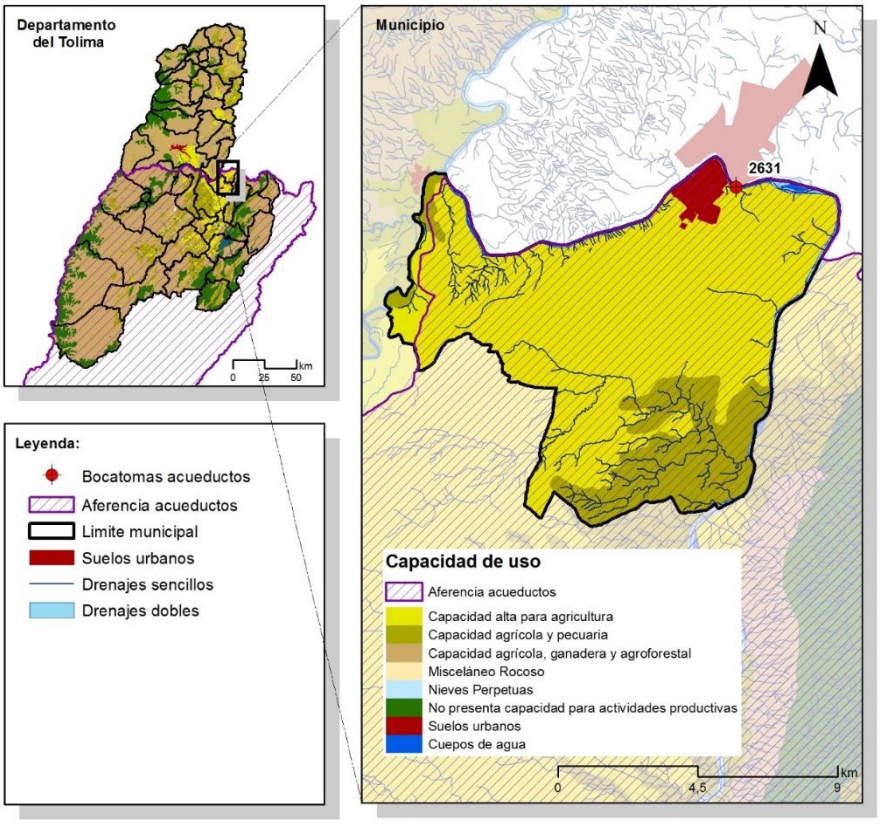
El 10,14% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQDf1, estos son suelos profundos, bien drenados, de texturas medianas a gruesas, ligeramente ácidos, muy ricos en bases y de fertilidad moderada.
Relieve fuertemente quebrado y moderada a fuertemente escarpado, con pendientes del 50-75%%, erosión ligera.

El 7,5%, del área se encuentra en los suelos MGBf, suelos muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad baja; fase de pendiente de 50-75%.

5. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 6. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Flandes

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	322029,45	19,52%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	281455,41	17,06%

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	191661,73	11,61%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	123362,27	7,48%
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	118159,65	7,16%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	89314,32	5,41%
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	88110,50	5,34%
3sc	Capacidad alta para agricultura	72158,74	4,37%
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	38819,78	2,35%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	36889,84	2,24%
3s	Capacidad alta para agricultura	32534,07	1,97%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	30393,11	1,84%
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	29033,48	1,76%
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	25541,45	1,55%
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	20841,49	1,26%
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	20541,33	1,24%
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	19996,47	1,21%
CA	CA	17631,87	1,07%
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	14698,32	0,89%
4sc	Capacidad agrícola y pecuaria	12837,91	0,78%
8pe	No presenta capacidad para actividades productivas	11074,03	0,67%
4e	Capacidad agrícola y pecuaria	7051,28	0,43%
2s	Capacidad alta para agricultura	7024,44	0,43%
8p	No presenta capacidad para actividades productivas	6691,58	0,41%
8pc	No presenta capacidad para actividades productivas	6341,68	0,38%
4h	Capacidad agrícola y pecuaria	5739,94	0,35%
3hs	Capacidad alta para agricultura	5299,87	0,32%

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
6c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3740,29	0,23%
ZU	ZU	2933,63	0,18%
3c	Capacidad alta para agricultura	2023,22	0,12%
4pe	Capacidad agrícola y pecuaria	1734,56	0,11%
Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	1557,84	0,09%
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1434,74	0,09%
0	0	1369,52	0,08%
4p	Capacidad agrícola y pecuaria	60,55	0,00%
4psc	Capacidad agrícola y pecuaria	42,79	0,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 19,52% de los suelos de las áreas aferentes se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p), los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 17,06% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 8, Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.
En la clase 8 se incluyen tierras misceláneas tales como: tierras malas (bad lands) o misceláneos erosionados, playas, dunas, glaciares, afloramientos rocosos, cárcavas, fosos de grava y de cantera, vaciaderos, cauces de ríos, tierras de ripio, minas de sal, tierras de escoria, calvas y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m.
Los páramos, manglares, humedales y algunas áreas muy escarpadas, entre otras, son lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica, recreacionales y de turismo ecológico.

6. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

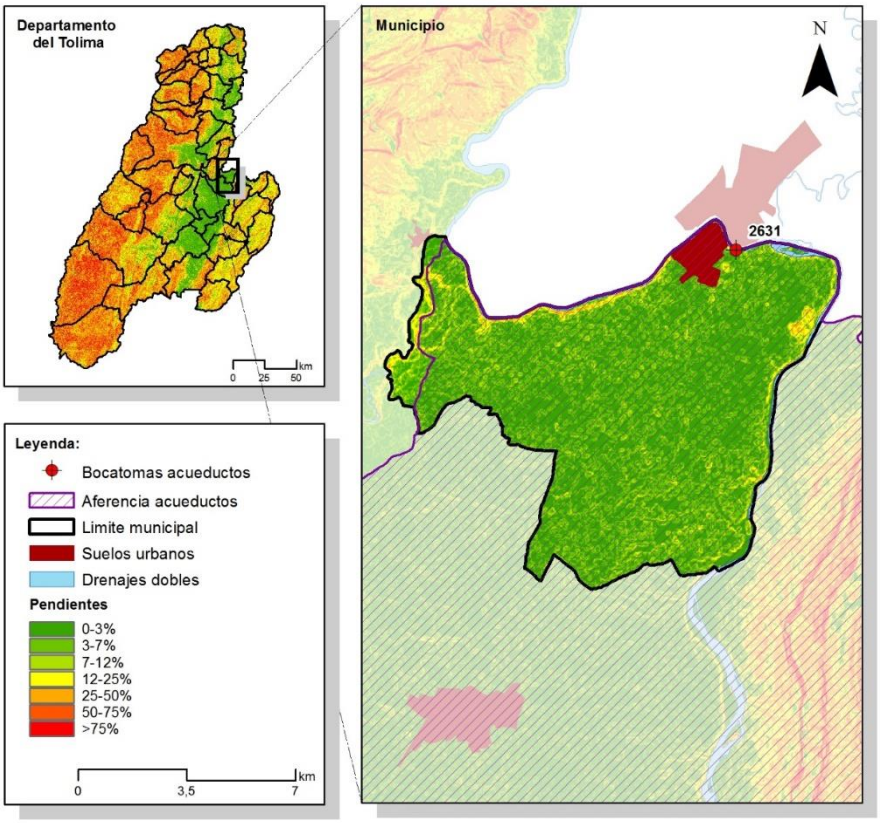
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	157566,6716	9,56%
3-7%	Ligeramente inclinado	144030,4817	8,74%
7-12%	Moderadamente inclinado	110785,5101	6,72%
12-25%	Fuertemente inclinado	308431,3103	18,71%
25-50%	Ligeramente escarpado	506693,3112	30,73%
50-75%	Moderadamente escarpado	303907,7169	18,43%
>75%	Fuertemente escarpado	117396,1525	7,12%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Flandes y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Flandesse encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 30,73% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, abarcando un área de 18,71% y 18,43% respectivamente del total del área.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Flandesse tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Tabla 8. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Flandes y sus áreas aferentes

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	288674,275	17,51%
2.3.1	Pastos limpios	247437,332	15,01%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	148007,809	8,98%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	138995,856	8,43%
2.3.3	Pastos enmalezados	134476,164	8,16%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	95631,1313	5,80%
3.2.2.1	Arbustal denso	85708,5489	5,20%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	74448,6207	4,52%
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	68238,4121	4,14%
2.1.2.1	Arroz	66658,0457	4,04%
3.2.2.2	Arbustal abierto	62782,2023	3,81%
3.2.1.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	57784,7893	3,51%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	36050,8295	2,19%
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	23939,9717	1,45%
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	17422,5652	1,06%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	13563,1217	0,82%
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	13369,408	0,81%
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	13337,3883	0,81%
2.2.2.2	Cafe	10351,8673	0,63%
5.1.1	Rios (50 m)	10100,872	0,61%
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetacion secundaria	8963,34784	0,54%
2.4.1	Mosaico de cultivos	5351,84544	0,32%
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4539,24418	0,28%
1.1.1	Tejido urbano continuo	4490,67037	0,27%
2.1.1	Otros cultivos transitorios	3959,04257	0,24%
2.3.2	Pastos arbolados	3780,73298	0,23%
5.1.4	Cuerpos de agua artificiales	3764,07106	0,23%
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	1561,4407	0,09%
3.3.2	Afloramientos rocosos	1018,12774	0,06%
2.2.3.1	Otros cultivos permanentes arboreos	789,112186	0,05%
3.1.1.2.2	Bosque denso bajo inundable	674,527673	0,04%
3.3.1	Zonas arenosas naturales	584,193572	0,04%
3.3.4	Zonas quemadas	387,012965	0,02%
4.1.3	Vegetacion acuatica sobre cuerpos de agua	304,147119	0,02%
1.4.2	Instalaciones recreativas	268,148146	0,02%
1.3.1	Zonas de extraccion minera	243,697294	0,01%
3.2.1.2.1	Herbazal abierto arenoso	211,981127	0,01%
2.1.2.2	Maiz	188,973698	0,01%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
1.2.4	Aeropuertos	156,384774	0,01%
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	134,452256	0,01%
2.1.3.1	Algodon	123,526787	0,01%
5.1.2	Lagunas, lagos y cienagas naturales	95,666549	0,01%
3.3.5	Zonas glaciares y nivales	45,462865	0,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 17,51% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes presentan cobertura de Bosque denso alto de tierra firme, Corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 15,01% de la cobertura presenta pastos limpios, esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 8,98% Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.
Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

que están constituidos por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos que forman un dosel irregular y el 10,10% presenta bosque de galería y/o ripario, que hace referencia a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales.

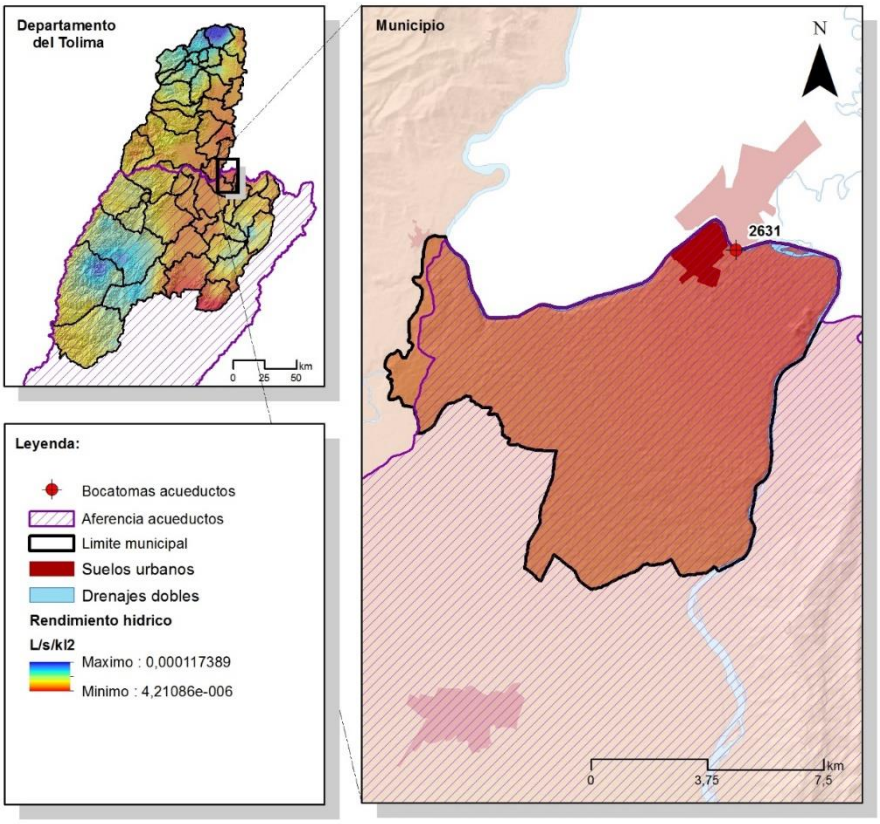
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 6. Rendimiento hídrico del municipio de Flandes y en las áreas aferentes de los acueductos



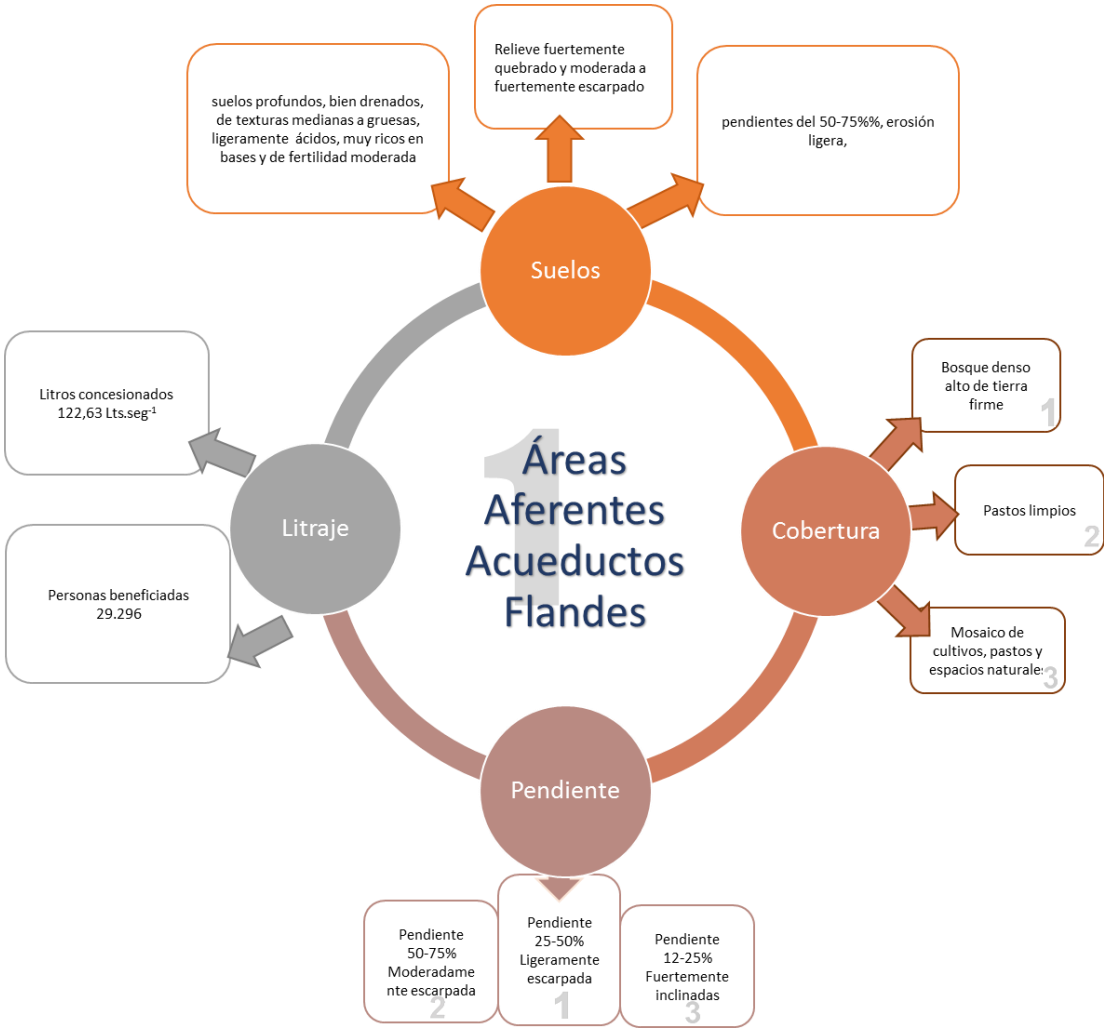
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9.. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Flandes

RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE CORRESPONDIENTE AL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA l/s/Km^2	554,91
RENDIMIENTO HÍDRICO DEPARTAMENTO DEL TOLIMA l/s/Km^2	798,48

Las áreas aferentes del municipio de Flandes presentan un rendimiento hídrico de 554,914 l/s/Km^2, el cual corresponde al 69,49% del rendimiento hídrico total del Departamento del Tolima.

Figura 7. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Flandes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. Los andes, Qda. El Guayabo -Fresno, Tolima

ANEXO 17 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE FRESNO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE FRESNO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 12
5. **Unidades de suelo** 14
6. **Capacidad de uso del suelo** 16
7. **Pendientes** 18
8. **Cobertura de la tierra** 20
9. **Rendimiento hídrico** 22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Fresno. 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 6
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Fresno. 6
Tabla 4. Tipo de obras de captación 7
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 8
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 9
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Fresno 12
Tabla 9. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes. 13
Tabla 10. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno. 13
Tabla 11. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno 16
Tabla 12. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Fresno 16
Tabla 13. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno 19
Tabla 14. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno 20
Tabla 15. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Fresno 23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Fresno y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 8
Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes 15
Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes 17
Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Fresno y en sus áreas aferentes 19
Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes 21
Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Fresno y en las áreas aferentes de los acueductos 22
Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno 25

MUNICIPIO DE FRESNO

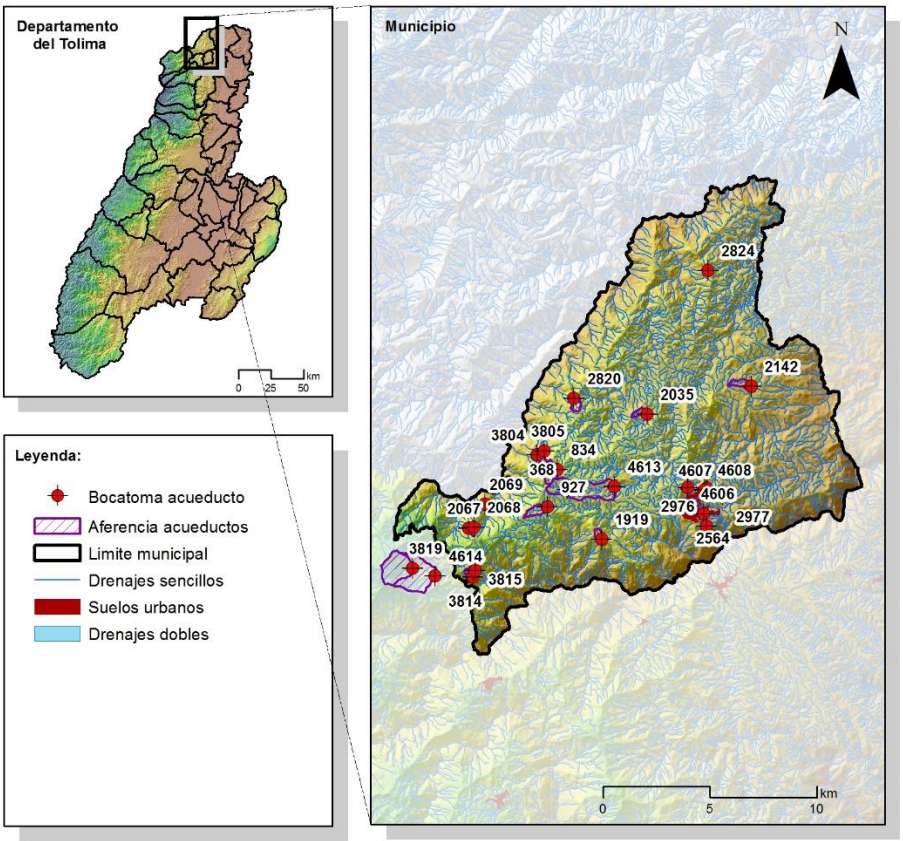
1. Localización

El municipio de Fresno, se encuentra al norte del Departamento del Tolima, situado a 142 kilómetros de Ibagué; su Cabecera Municipal está localizada sobre los 5°09’13’’ de latitud Norte y 75°02’13’’ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1.478 m.s.n.m. Su localización geográfica lo ubica sobre la vía principal que conecta a Bogotá – Mariquita – Manizales.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Fresno cuenta con un área total de 226.389km², de los cuales el 0,69% (1,562 km²), pertenece al área urbana y 99,31% (224,826 km²) al área rural con un total de 87 veredas y seis centros poblados, debido a esto, el municipio de Fresno cuenta con un total de 25 acueductos, donde 3 son municipales y 22 veredales.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Fresno y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Fresno.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
368	J.A.C VEREDA LA FLORIDA	Regular	5,16107	-75,08836	1886	4	57,72
834	ASOC. DE USUAR ACUED GUAYABO PEÃ ‘ALIZA Y MIRAFLORES	Bueno	5,16939	-75,09242	1870	8	56,19
927	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL REGIONAL OCCIDENTE/FRESNO	Regular	5,15375	-75,0966	1880	2,77	36,90
1919	J.A.C. DE LA VEREDA CAMPEON MEDIO	Regular	5,14012	-75,07367	1736,4	1	15,27
2035	JAC. VDA. LOS ANDES/FRESNO	Bueno	5,19276	-75,05463	1682	1,29	18,37
2067	JAC. VDA. PETAQUEROS/FRESNO	Regular	5,1446	-75,12982	1851	0,25	5,06
2068	JAC. VDA. PETAQUEROS/FRESNO	Regular	5,14506	-75,12751	1873	0,39	2,71
2069	JAC. VDA. PETAQUEROS/FRESNO	Regular	5,15471	-75,12289	1811	0,24	7,65
2142	JAC. VDA. EL ARRAYAN	Regular	5,20461	-75,0108	1350	2,5	36,03
2564	JAC. DEL BARRIO SAN LUIS/FRESNO	Regular	5,15072	-75,03082	1394	0,5	4,25
2784	JAC. VDA. PRIMAVERA/FRESNO	Bueno	5,16152	-75,02948	1383	0,45	7,70

2820	J.A.C. VDA. CASCABEL	Regular	5,19946	-75,08549	1653	3,241	23,57
2824	JAC. VDA. CAJA RICA/FRESNO	Regular	5,25351	-75,02914	1523	0,625	6,59
3814	J.A.C. VEREDA CAUCACIA MPIO DE FRESNO TOLIMA	Regular	5,12398	-75,128	1817	2,702	7,65
3815	J.A.C. VEREDA CAUCACIA MPIO DE FRESNO TOLIMA	Bueno	5,12676	-75,12708	1872	1,75	5,80
3819	ASOUSUARIOS ACUED.REG.PUENTE TIERRA. EL TABLASO	Regular	5,12759	-75,1532	2160	16,24	161,12
4606	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL MIREYA/FRESNO	Regular	5,1618	-75,03752	1528	0,08	3,29
4607	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL MIREYA/FRESNO	Regular	5,16068	-75,03026	1460	0,7	7,70
4608	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL MIREYA/FRESNO	Bueno	5,16098	-75,03031	1450	1,92	7,70
4613	CORPORACION FRESNENSE DE OBRAS SANITARIAS	Bueno	5,16219	-75,06841	2000	40,37	233,45
4614	CORPORACION FRESNENSE DE OBRAS SANITARIAS	Bueno	5,12446	-75,14373	2000	40	350,13
2976	ASOUSUAE ACUED RURAL LA SIERRA	Bueno	5,14574	-75,02958	1374	1,352	4,14
2977	ASOUSUAE ACUED RURAL LA SIERRA	Bueno	5,15866	-75,02279	1374	1,978	15,02
3804	J.A.C. VEREDA TRAVESIAS - MPIO FRESNO	Malo	5,17571	-75,10096	1689	0,165	2,58
3805	J.A.C. VEREDA TRAVESIAS - MPIO FRESNO	Malo	5,17714	-75,09803	1712	1,3	13,46

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Fresno cuenta con 26 concesiones de agua, de las cuales 25 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 133,81 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	3	80,87
VEREDAL	22	52,94
TOTAL	**25**	**133,81**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 26 concesiones mencionadas inicialmente, solo 25 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada en “caducidad” bajo resolución 042 de 26/03/2014, identificada con llave 203 del usuario J.A.C.VDA.LA MIREYA, con un caudal otorgado de 0,0001 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 15 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Guarumo la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 4 concesiones que corresponden al 16,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de Fresno, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 60,69 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Fresno.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Guarumo	2301.2.7	4	60,69
Rio Sucio	2301.2.3	4	3,15
Quebrada Campeón	2301.2.5	2	3,77
Rio Gualí	2301.2	2	1,85
Quebrada Alegrías	2301.2.2.4	2	44,37
Rio Guarinó	2302.2	2	0,41
Quebrada NN 2 Guarinó	2302.2.7	1	3,24
Quebrada El Guayabo	2301.2.2.3	1	1,29
Quebrada Rascaderal	2302.2.5	1	1,30
Quebrada Guayacamal	2302.2.3	1	0,25

Quebrada NN 1 Guarinó	2302.2.4	1	0,39
Rio Medina	2301.2.2	1	8
Quebrada Aguasal	2301.2.3.3	1	2,5
Quebrada La Estrella	2301.2.2.2	1	0,625
Quebrada Nicúa	2301.2.4	1	1,978
TOTAL		**25**	**133,81**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Fresno:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Otra	4
Toma de rejilla	12
Toma lateral	4
Toma sumergida	5
TOTAL	**25**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

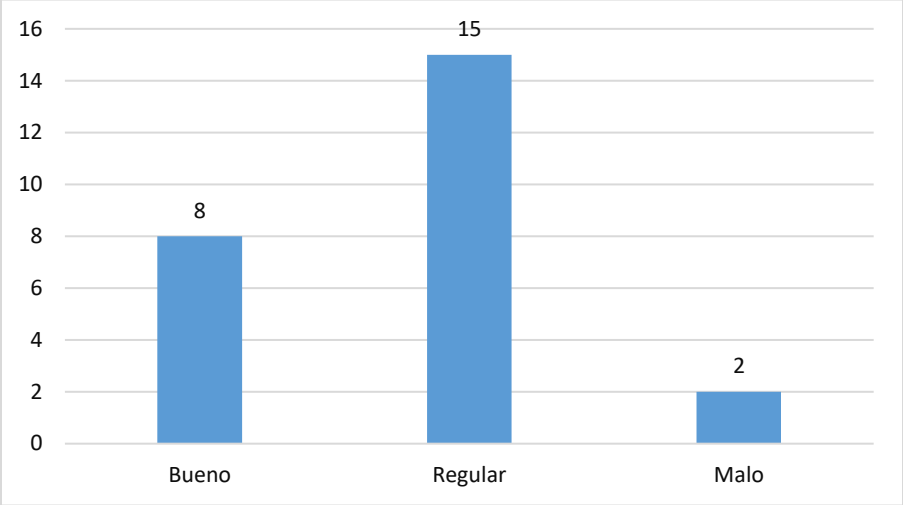
Las visitas realizadas permiten verificar que el 68,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	8	32,00
Regular	15	60,00
Malo	2	8,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Fresno, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	24.467
Personas Transitorias	4.395

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito;

minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 7.

A continuación se presenta la tabla 6, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE FRESNO

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Fresno

FRESNO			
pH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7	X	Media 14 - 21	X
Básico > 7		Alta 21 - 34	

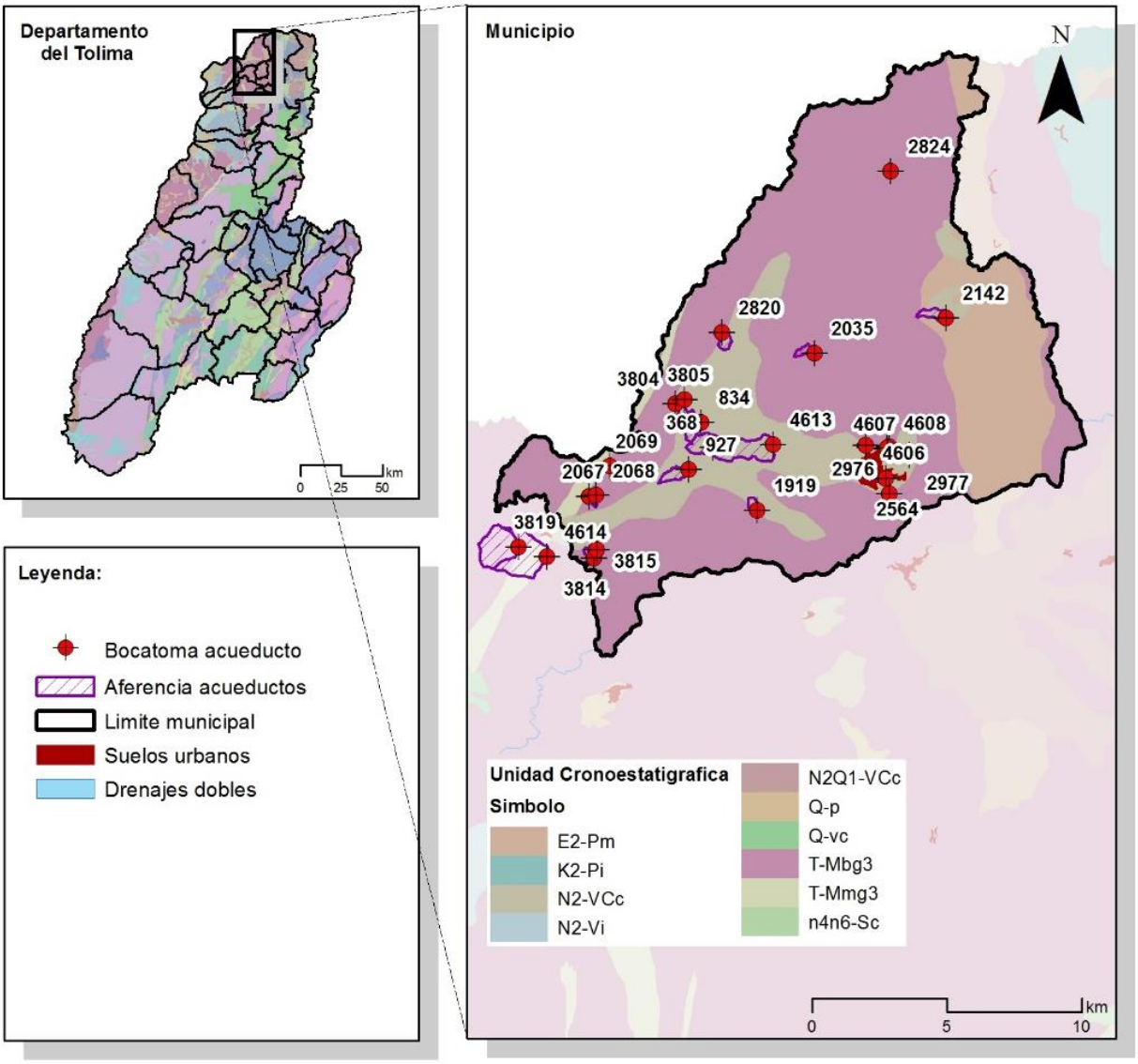
Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Fresno, se determinaron valores de Ph promedio de 7 lo que indica neutralidad (situación ideal) y una temperatura del agua en promedio de 19 °C (media), lo que infiere mediana concentración de oxígeno, indicando con esto que se debe preservar y mejorar la cobertura vegetal de las áreas aferentes de los acueductos. Ver anexos con mapas de Ph Y temperatura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Complejo Cajamarca está clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Tabla 9. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Tabla 10. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
N2-VCc	Tobas intercaladas con aglomerados, brechas, conglomerados, lodolitas y arenitas.	Plioceno		433,095	50,61%

T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	305,267	35,67%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Anfibolitas de Padua	110,832	12,95%
E2-Pm	Cuarzodioritas que varían a dioritas	Eoceno	Stock de El Hatillo	6,609	0,77%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

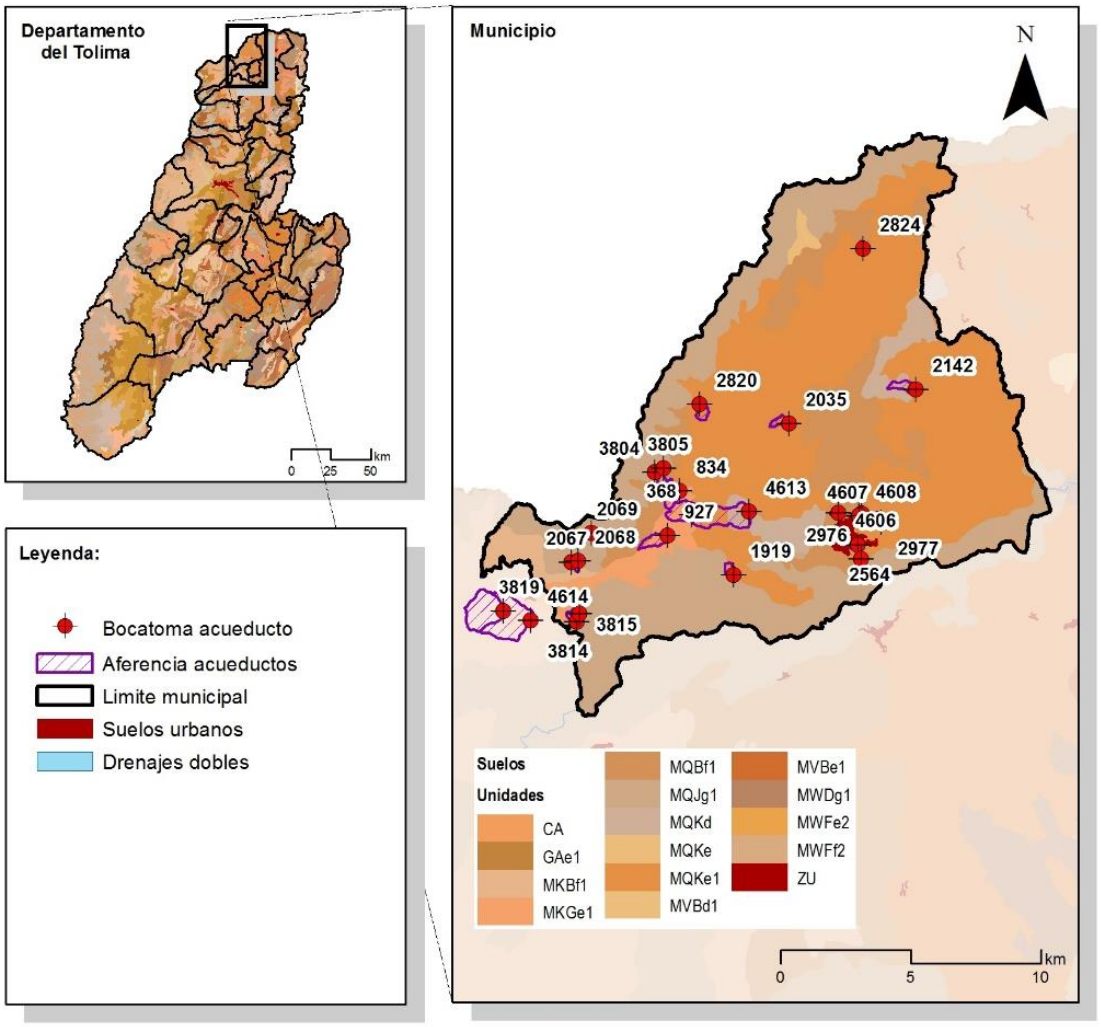
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones.

La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Fresno se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Fresno se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKB con el 32,18% del área total, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; estos suelos presentan erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, observándose fenómenos de reptación, escurrimiento difuso y deslizamientos, además la vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia. Las demás unidades de suelo pertenecen principalmente a las unidades MKG (28,38%) y MQK (20,78%).

Tabla 11. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	275,45	32,19
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	242,89	28,38
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	22,79	2,66
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	17,62	2,06
MQKd	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	67,13	7,84
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	6,17	0,72
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	10,23	1,20
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	16,21	1,89
MQKd	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	19,48	2,28
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	177,84	20,78

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

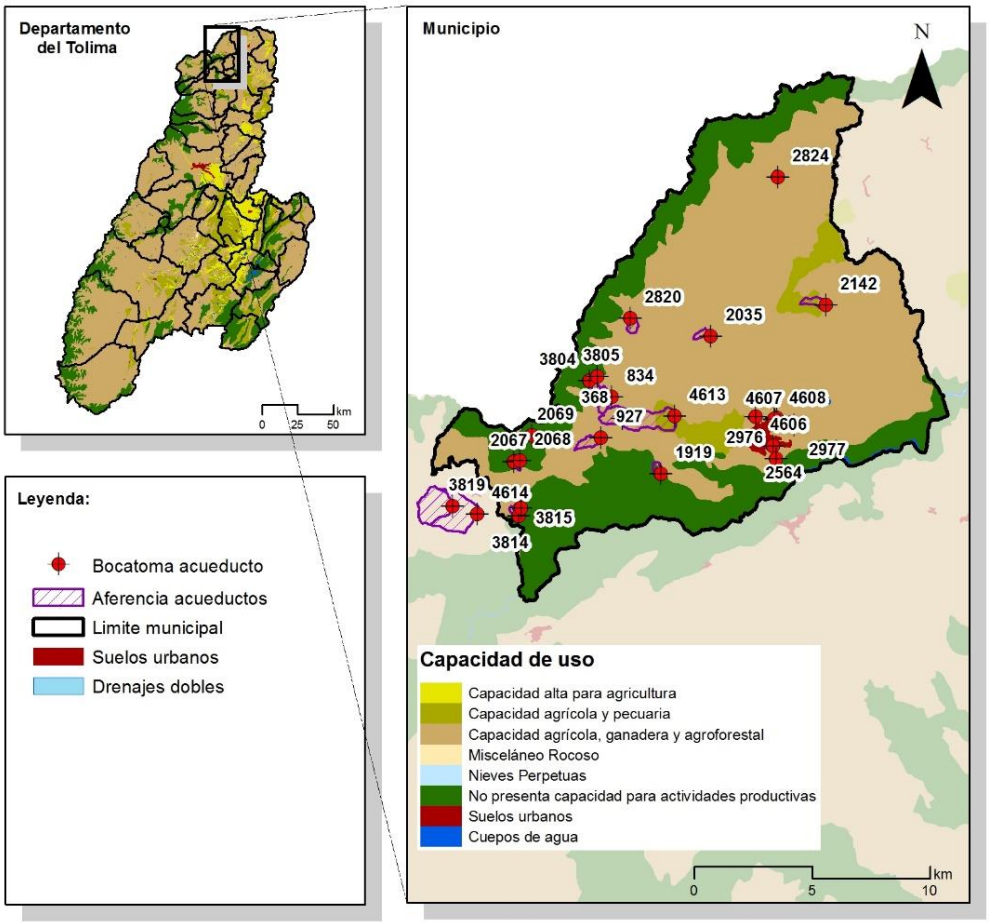
Tabla 12. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Fresno

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
4p	Capacidad agrícola y pecuaria	67,13	7,84
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	167,68	19,59
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	75,21	8,79
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	0,53	0,06

7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	274,92	32,12
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	22,79	2,66
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6,17	0,72
8	No presenta capacidad para actividades productivas	17,62	2,06
4p	Capacidad agrícola y pecuaria	19,48	2,28
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	177,84	20,78
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	10,23	1,20
8	No presenta capacidad para actividades productivas	16,21	1,89

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 57,54% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno se encuentra en la clase agroecológica 7, presentando limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud

forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pc, son suelos con limitación de pendiente o relieve (p) y clima (c).

El 28,38% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p). El 7,84% restante de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 4, que son tierras con limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener; La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erosionadas y susceptibles al deterioro.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

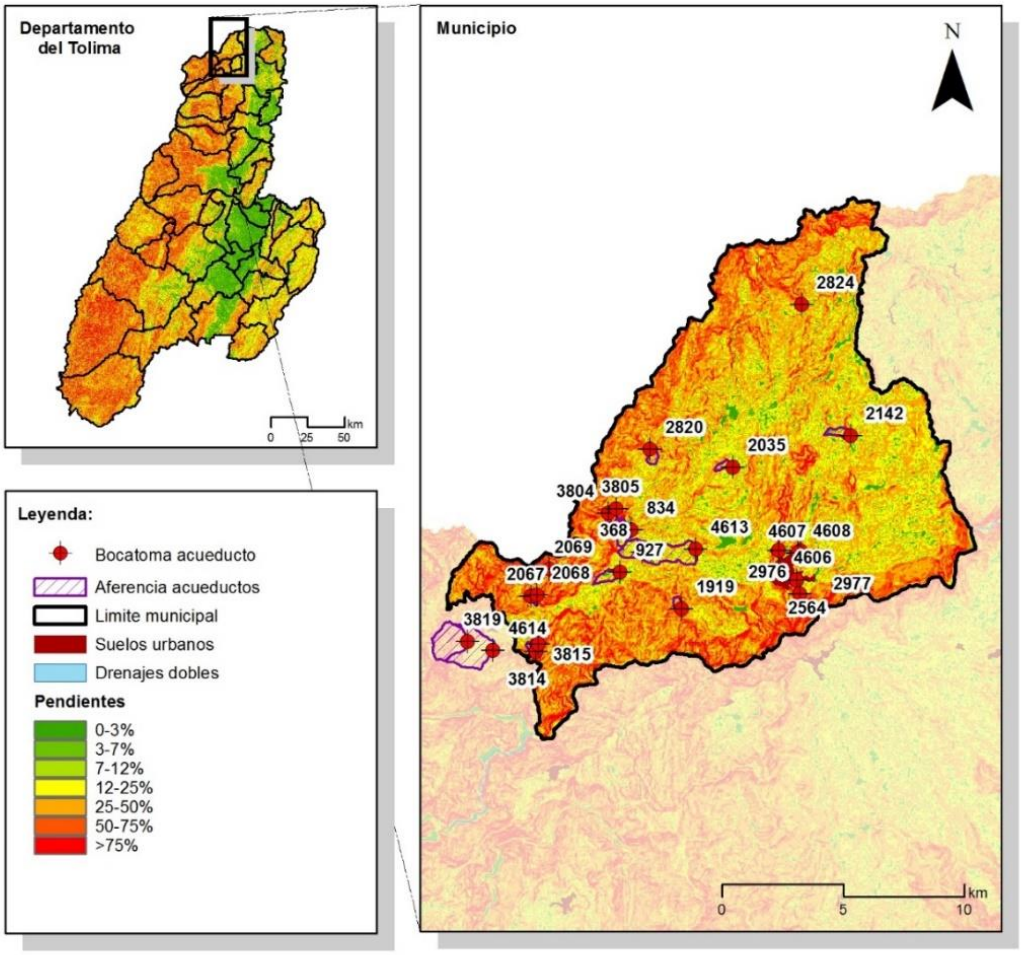
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%

- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Fresno y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 13. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	15,03	1,75
3-7%	Ligeramente inclinado	36,10	4,21

7-12%	Moderadamente inclinado	71,73	8,37
12-25%	Fuertemente inclinado	272,28	31,76
25-50%	Ligeramente escarpado	326,62	38,10
50-75%	Moderadamente escarpado	114,26	13,33
>75%	Fuertemente escarpado	21,17	2,47

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Fresno se observan en la tabla 9, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llaves 3814 y 3815 (ambas pertenecientes a la J.A.C Vereda Caucacia) con pendientes entre el 50-75%, y la menor pendiente en el acueducto con llave 368 (J.A.C Vereda La Florida) con pendientes entre el 12-25%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Fresno, se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 38,10% del área global de las áreas aferentes seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente inclinadas, abarcando un área de 31,76% y 8,36% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

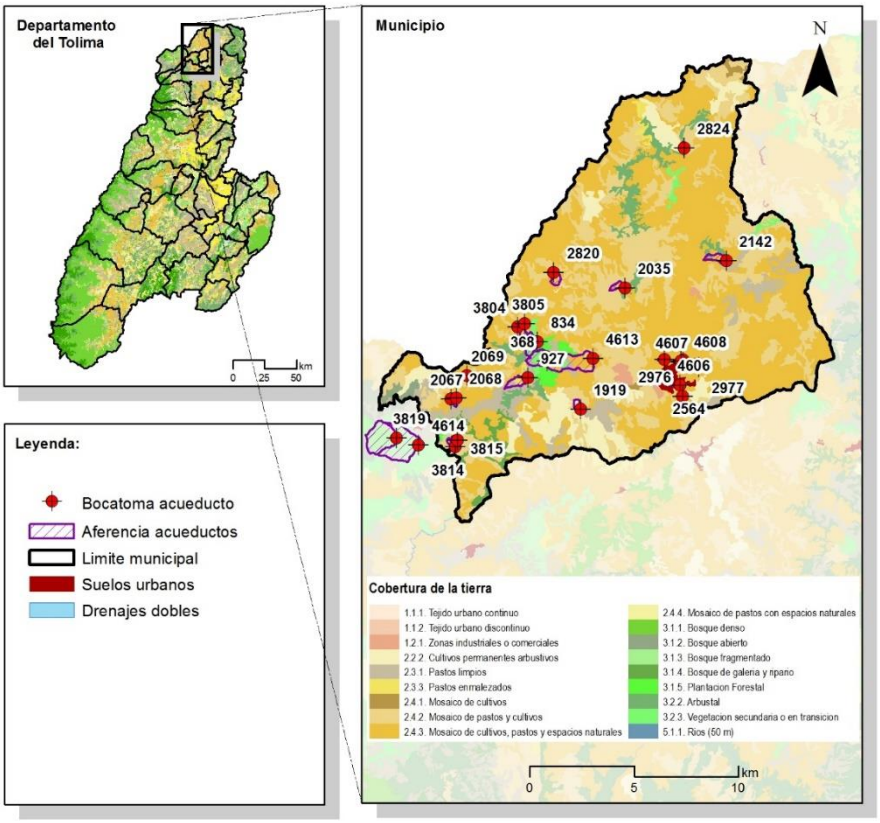
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Fresno se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Tabla 14. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
1.1.1	Tejido urbano continuo	2,06	0,24
2.2.2.2	Café	17,90	2,09
2.3.1	Pastos limpios	122,52	14,32
2.3.3	Pastos enmalezados	16,79	1,96
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	77,41	9,04
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	173,79	20,31
3.1.2.2.1	Bosque abierto bajo de tierra firme	8,49	0,99
3.1.5	Plantación Forestal	164,75	19,25
3.2.2.1	Arbustal denso	0,04	0,01
3.2.2.2	Arbustal abierto	4,11	0,48
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	267,94	31,31

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Fresno y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 31,30% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno presentan cobertura de vegetación secundaria o en transición, cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida.

No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. El 20,30% de la cobertura presenta un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, en donde se comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que

debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

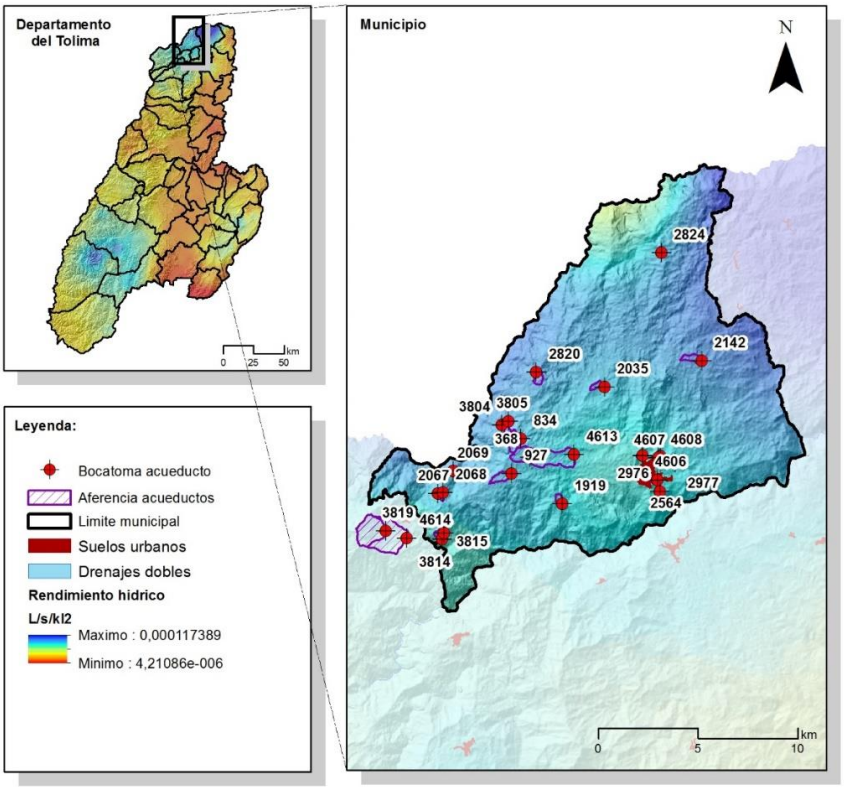
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Fresno y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 15. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Fresno

LLAVE	Área aferencia (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (m3.seg)	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
3819	1,611	0,087	2301.2.7	Quebrada Guarumo	12,964	0,705	12,295
4614	3,501	0,101	2301.2.7		12,964	0,705	14,357
3814	0,076	0,004	2301.2.7		12,964	0,705	0,583
3815	0,058	0,003	2301.2.7		12,964	0,705	0,428
2067	0,051	0,003	2302.2.3	Quebrada Guayacamal	3,970	0,230	1,274
2068	0,027	0,002	2302.2.4	Quebrada NN 1 Guarinó	2,945	0,177	0,964
2069	0,077	0,005	2302.2	Rio Guarinó	209,373	3,699	0,129
927	0,369	0,022	2301.2.5	Quebrada Campeón	13,725	0,756	2,864
1919	0,153	0,009	2301.2.5		13,725	0,756	1,149
368	0,577	0,034	2301.2.2.4	Quebrada Alegrías	3,412	0,192	17,492
4613	2,334	0,099	2301.2.2.4		3,412	0,192	51,302
834	0,562	0,033	2301.2.2	Rio Medina	73,091	5,692	0,585
3805	0,135	0,008	2302.2.5	Quebrada Rascaderal	2,167	0,133	6,052
3804	0,026	0,002	2302.2	Rio Guarinó	53,117	3,699	0,042

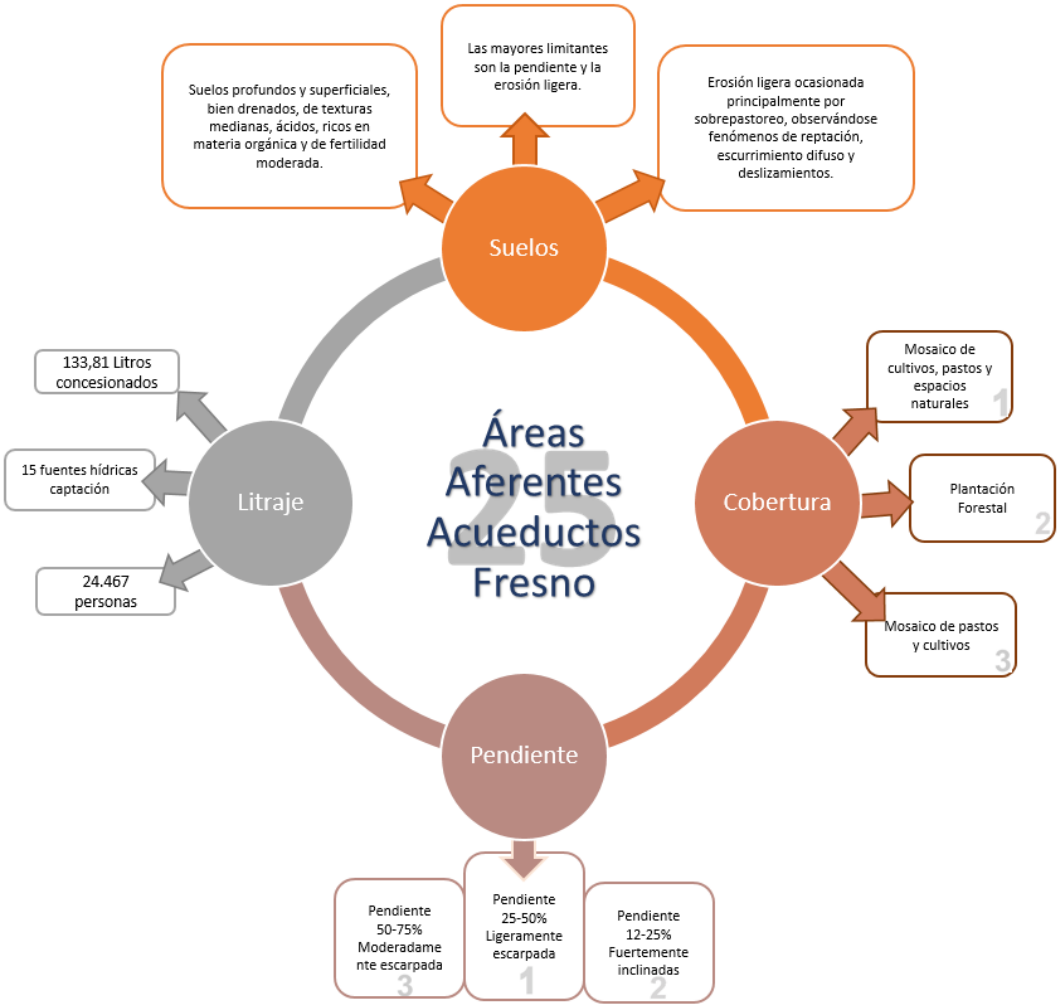
2820	0,236	0,015	2302.2.7	Quebrada NN 2 Guarinó	2,062	0,131	11,226
2035	0,184	0,011	2301.2.2.3	Quebrada El Guayabo	2,694	0,158	6,751
2564	0,042	0,002	2301.2	Rio Gualí	154,895	8,868	0,027
2976	0,041	0,002	2301.2		154,895	8,868	0,026
4606	0,033	0,002	2301.2.3	Rio Sucio	36,206	2,493	0,070
4607	0,077	0,004	2301.2.3		36,206	2,493	0,164
2977	0,150	0,008	2301.2.4	Quebrada Nicua	12,912	0,762	1,090
2142	0,360	0,023	2301.2.3.3	Quebrada Aguasal	5,137	0,343	6,613
2824	0,066	0,004	2301.2.2.2	Quebrada La Estrella	2,979	0,188	2,006
4608	0,077	0,004	2301.2.3	Rio Sucio	36,206	2,493	0,164
2784	0,077	0,004	2301.2.3		36,206	2,493	0,164
TOTAL	**10,746**	**0,481**			**538,530**	**24,528**	**137,489**

NOTA: *Las llaves en amarillo presentan la misma área aferente. El Río Guarinó es una SZH compartida, por lo que únicamente se tiene en cuenta el área y rendimiento hídrico de la zona perteneciente al Departamento del Tolima.*

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 25 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,480 m^3/Km^2 que corresponden al 3,70% del rendimiento hídrico total del municipio de Fresno. El área aferente del acueducto municipal de Fresno, presenta un rendimiento hídrico de 0,102 m^3/Km^2 que corresponde al 14,35% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Guarumo, pues abarca el 27% del área de la misma.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Fresno



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto Municipal, Qda. Arenosa-Guamo, Tolima

ANEXO 18 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE GUAMO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE GUAMO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 20
8. **Cobertura de la tierra** 22
9. **Rendimiento hídrico** 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Guamo 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Guamo 5
Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo 12
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo 15
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Guamo 18
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo 20
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo 23
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Guamo 25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Guamo y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes 14
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes 18
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Guamo y en sus áreas aferentes 21
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes 22
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Guamo y en las áreas aferentes de los acueductos 24
Figura 9*.* Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo 26

MUNICIPIO DE GUAMO

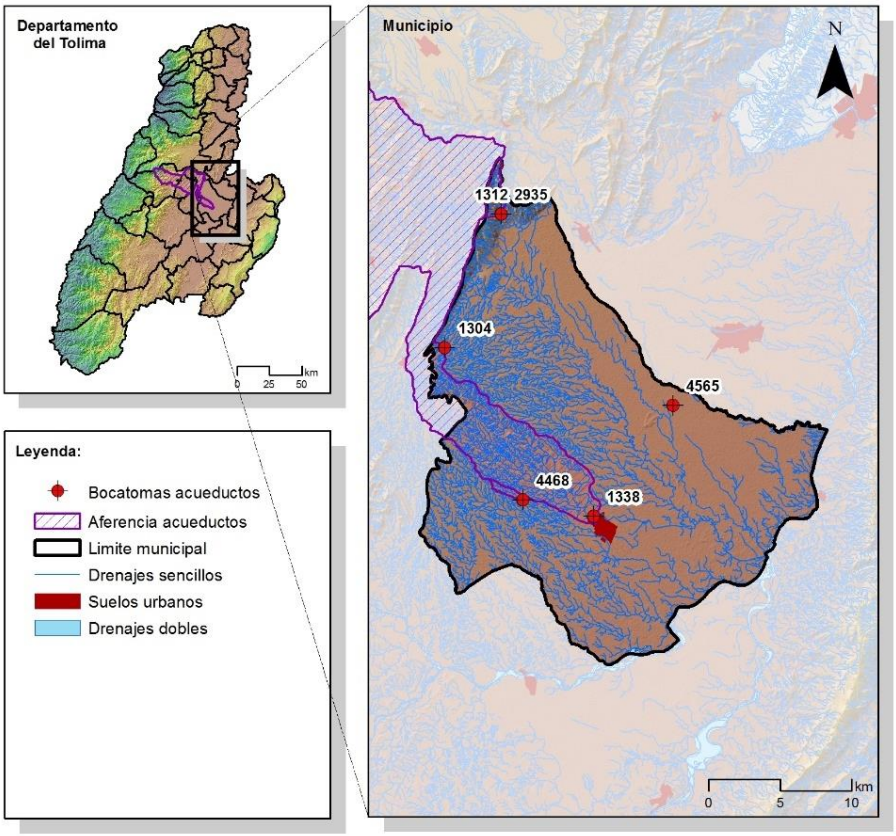
1. Localización

El municipio de Guamo se encuentra ubicado al sur-Oriente del Departamento del Tolima, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 4°01´41” de latitud Norte y 74°58´12” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La localización geográfica del Municipio se constituye en los límites que son al Norte con el Municipio del Espinal al Sur con el Municipio de Purificación y Saldaña, al Oriente con el Municipio de Suarez y al Occidente con el Municipio de San Luis.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Guamo se considera como un municipio rural ya que la extensión de superficie tiene un promedio del 97.9% de zona rural y el restante 2.07% corresponde a la zona urbana, debido a esto el municipio cuenta con 4 acueductos veredales y 2 acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Guamo se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Guamo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Guamo

LAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENCIA (HA)
			LATITUD	LONGITUD			
4468	MUNICIPIO DEL GUAMO.	Bueno	4,045658	-75,019964	355	75,06	116,661
1304	J.A.C. CERRO GORDO.	Regular	4,142064	-75,069304	448	8,07	7,126
2935	MUNICIPIO DEL GUAMO	Regular	4,226642	-75,033826	425	17,6	373,700
1312	JUNTA DE ACCION COMUNALSAN BERNARDO	Regular	4,226642	-75,033826	425	1	373,726
1338	E.S.P DEL GUAMO ESPAG.	Bueno	4,035333	-74,975250	320	63,5	48474,620
4565	ASOC. DE USUARIOS VDA SERREZUELA-PRIMAVERA-GARZAS.	Regular	4,105633	-74,925199	323	3,32	0,000

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Guamo cuenta con 8 concesiones de agua, de las cuales 6 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 168,55 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	138,56
VEREDAL	4	29,99
TOTAL	**6**	**168,55**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 8 concesiones mencionadas inicialmente, solo 6 cuentan con continuidad del servicio ya que dos (2) no realizaron obras de captación y deben realizar el proceso administrativo ante CORTOLIMA con el fin de declarar el estado de caducidad, identificados con llave 4571 y 3990 del usuario ASOC. COMUN USUAR ACUED

ALCANT LA CHAMBA/GUAMO, con un caudal otorgado de 5,5 Lts.seg^{-1} y 9,81 Lts.seg^{-1} respectivamente.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 4 fuentes hídricas y 1 pozo subterráneo para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Arenosa la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 75,06 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Guamo

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Arenosa	2208.1.1	1	75,06
Rio Luisa	2118.2	1	63,50
Quebrada Guaduas	2118.2.2	2	18,60
Quebrada Concha	2118.2.2.3	1	8,07
Pozo Subterráneo	C	1	3,32
TOTAL		**6**	**168,55**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Guamo:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Otra	2
Toma de rejilla	2
Toma lateral	1
Toma sumergida	1
TOTAL	**6**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019

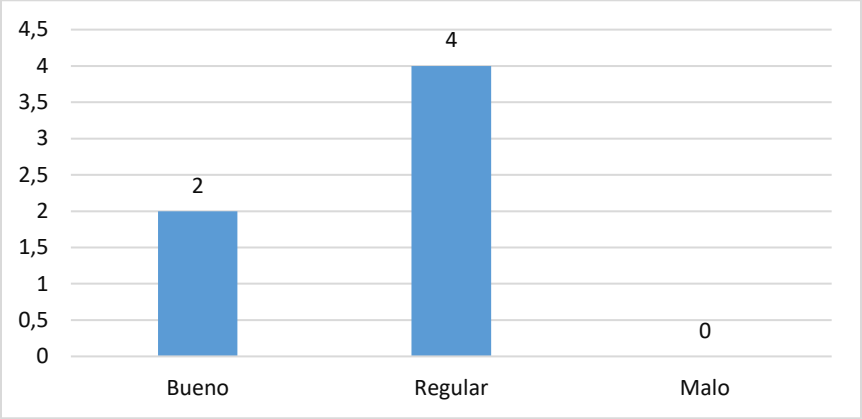
Las visitas realizadas permiten verificar que el 66,67% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	2	33,33
Regular	4	66,67
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Guamo, fue reportado personal fijo en el área de captación en las 4 concesiones relacionadas:

- Municipio del Guamo llave 4468
- Municipio del Guamo llave 2935
- Junta de acción comunal San Bernardo llave 1312
- J.A.C. Cerro gordo llave 1304

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	19.643
Personas Transitorias	2.636 aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA.

3. Litogeoquímica

BATOLITO DE IBAGUÉ (J-PI)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Abanico de Guamo (Qag)

Son depósitos de color gris claro a tonos amarillentos, generados en diversos eventos de actividad del volcán Cerro Machín y se pueden apreciar en inmediaciones de la Vereda Santa Isabel, a lo largo del río Coello, cubriendo el Abanico de Ibagué y calizas de la Formación Payandé en la carretera Buenos Aires - Payandé, en la Plancha No. 245 del SGC “Girardot” (SGC, 2002).

En el contexto regional se presentan, generalmente, como bancos arenosos, con algo de gravas, cuya fracción gruesa es predominantemente pumácea, con esporádicos cantos de dacitas, rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Los espesores máximos expuestos pueden alcanzar los 25 m. Presentan, generalmente, compactación moderada a baja, lo que indica una alta permeabilidad (SGC, 2002).

En el cambio de pendiente, al salir de la zona montañosa, los flujos provenientes del volcán Cerro Machín no encontraron la topografía favorable para conformar conos de deyección, ya que debían superar alturas superiores a los 50 m, de los escarpes formados en las terrazas disecadas del Abanico de Ibagué, y bajaron así encañonados por el río Coello (INGEOMINAS, 1997). Algunos superaron las alturas existentes en la localidad de Payandé, y bajaron por el río Luisa, que son los depósitos que conforman el Abanico de Guamo, y otros superaron la llamada "Barrera de Gualanday" (localizada en la población de Gualanday), la cual está constituida por estratos de la Formación Gualanday; y forma así el Abanico de Espinal, el cual se describe más adelante (SGC, 2002).

De acuerdo con dataciones C14, obtenidas en madera carbonizada, dan entre 5.100 y 1.200 años antes del presente (Cepeda et al., 1995), (SGC, 2002).

Abanico de Espinal (Qae)

Se trata de un depósito de flujo de lodos que ingresó al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday, con los flujos que lograron superar la barrera que lleva su mismo nombre, donde tiene su ápice. En este sitio se encuentra la barrera constituida por estratos de la Formación Gualanday, que había impedido la extensión del Abanico de Ibagué hacia el oriente (SGC, 2002).

El Abanico de Espinal se originó con el aporte del volcán Cerro Machín. Se diferencia del Abanico de Ibagué por su mayor contenido volcánico y material más fino (SGC, 2002).

Corresponde a depósitos de color gris claro a amarillento, conformados por cantos y fragmentos heterométricos, con diámetros generalmente entre 1 y 30 cm, ocasionalmente hasta de 1 m, dentro de una matriz limo arenosa. Se observan niveles de ceniza y orientaciones de flujo, principalmente en los niveles gruesos, y muestran en ocasiones gradaciones locales o disposición caótica de sus componentes (SGC, 2002).

En general, la selección es regular a mala; presenta niveles planos paralelos lenticulares y superficies ondulosas. Los cantos y fragmentos son pumitas dacitas e ignimbritas y, en menor proporción, rocas intrusivas ácidas a intermedias y filitas (SGC, 2002).

La matriz es de cuarzo hialino, feldespatos, biotita fresca y alterada, líticos oscuros y accesorios. Los granos de la matriz son angulares a subangulares, y presentan una alta descomposición de feldespatos. Los fragmentos piroclásticos tienen formas angulosas y en menor proporción subredondeadas elipsoidales. Se encuentran cantos retrabajados provenientes de rocas intrusivas y metamórficas, subredondeados a redondeados con esfericidad notable; también fragmentos de rocas metamórficas como filitas aplanadas y alargadas con bordes redondeados, estos últimos en baja proporción (SGC, 2002).

En general, estos depósitos son friables y pulvurulentos, y presentan una mediana compactación por cementación. En la parte occidental, el primer flujo presenta suelos poco desarrollados con baja retención de agua, su aspecto es desértico, cubierto por hierbas, pastos y escasos árboles; Los depósitos del Abanico de Espinal están en contacto discordante con las formaciones del Cretácico y Cenozoico que le infrayacen, y cubren una paleotopografía principalmente conformada por arenitas, lodolitas y conglomerados del Grupo Honda. Este depósito presenta espesores muy variados, que van disminuyendo en dirección suroccidente (SGC, 2002).

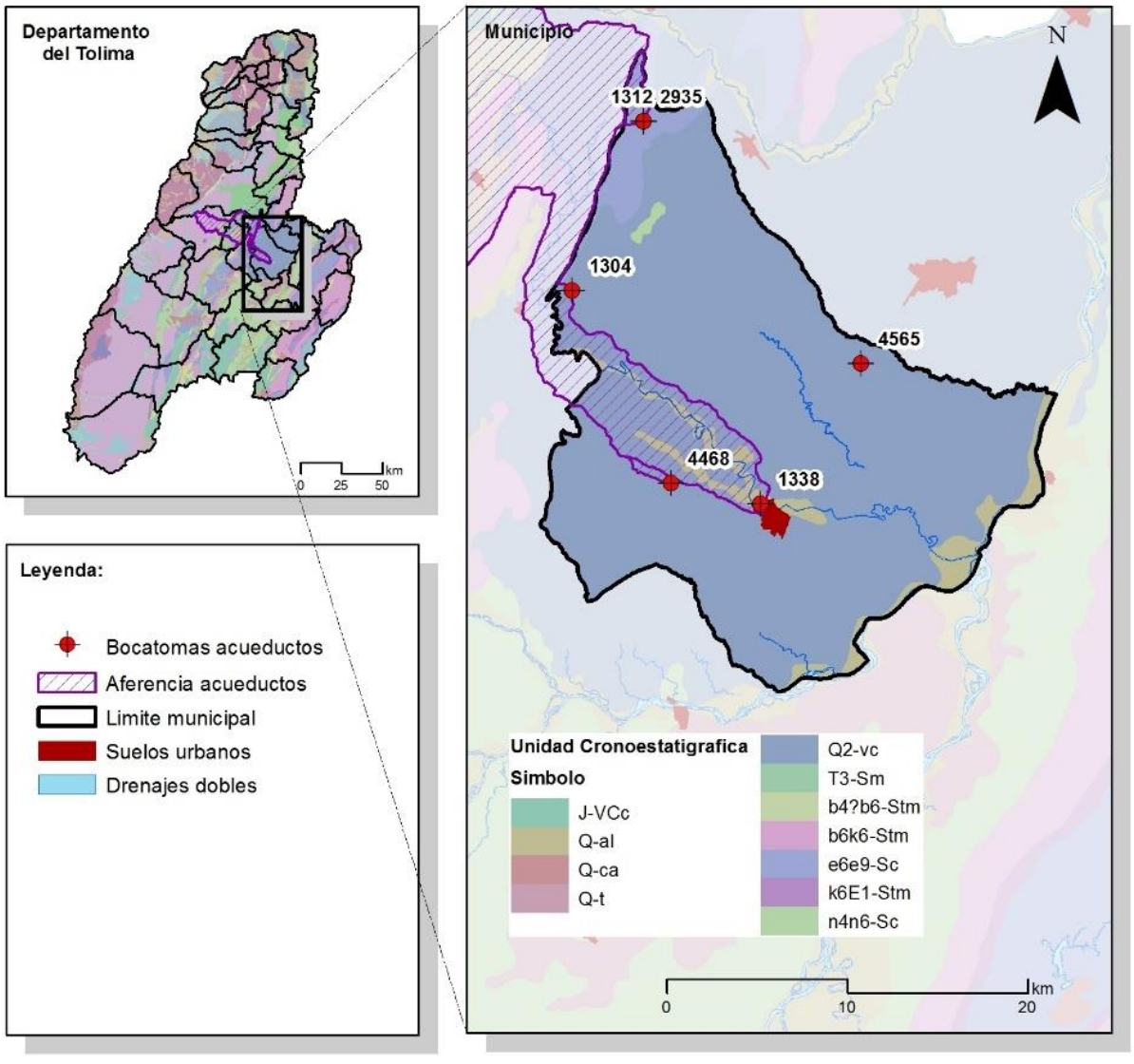
No se tiene referencia de la edad del depósito, pero por presentarse menos disecado que el Abanico de Guamo, se piensa que es un depósito más reciente (SGC, 2002).

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Batolito de Ibagué es clasificado como acuífugo, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Los Abanicos del Guamo y Espinal son considerados como acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química, con una productividad baja entre 0.05 a 1.0 litros.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 4. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de Payandé	13226,464	27,01%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno	Abanico de Espinal, Abanico del Guamo, Abanico de Espinal	10307,033	21,05%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	6456,739	13,18%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		4471,325	9,13%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda, Grupo Honda	4143,577	8,46%
b4?b6-Stm	Cuarzoarenitas. Al tope, glauconíticas o ferruginosas y, en la parte media, con intercalaciones de calizas y shales.	Barremiano?-Albiano	Formación Caballos	2598,660	5,31%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		2397,443	4,90%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	1920,576	3,92%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	1513,104	3,09%
T?-Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico?	Formación Luisa	1275,243	2,60%
P-Pf	Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas.	Pérmico		192,469	0,39%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	152,889	0,31%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano		147,459	0,30%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope,	Aptiano-Albiano		89,727	0,18%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
	cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.				
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	79,422	0,16%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

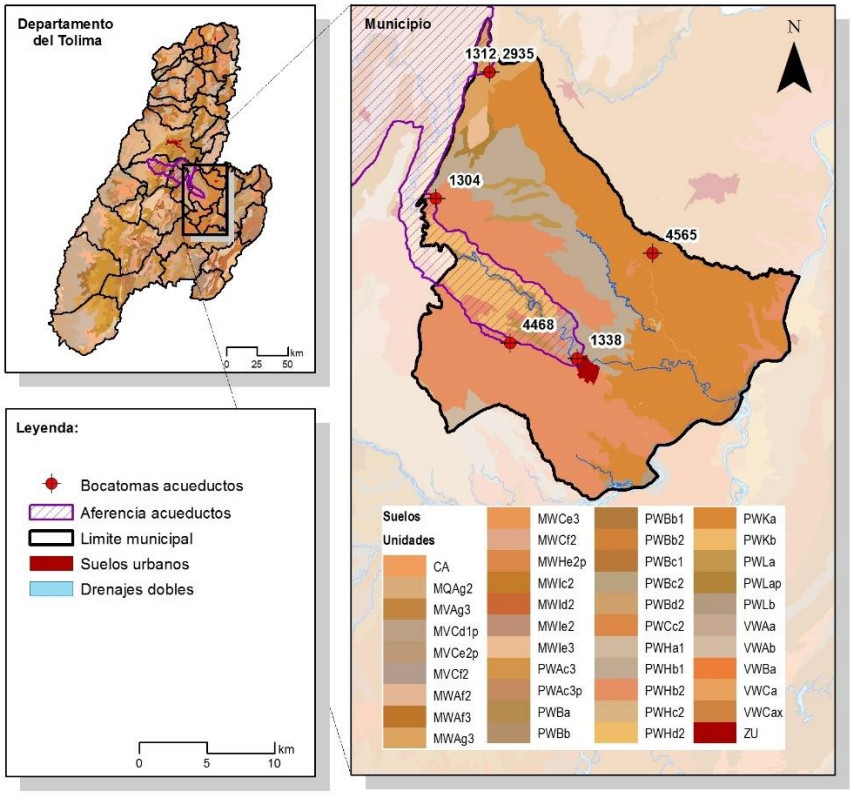
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones.

La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Guamo se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Guamo se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKBf1 con el 39.116% del área total, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados, de texturas medianas, ácidos; ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, estos suelos presentan erosión ligera a moderada con laderas cubiertas de cenizas volcánicas, además la vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia.

El 11.425% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad PWHb2, estos suelos a comparación de los suelos con mayor porcentaje de área son suelos muy superficiales, bien y excesivamente drenados, de texturas gruesas, y pobres en materia orgánica, debido a su relieve plano, es ligeramente a moderadamente ondulado con una erosión ligera a moderada por escurrimiento concentrado en cárcavas, además la vegetación natural ha sido destruida y las tierras utilizadas en ganadería extensiva y en cultivos cuando disponen de riego. Los suelos restantes pertenecen a las unidades CA (9.869%) correspondientes a los cuerpos de agua, MWAf3 (6.123%) son suelos superficiales, que presentan drenados excesivos con unas texturas de gruesas a medianas y muy pobres de matera orgánica con una fertilidad muy baja, para el 33.467% varían suelos

profundos a superficiales, con texturas gruesas, medias a finas con buen porcentaje para cada uno de estos suelos.

Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MK Bf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	76.435,6	39,12 %
PW Hb2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	22.325,6	11,43 %
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	19.285,4	9,87%
M WA f3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	11.965,7	6,12%
MQ Eg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	10.745,2	5,50%
MQ Df1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	10.562,4	5,41%
PW Hb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	6.251,7	3,20%
PW Hc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	4.379,0	2,24%

PW Hd2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	3.967,1	2,03%
M WIe 3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	3.360,0	1,72%
VW Aa	Cálido seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales mixtos	Media	INCEPTISOLES	3.075,1	1,57%
M WId 2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	2.900,2	1,48%
M WCe3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	2.844,4	1,46%
MQ He1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	2.832,9	1,45%
M WA g3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	2.772,1	1,42%
M WA f2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	2.017,4	1,03%
M WIc 3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1.706,7	0,87%
M WJ d2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias finas y químicas carbonatadas	Fina	ENTISOLES	1.596,2	0,82%

MWIe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1.470,9	0,75%
PWLb	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	821,8	0,42%
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	819,7	0,42%
MQEf2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	801,6	0,41%
VWAb	Cálido seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales mixtos	Media	ENTISOLES	731,0	0,37%
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	598,8	0,31%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	520,3	0,27%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	333,8	0,17%
PWLap	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	287,9	0,15%

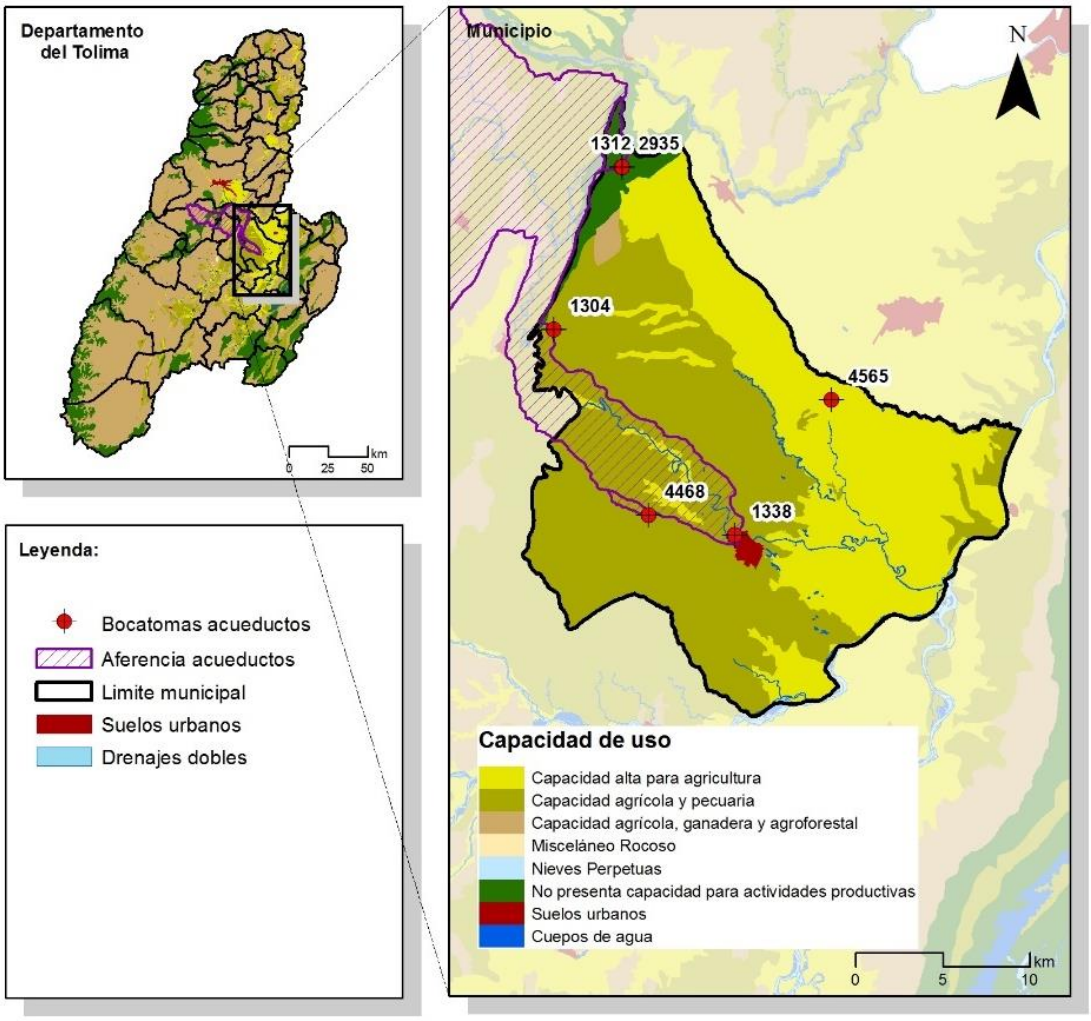
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el

Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 6. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Guamo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	9671,82	19,75%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6892,35	14,07%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6742,58	13,77%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	6020,00	12,29%

7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3302,00	6,74%
4h	Capacidad agrícola y pecuaria	3060,88	6,25%
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2696,67	5,51%
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2659,45	5,43%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2001,91	4,09%
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1781,64	3,64%
3s	Capacidad alta para agricultura	1420,58	2,90%
4pe	Capacidad agrícola y pecuaria	1078,85	2,20%
3c	Capacidad alta para agricultura	731,02	1,49%
CA	CA	411,40	0,84%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	398,62	0,81%
ZU	ZU	102,37	0,21%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Cabe resaltar estas tres clases agroecológicas de capacidad de uso de las tierras con referencia a las áreas donde se encuentran los acueductos, debido a que presentan un mayor porcentaje que las otras, lo cual nos indica que predominan estas tres clases agroecológicas mientras las otras se mantienen un porcentaje similar entre diferentes capacidades de usos de estos suelos, el primero con el 19.75 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo se encuentra en la clase agroecológica 4, donde tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. También se puede determinar que en las áreas sub-húmedas y semiáridas los rendimientos de los cultivos están relacionados directamente con la distribución de las lluvias; así, los suelos pueden producir altos rendimientos durante los años en los cuales la humedad sea adecuada, y bajos rendimientos durante los años de lluvias regulares y fracasos durante los años de lluvias escasas.

El segundo con el 14.07% y 13.77% (donde presentan la misma clase agroecológica) de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo se encuentra en la clase agroecológica 7, presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p)

y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e). donde se puede

El 12.29% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 8, son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

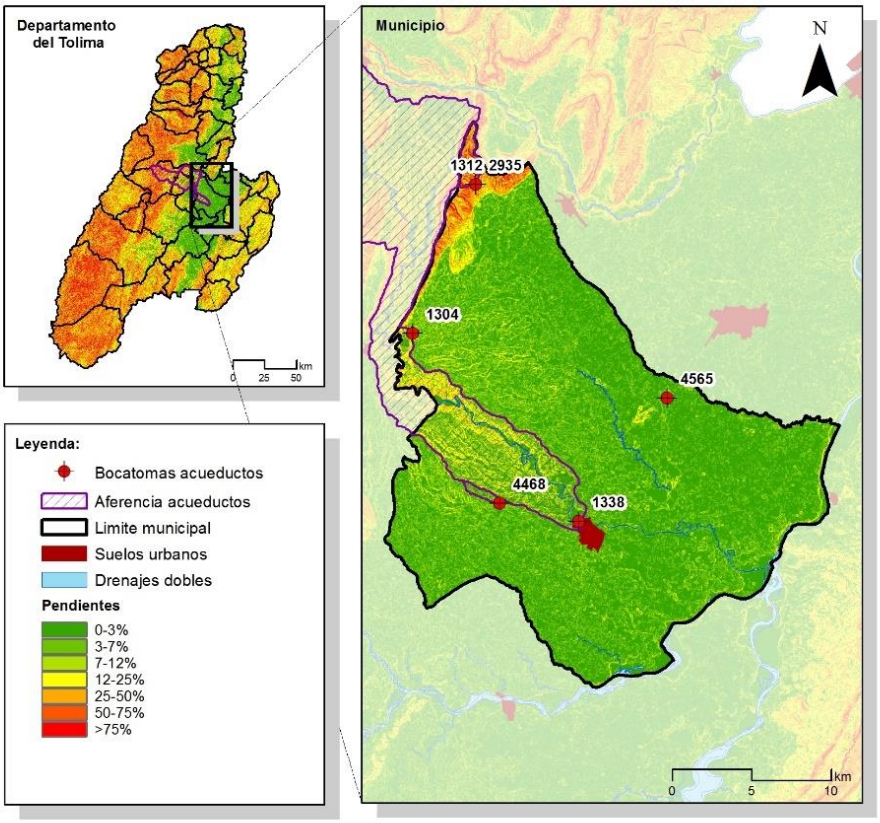
Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	4218,04	8,61%
>75%	Fuertemente escarpado	6281,09	12,83%
50-75%	Moderadamente escarpado	5727,64	11,70%
7-12%	Moderadamente inclinado	10115,43	20,66%
25-50%	Ligeramente escarpado	15031,80	30,70%

12-25%	Fuertemente inclinado	6432,68	13,14%
3-7%	Ligeramente inclinado	1164,73	2,38%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Guamo y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

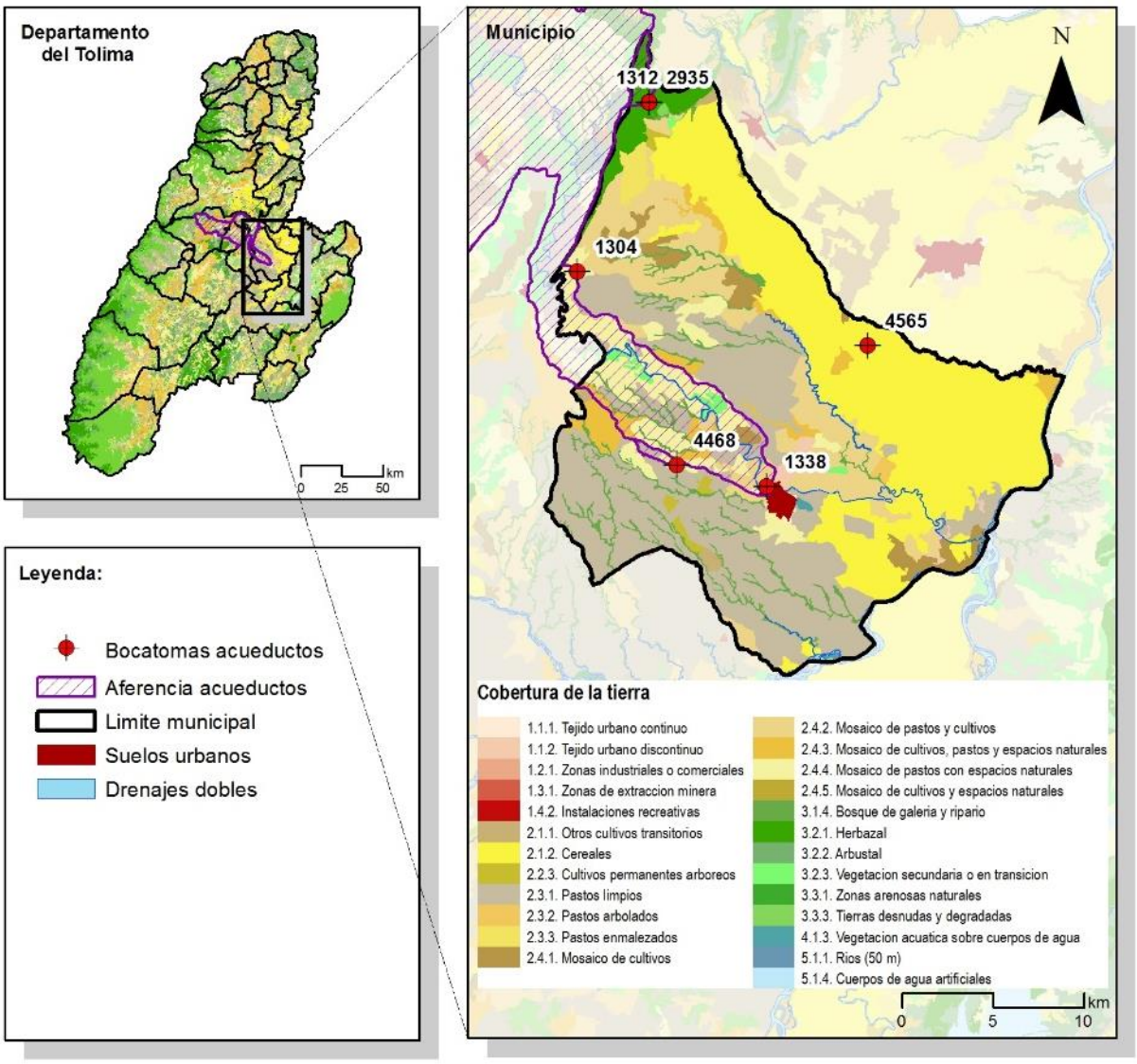
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Guamo se observan en la tabla 9, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llave 1312 (JUNTA DE ACCION COMUNAL SAN BERNARDO) y 2935 (MUNICIPIO DEL GUAMO) con pendientes >75% y la menor pendiente en el acueducto con llave 4565 (ASOC. DE USUARIOS VDA SERREZUELA-PRIMAVERA- GARZAS.) con pendientes entre el 0-3%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Guamo se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 30.70% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 20.66% y 13.14% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Guamo se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Guamo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	12435,51	25,39%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	8932,00	18,24%
2.3.1	Pastos limpios	8358,11	17,07%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	4292,46	8,77%
3.1.4	Bosque de galería y ripario	4033,45	8,24%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	3673,04	7,50%
2.1.1	Otros cultivos transitorios	1481,05	3,02%
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	1290,30	2,63%
2.3.3	Pastos enmalezados	849,24	1,73%
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	808,76	1,65%
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	522,16	1,07%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	480,78	0,98%
3.2.2.1	Arbustal denso	459,81	0,94%
5.1.1	Rios (50 m)	433,08	0,88%
1.1.1	Tejido urbano continuo	242,99	0,50%
2.4.1	Mosaico de cultivos	212,67	0,43%
2.1.2.2	Maiz	188,97	0,39%
1.3.1	Zonas de extraccion minera	165,36	0,34%
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	102,24	0,21%
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	9,93	0,02%
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	0,20	0,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 25.39% constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. El patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no son representativos individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. El 18.24% comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales.

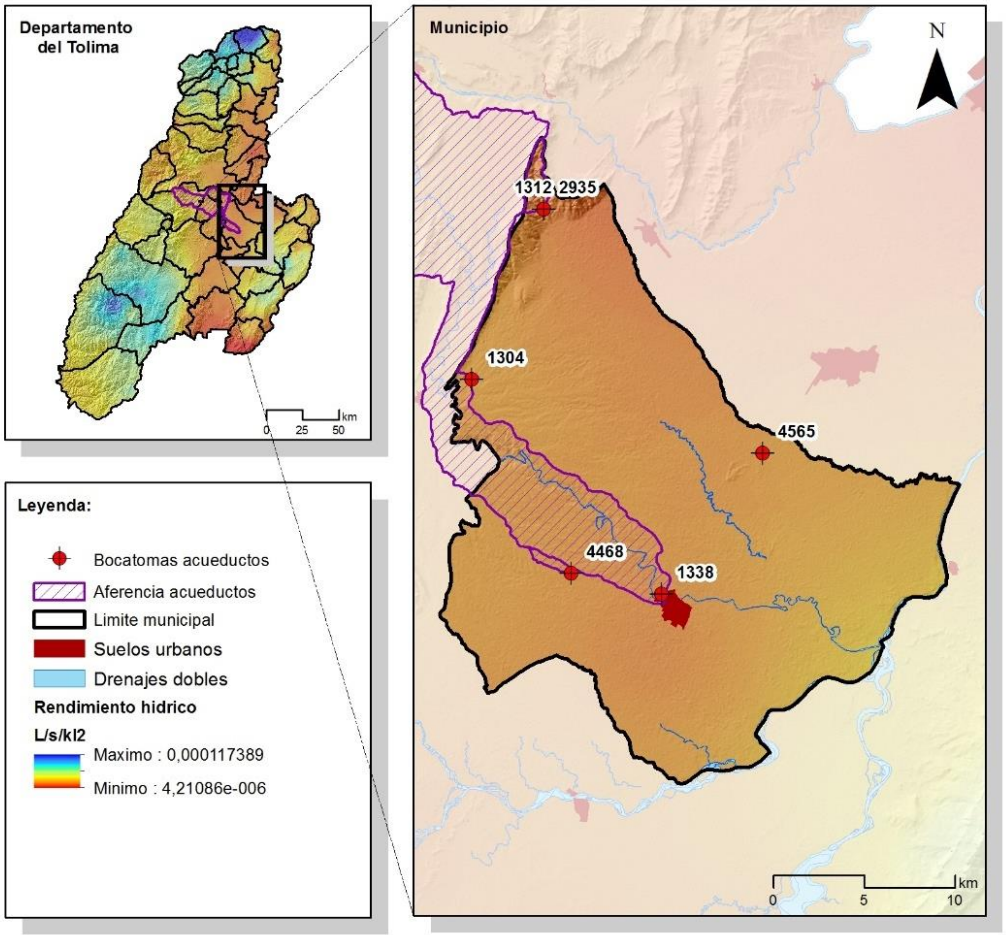
El patrón de distribución de las coberturas no es representativo individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad de la cobertura presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman

asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios. El 17.07% comprende las tierras ocupadas por pastos limpios para el 39.3% se presentan una gran variedad de coberturas presentes en las áreas aferentes de los acueductos lo cual se hace mayor referencia a las coberturas que tienen mayor porcentaje y abarcan más del 60% del área total de cobertura.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.
El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo
Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Guamo y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Guamo

LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
1312	3,7373	0,0676	2118.2.2	Quebrada Guaduas	58,0652	1,0998	6,15%	6,44%
2935	3,7370	0,0676	2118.2.2	Quebrada Guaduas	58,0652	1,0998	6,15%	6,44%
4468	1,1666	0,0238	2208.1.1	Quebrada Arenosa	2,3763	0,0475	50,03%	49,09%
1304	0,0713	0,0016	2118.2.2.3	Quebrada Concha	15,5568	0,3213	0,49%	0,46%

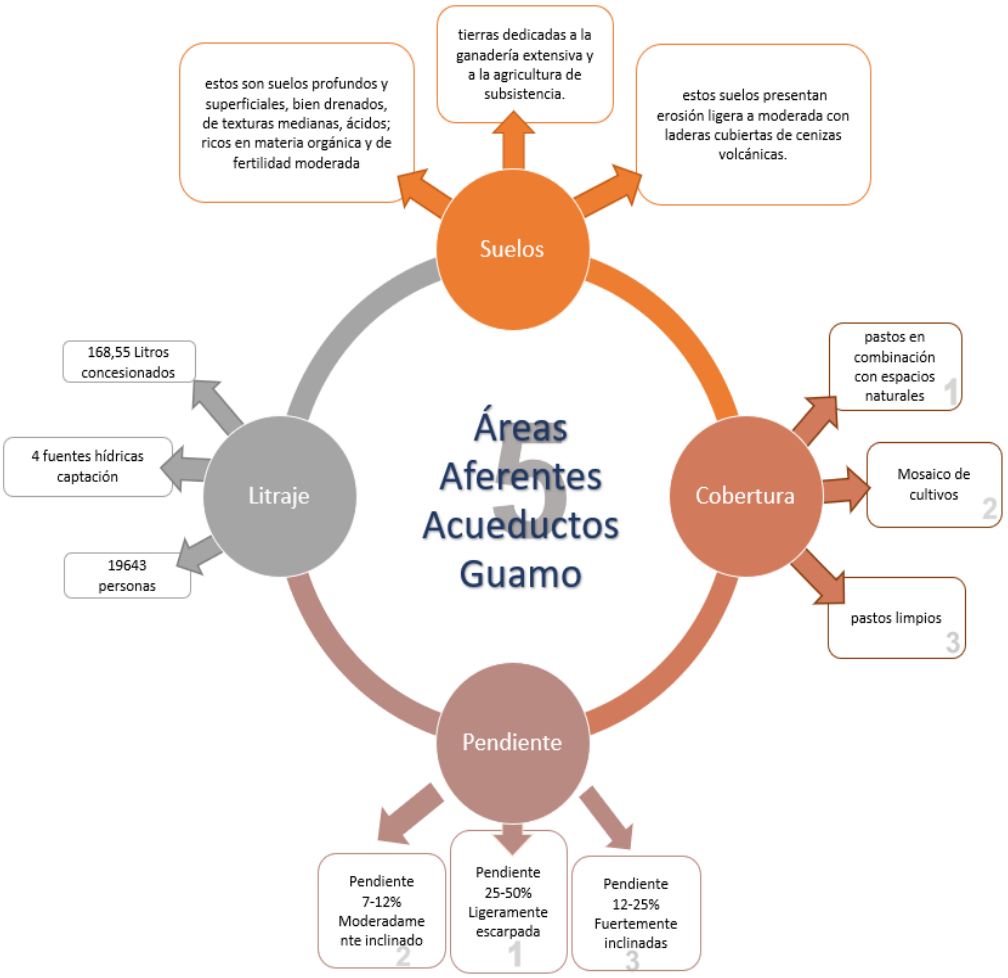
LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO SUBZONA	NOMBRE DE LA SUBZONA	Área de la subzona (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO SUBZONA	% RH Área Aferente respecto SUBZONA	% Área de Aferencia respecto Área SUBZONA
1338	484,7462	12,4727	2118	RIO LUISA Y OTROS DIRECTOS	1062,0897	23,6699	52,69%	45,64%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

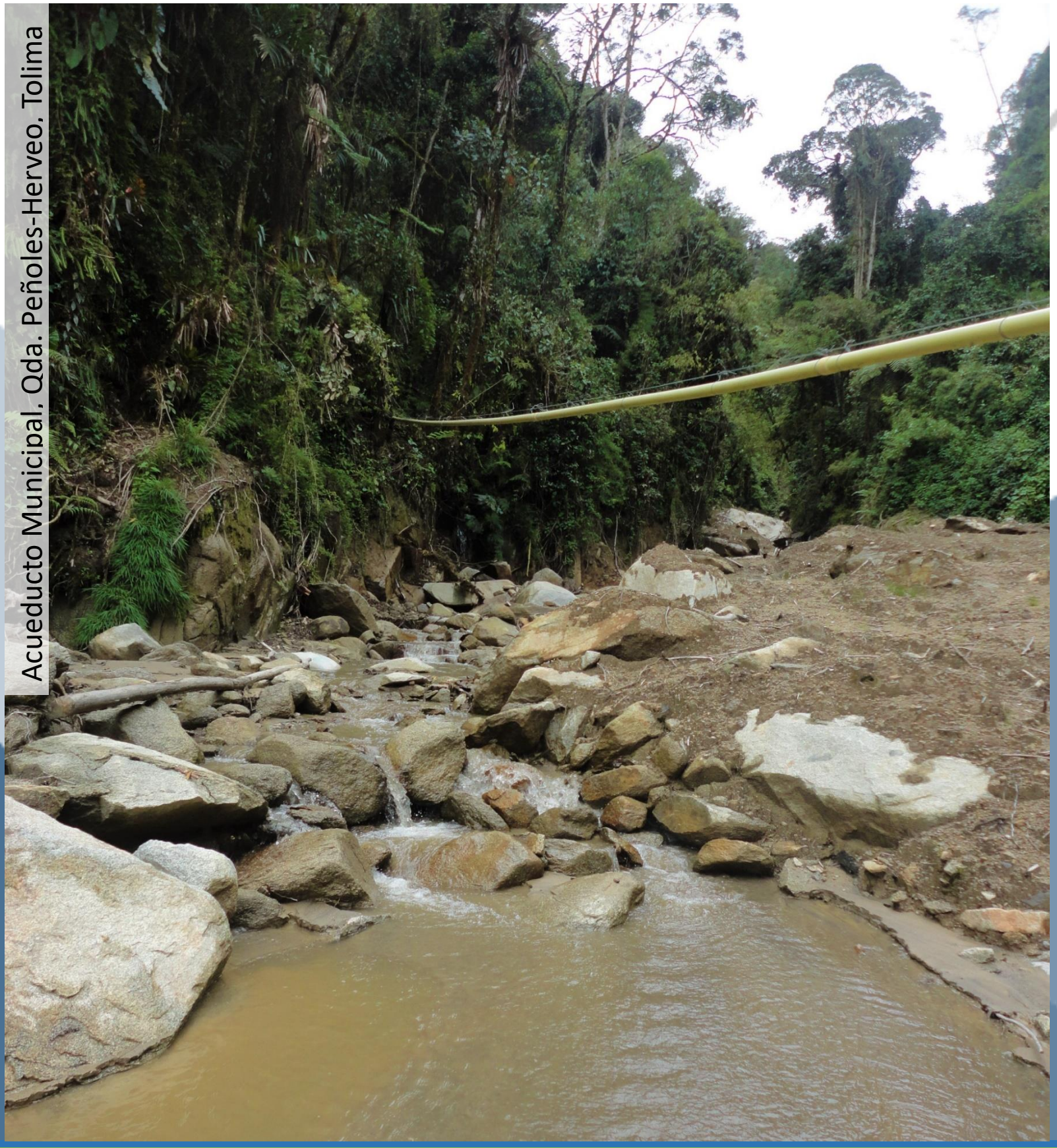
El área aferente del acueducto municipal de Guamo, presenta un rendimiento hídrico de 0.0238 l/s/Km^2 que corresponde al 50.03% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Arenosa, pues abarca el 49.09% del área de la misma. El área aferente para la microcuenca guaduas tiene dos llaves las cuales son respectivamente la 1312 (JUNTA DE ACCION COMUNAL SAN BERNARDO) y 2935 (MUNICIPIO DEL GUAMO), y presentan un rendimiento hídrico respectivamente de 0.0676 l/s/km^2 y corresponde solamente al 6.15% del rendimiento hídrico total de la microcuenca, pues abarca 6.44% del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la junta de acción comunal cerro gordo, con 0,0016 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,49% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Concha.

Para la llave 1338 correspondiente a la (E.S.P DEL GUAMO ESPAG), el área aferente de este punto abarca una gran mayoría de microcuencas lo cual presentamos el rendimiento hídrico frente a una subzona hidrográfica (rio luisa y otros directos), basado en esto tenemos que el rendimiento hídrico de 12.4772 l/s/Km^2 corresponde al 52.69% del rendimiento hídrico total de la subzona hidrográfica (rio luisa y otros directos), abarcando un área del 45.64% del total de esta.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Guamo



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto Municipal, Qda. Peñoles-Herveo, Tolima

ANEXO 19 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE HERVEO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE HERVEO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 12
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Herveo. 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Herveo. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 7
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo 13
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Herveo 15
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo 18
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo 19
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Herveo 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Herveo y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Usuarios permanentes y transitorios 6
Figura 4. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes 12
Figura 5. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes 14
Figura 6. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes 15
Figura 7. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Herveo y en sus áreas aferentes 17
Figura 8. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes 19
Figura 9. Rendimiento hídrico del municipio de Herveo y en las áreas aferentes de los acueductos 21
Figura 10. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo 23

MUNICIPIO DE HERVEO

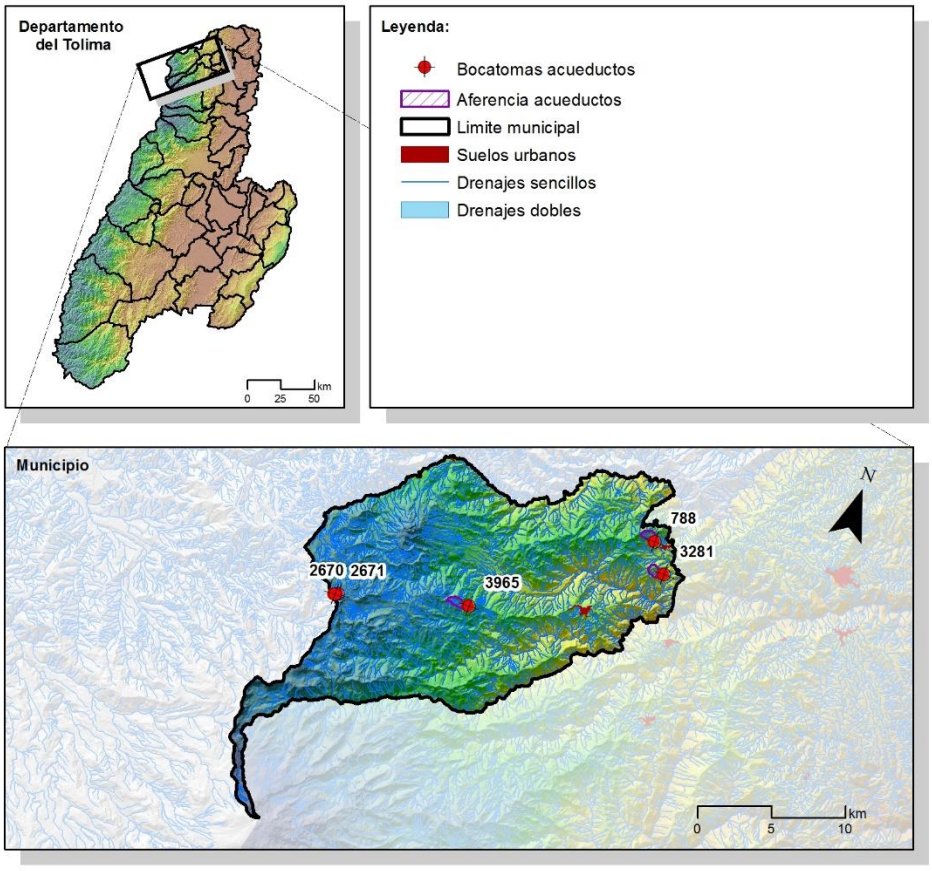
1. Localización

El municipio de Herveo, se encuentra al norte del Departamento del Tolima, situado a 189 kilómetros de Ibagué; su Cabecera Municipal está localizada sobre los 5°04’50’’ de latitud Norte y 75°10’32’’ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 2.250 m.s.n.m. Su ingreso se hace desde la vereda Delgaditas ubicada sobre la vía principal que conecta a Fresno – Manizales, desviándose 17 Km desde el cruce sobre la vía.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Herveo cuenta con un área total de 321.99 km², de los cuales el 99,90% (321,69 km²), pertenece al área urbana y 0,093% (0,30 km²) al área rural con un total de 32 veredas y tres centros poblados, debido a esto, el municipio de Herveo cuenta con un total de 5 acueductos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Herveo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Herveo.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
2671	JAC. VDA. LETRAS/HERVEO.	Regular	5,03659	-75,3224	3760	0,40	7,26
2670	JAC. VDA. LETRAS/HERVEO.	Regular	5,03752	-75,3208	3733	0,60	6,40
3965	MUNICIPIO DE HERVEO.	Bueno	5,05787	-75,24338	2876	17,50	58,65
3281	ASOUSAR-ACUED-RURAL FONDAS PICOTA.	Bueno	5,11655	-75,13863	1942	3,00	54,04
788	MUNICIPIO DE HERVEO.	Bueno	5,13375	-75,15054	2248	7,24	50,75

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Herveo cuenta con 5 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 28,74 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	24,74
VEREDAL	3	4,00
TOTAL	**5**	**28,74**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 3 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Guali la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 2 concesiones que corresponden al 40,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de Herveo, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 24,74 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Herveo.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Guali	2301.2.7	2	24,74
Directos Magdalena Entre Cabrera y Sumapaz	2301.2.3	2	3,40
Quebrada Tasajeras	2301.2.5	1	0,60
TOTAL		**5**	**28,74**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Herveo:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	3
Toma sumergida	1
Otra	1
TOTAL	**5**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

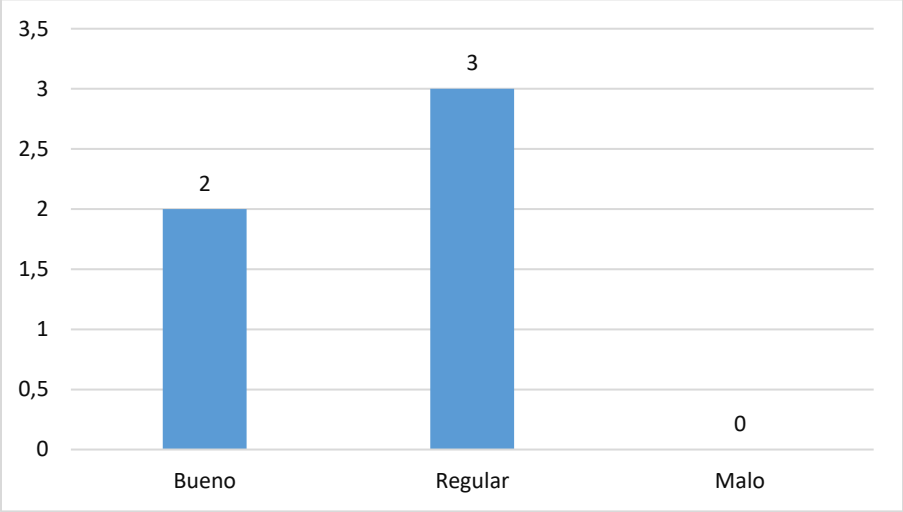
Las visitas realizadas permiten verificar que el 60,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	2	40,00
Regular	3	60,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Herveo, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Figura 3. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	4.650
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3)

Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 6.

A continuación se presenta la tabla 6, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 6. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Depósitos volcánicos (NgQl - NgQp)

Se agrupan bajo esta denominación depósitos provenientes de la actividad de los volcanes del Complejo o Macizo Ruiz – Tolima expuestos sobre la Cordillera Central, entre el río Bermellón - Coello, al sur, y el límite con el Departamento de Caldas, al norte. Este vulcanismo, en concepto de numerosos investigadores es calco-alcalino, de composición andesítica, asociado a un margen continental activo.

El origen de este vulcanismo es la respuesta a la interacción entre las placas litosféricas continental de Suramérica, al oriente, y oceánica de Nazca, al occidente, característico de un margen continental activo, de tipo convergente y destructivo, en donde la placa oceánica subduce bajo la continental.

De acuerdo con Thouret (1989) casi todos los volcanes del complejo son estrato-volcanes compuestos, es decir, encajonados dentro de calderas antiguas, con domos y domos coladas, a la vez efusivos y explosivos. Thouret (op. cit.), indica que en la zona se han reconocido cinco etapas principales de morfogénesis volcánica, que han edificado y destruido tres cadenas volcánicas sucesivas desde el Plioceno. El vulcanismo debió haberse iniciado a finales del Mioceno, ya que en la parte superior del Grupo Honda se encuentra aporte volcánico que se va intensificando en las formaciones Mesa y Casabianca. Estas edades están soportadas con datos geocronológicos

Lavas (NgQl)

Las espesas coladas de lava provenientes del vulcanismo del Macizo Ruiz - Tolima forman extensas mesetas o altillanuras, generalmente por encima de 3.000 a 3.500 metros de altura. Excelentes exposiciones se encuentran sobre la carretera Murillo - Nevado del Ruiz y en toda el área del Parque Nacional Natural Los Nevados. Las lavas cubren las rocas metamórficas del Complejo Cajamarca y las rocas intrusivas del Batolito de El Bosque.

Los flujos lávicos son de composición andesítica, con pocas excepciones basáltica y, con relativa frecuencia, con domos dacíticos como los de Cerro España y los nevados Santa Isabel y Cisne.

Son coladas de lava masivas, sólo han sido reconocidos flujos de lava en bloques asociados al Nevado Santa Isabel, en el valle de la quebrada El África, afluente del río Totarito (NÚÑEZ y RODRÍGUEZ, 1993).

Las dataciones de lavas más antiguas, hasta ahora conocidas, dan 2,7 ± 0,19 Ma (FLÓREZ, 1986) y 1,8 - 2,3 Ma (THOURET, 1989), que corresponderían al substrato o basamento antiguo de la cadena del Plioceno superior. Las más recientes, 0 ± 0,05 a 0,2 ± 0,15 Ma están asociadas a coladas de lava cortas del volcán de la cumbre del Nevado del Ruiz (THOURET, 1989; THOURET et al.,1990, THOURET, 1985), del Holoceno.

Stock de Manizales (Pgcdm)

En Plazas et al., (2013), se describe la unidad denominándola tonalita-granodiorita de Manizales (Stock de Manizales), como a un cuerpo intrusivo, de edad Paleoceno, ubicado en el flanco Occidental de la Cordillera Central, al este de la ciudad de Manizales (Caldas), y al norte del Volcán Nevado del Ruiz. Presenta un área aproximada de 65 Km2, de los cuales afloran 32 Km2, debido a que se encuentra cubierto por depósitos volcanoclásticos provenientes del Volcán Nevado del Ruiz.

Este cuerpo esta zonado composicional y mineralógicamente, con fases más ricas en calcio y hierro hacia las márgenes del cuerpo y fases más ricas en potasio y sodio en el sector interior del mismo. La petrografía permite identificar tres fases ígneas de borde a centro: Tonalita Biotítica con Hornblenda, Tonalita Biotítica y Granodiorita Biotítica.

La presencia de epidota magmática (mineral accesorio) permite interpretar que las condiciones de presión y temperatura de emplazamiento fueron mayores a 5 kbar y 680 ºC respectivamente. El geobarómetro de Al en hornblenda y el geotermómetro hornblendaplagioclasa permiten confirmar esta observación. Bajo estas condiciones, se interpreta que el cuerpo se emplazó a una profundidad aproximada de 15 km.

De acuerdo con la presencia de xenolitos en diferentes estados de asimilación, la orientación de los enclaves prolatos y oblatos coincidente con la tendencia estructural de las foliaciones, y las fábricas anisotrópicas planares concéntricas que varían de foliaciones de estado sólido en las márgenes a foliaciones magmáticas hacia el interior del cuerpo, se puede sugerir un ascenso diapírico con inflación in-situ (ballooning), en donde la deformación de las rocas de caja soportan un acortamiento dúctil (Plazas et al., 2013).

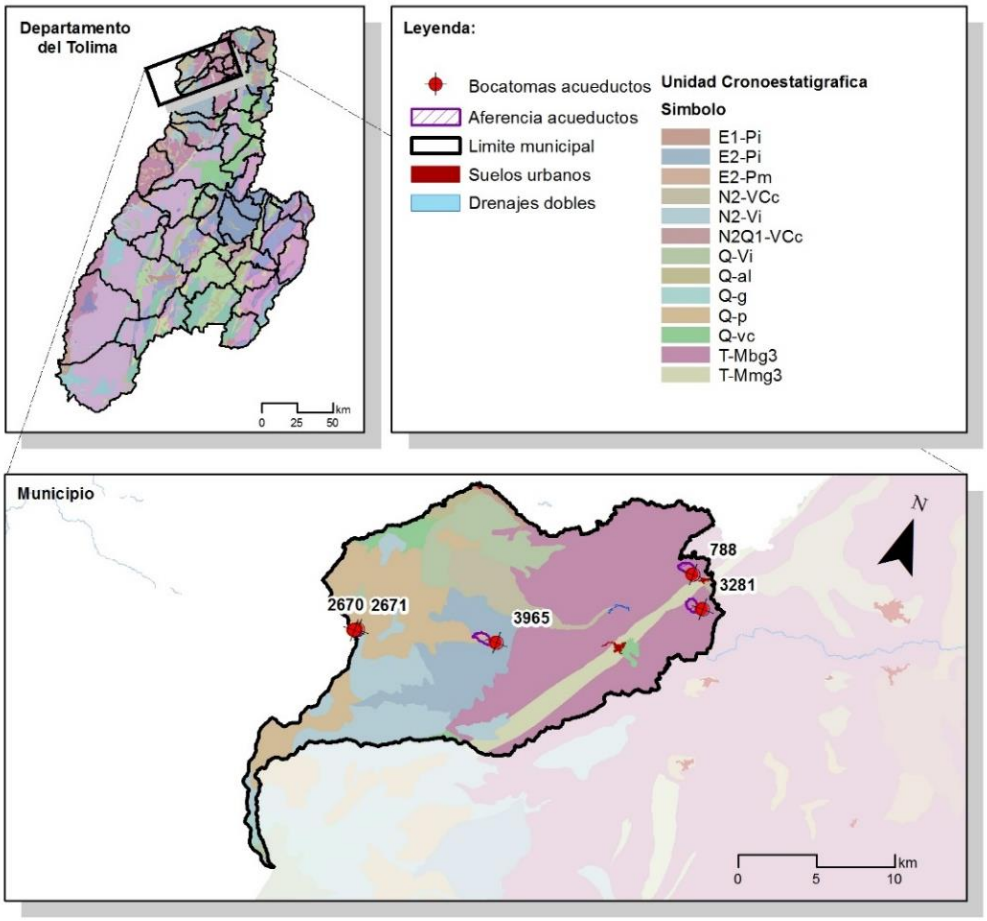
El contacto con metamorfitas del Complejo Cajamarca, inicialmente fue intrusivo, y se observan xenolitos, zonas de inyección y efectos térmicos con un grado de metamorfismo más alto que el desarrollado regionalmente y, posteriormente, fallado

con fallas inversas con ángulo de inclinación variable. Con el Intrusivo Néisico de Manizales el contacto es intrusivo, pero debido a la naturaleza similar de estas rocas, es difícil separarlas cuando no está bien marcada la foliación en el neis (Plazas et al., 2013).

4. Hidrogeología

El complejo Cajamarca se encuentra clasificado hidrogeologicamente como de acuífugo, son rocas metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.

Figura 4. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Herveo se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

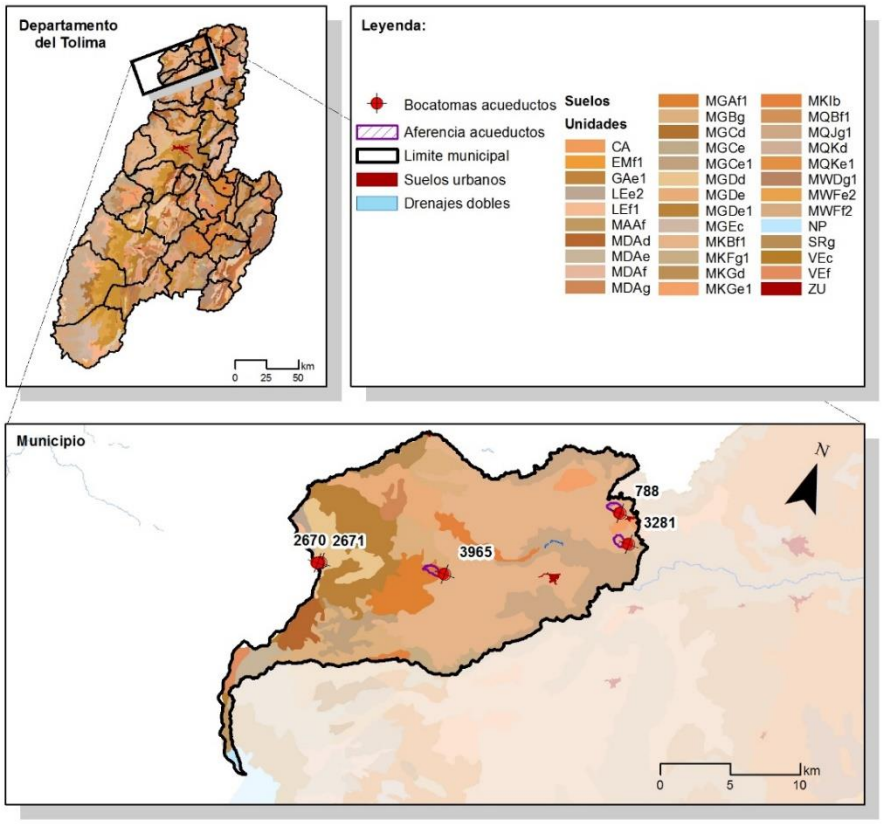
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MG Af1	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	55,47	32,03
MG Dd	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Arenas volcánicas sobre andesitas	Gruesa	ANDISOLES	9,72	5,61

MKB f1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	3,18	1,84
MKB f1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	104,79	60,52

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes



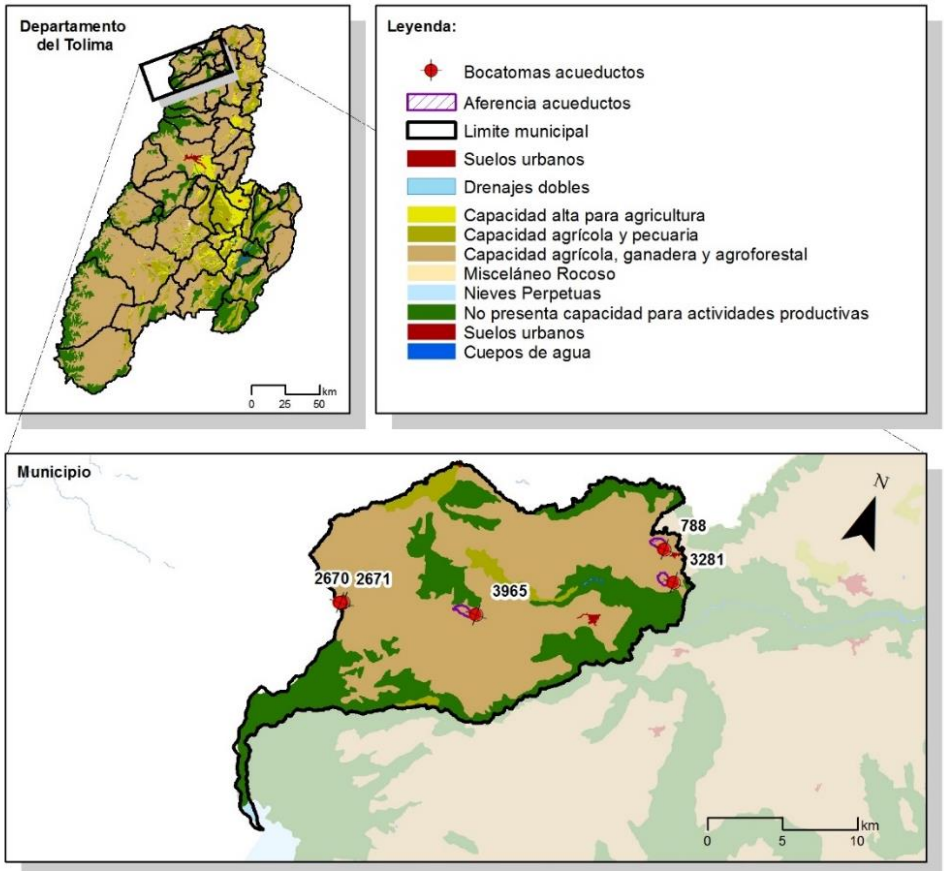
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Herveo se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKB con el 60,51% del área total, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; estos suelos presentan erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, observándose fenómenos de reptación, escurrimiento difuso y deslizamientos, además la vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia. Las demás unidades de suelo pertenecen principalmente a las unidades MGA (32,03%) y MGD (5,61%).

5. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 6. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Herveo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
*	*	3,93	2,22
6sc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	9,72	5,49
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	55,47	31,32
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3,18	1,79
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	104,79	59,17

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 92,28% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo se encuentra en la clase agroecológica 7, presentando limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pc, son suelos con limitación de pendiente o relieve (p) y clima (c).

El 5,48% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p).

6. Pendientes

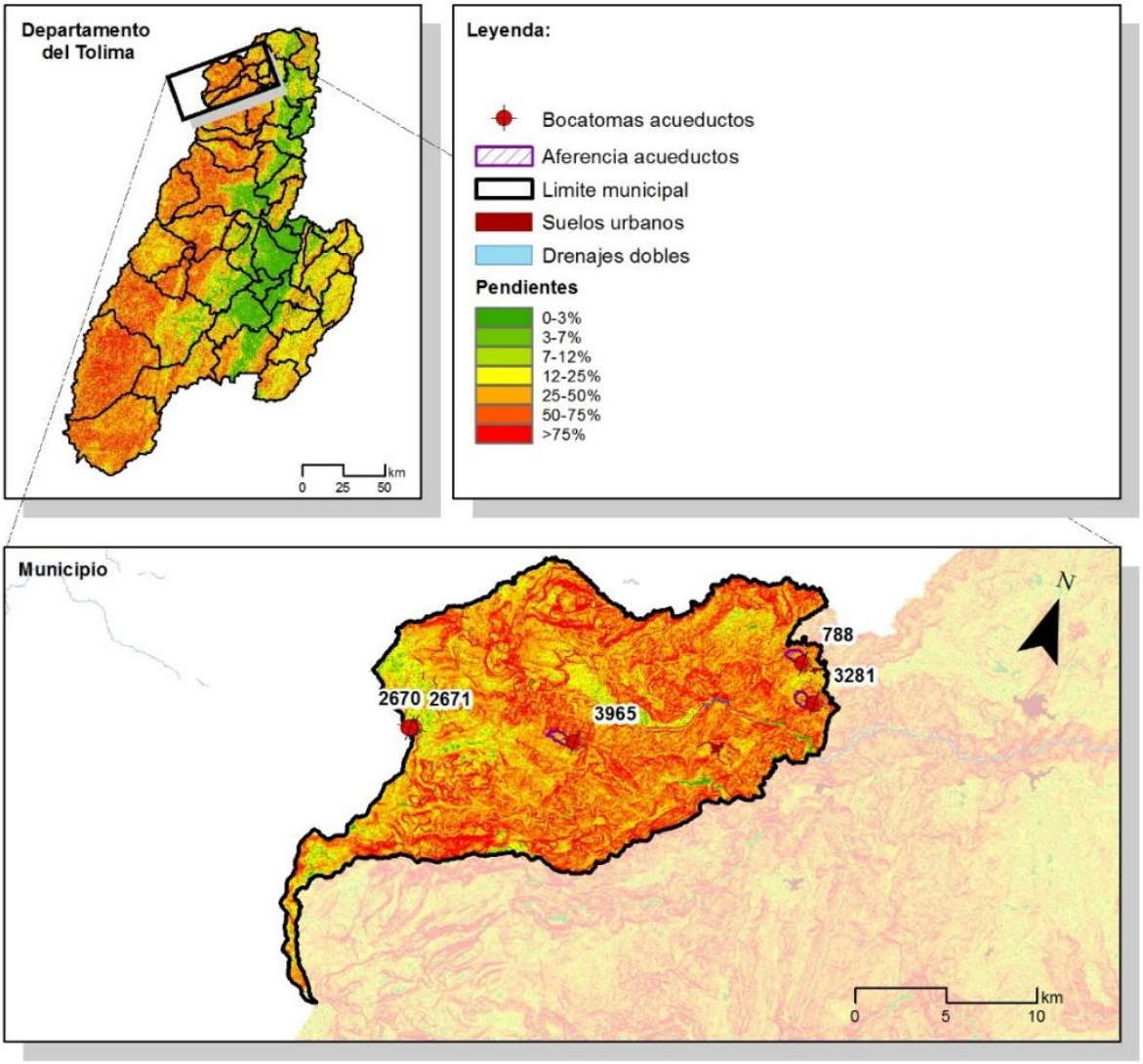
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.

- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 7. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Herveo y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	0,19	0,11
3-7%	Ligeramente inclinado	1,42	0,80
7-12%	Moderadamente inclinado	5,10	2,88
12-25%	Fuertemente inclinado	32,70	18,43
25-50%	Ligeramente escarpado	107,36	60,52
50-75%	Moderadamente escarpado	30,15	17,00
>75%	Fuertemente escarpado	0,47	0,27

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

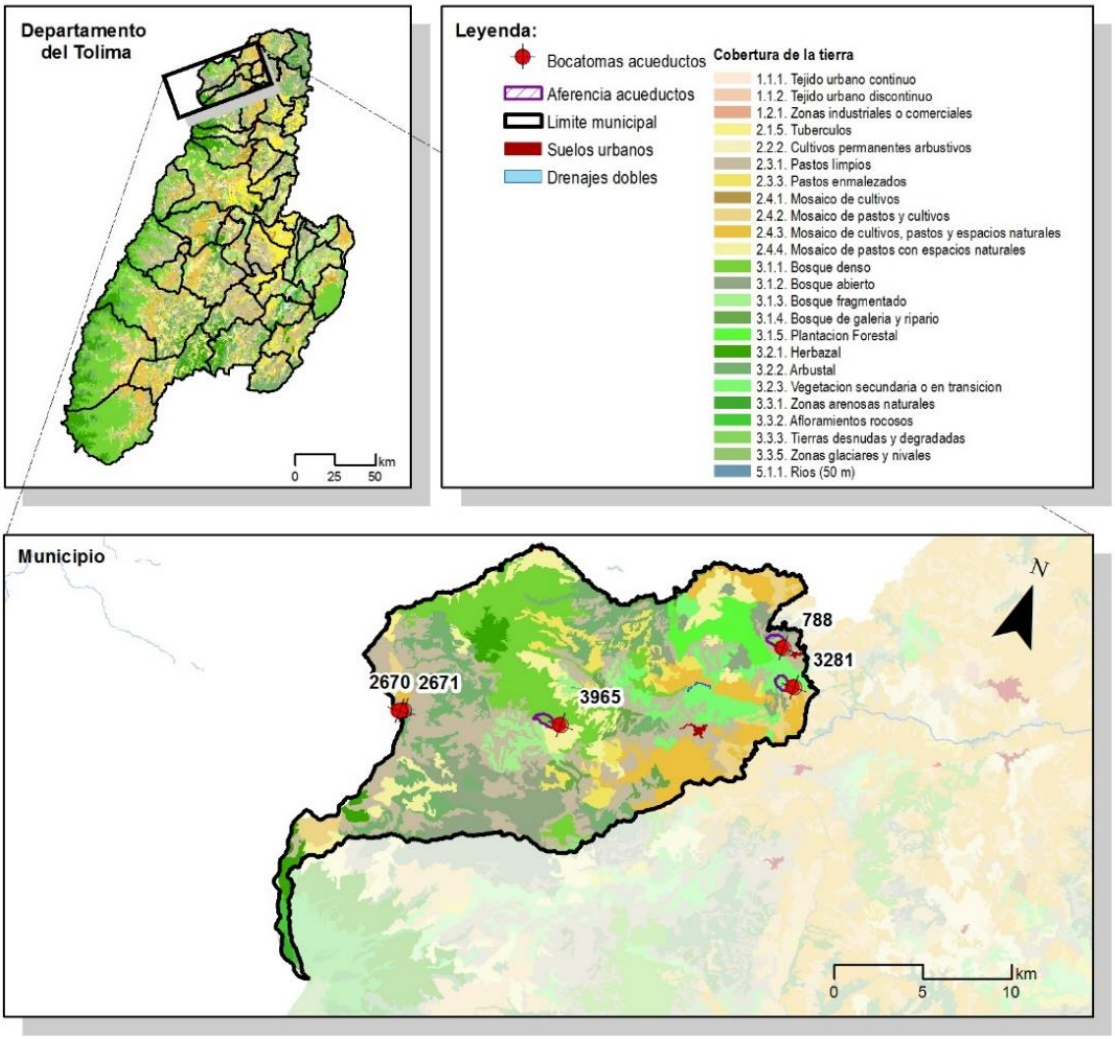
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Herveo se observan en la tabla 9, relacionando las mayores pendientes en los acueductos con llaves 2670 (J.A.C Vereda Letras – Herveo), 3965 (Municipio de Herveo), 3281 (Asociación de Usuarios - Acueducto Rural Fondas Picota) y 788 (Municipio de Herveo) con pendientes entre el 25-50%, y la menor pendiente en el acueducto con llave 2671 (J.A.C Vereda Letras – Herveo) con pendientes entre el 7-12%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Herveo, se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 60,52% del área global de las áreas aferentes seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, abarcando un área de 18,43% y 16,99% respectivamente del total del área.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Herveo se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 8. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Herveo y sus áreas aferentes



Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.1	Pastos limpios	29,16	16,84
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	0,30	0,17
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	13,59	7,85
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	43,16	24,93
3.2.2.2	Arbustal abierto	6,77	3,91
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	80,17	46,30

Fuente: Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 46,29% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo presentan cobertura de vegetación secundaria o en transición, cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida.

No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. El 24,92% de la cobertura presenta un bosque denso alto de tierra firme, que corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

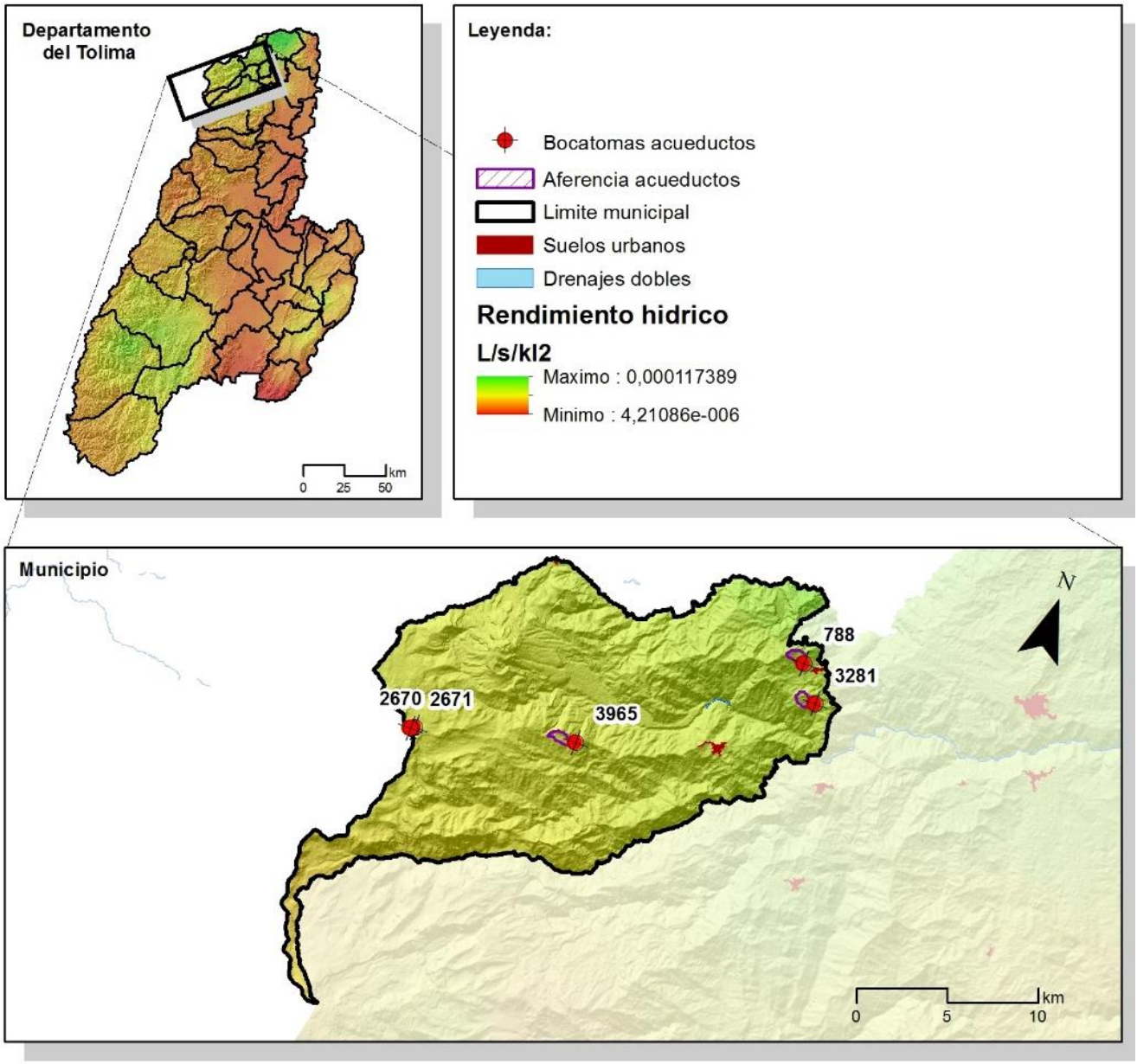
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 9. Rendimiento hídrico del municipio de Herveo y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

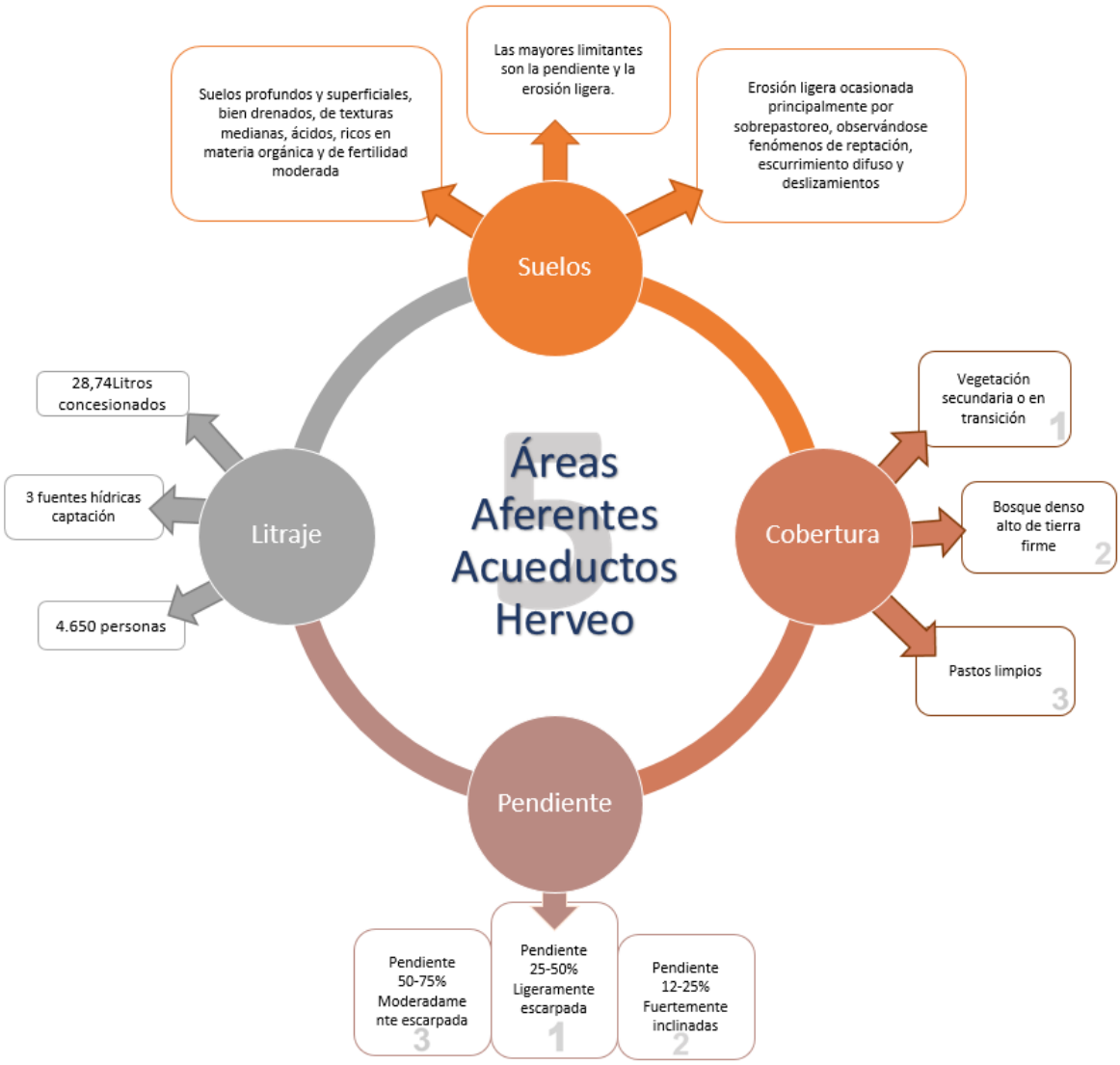
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Herveo

LLAVE	Área aferencia (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (m3.seg)	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2671	0,073	0,003	2301.2.9.8	Qda. Tasajeras	16,971	0,784	0,386
2670	0,064	0,003			16,971	0,784	0,386
3965	0,586	0,028	2301.2.10.1	Qda. Peñoles	14,049	0,659	4,184
3281	0,540	0,029	2301.2.7	Qda. Guarumo	12,964	0,705	4,050
788	0,507	0,028			12,964	0,705	3,913
TOTAL	**1,771**	**0,090**			**73,919**	**3,638**	**12,919**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 5 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,089 m^3/Km^2 que corresponden al 0,57% del rendimiento hídrico total del municipio de Herveo. El área aferente del acueducto municipal de Herveo, presenta un rendimiento hídrico de 0,027 m^3/Km^2 que corresponde al 0,17% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Guarumo, pues abarca el 4,18% del área de la misma.

Figura 10. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Herveo



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Acueducto Municipio del Guamo Qda. Aren

ANEXO 20 -
CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE HONDA

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE HONDA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica.** 5
4. **Hidrogeología** 6
5. **Unidades de suelo** 7
6. **Capacidad de uso del suelo** 9
7. **Pendientes** 11
8. **Cobertura de la tierra** 13
9. **Rendimiento hídrico** 15

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Honda 3
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Usuarios permanentes y transitorios 5
Tabla 4. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda 6
Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda 9
Tabla 6. Capacidad de uso de tierras de las áreas aferentes acueducto del municipio de Honda 10
Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda 11
Tabla 8. Pendiente (%) presentes en la bocatoma del acueducto del municipio de Honda 12
Tabla 9. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda 14
Tabla 10. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Honda 16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueducto municipio de Honda y sus áreas aferentes 4
Figura 2. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes 7
Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes 10
Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Honda y en sus áreas aferentes 12
Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes 13
Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Honda y en las áreas aferentes de los acueductos 15
Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda 16

MUNICIPIO DE HONDA

1. Localización

El Municipio de Honda, se encuentra localizado al norte del Departamento del Tolima, en límites con el Departamento de Caldas, sus coordenadas geográficas son: Para la cabecera Municipal Latitud 5°12’ al Norte de la línea del Ecuador Longitud 7° 44’ al Oeste del Meridiano de Greenwich, Métricas: X: 1.050.000 a X: 1.080.000 Y: 910.000 a Y: 930.000.

Extensión comprende una extensión territorial de: Área Urbana actual: 1.008,00 Has Área Rural actual: 29.478,12 Has Total (1): 30.486,1271 Has (1) Corresponde al área catastral. Limites Generales: Norte: Con el Departamento de Caldas, Occidente: Con el Municipio de Mariquita, Oriente: Con la margen izquierda del Río Magdalena (Departamento de Cundinamarca), Sur: Municipio de Armero Guayabal. En el territorio de Honda, se encuentran alturas que van desde los 200 hasta los 600 metros sobre el nivel del mar. La altura promedio del Municipio es de 225 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Honda se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 96% de población ubicada en la zona rural y el restante 4% corresponde a población urbana, el municipio cuenta con 1 acueducto veredal y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Honda se describen en la tabla 1.

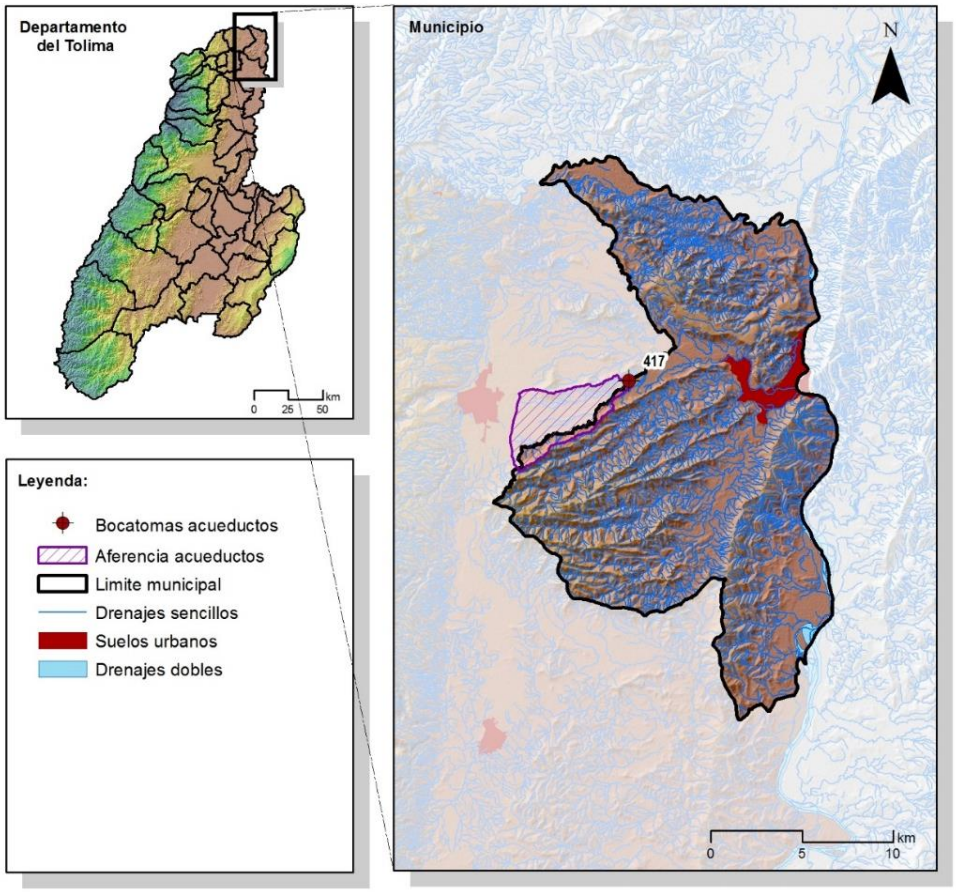
Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Honda

Llave	Nombre Acueducto	Estado Obra	Coordenadas		Altura (msnm)	LITRAJE CONCESIONADO	Área Aferencia (ha)
			X	Y			
417	E.S.P DE HONDA EMPREHON.	Bueno	5.208300	-74.817210	347	187.32	1707,85

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

El acueducto de Honda presenta un área de aferencia de 17.078,5 km^2 que corresponden al 5,6% del área total del municipio.

Figura 1. Ubicación acueducto municipio de Honda y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Honda cuenta con una (1) concesión de agua activa con un caudal concesionado que corresponden a 187,32 Lts.seg^{-1} destinadas al uso del acueducto municipal.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identifica la fuente hídrica encargada del abastecimiento de este acueducto, la cual corresponde al río Padilla, siendo esta una de las fuentes principales de la Subzona hidrográfica, a continuación, se relaciona la codificación e información principal de esta fuente:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Padilla	2301.2.26	1	187,32
TOTAL		**1**	**187,32**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

La visita realizada permitió verificar el estado de la concesión, presentando un estado categorizado como "*Bueno*", debido a la evaluación de sus obras, que corresponde a una Toma Lateral, lo que garantiza la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA.

La concesión mencionada cuenta con continuidad del servicio y para el funcionamiento eficiente de está, no se identifica presencia permanente de servidumbre.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 3. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	7.338
Personas Transitorias	Sin Definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica.

Formación Mesa (N2Q1-VCc): La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

El autor de este término. Butler (1942) indica como localidad tipo de la unidad la sección que se encuentra al NW de Honda; Porta (1965) propone como sección de referencia el camino que de Mariquita conduce al cerro Lumbí, en donde destaca tres miembros: Las Palmas, Bernal y Lumbí, con un espesor total de 431 m. Otros autores plantean espesores diferentes, dependiendo del sitio de observación.

La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

De acuerdo con la descripción de Porta (1965), el miembro inferior consta de bancos de gravas arenosas formadas por cantos de rocas volcánicas dacíticas y andesíticas (65%), cantos de rocas metamórficas, plutónicas, cuarzo y chert (35%), con algunos bancos de arenas tobáceas y arcillas caoliníticas blancas. El Miembro Bernal está constituido por bancos de gravas y gravas arenosas con predominio de cantos de rocas efusivas (70%) y gravas con cantos de pumitas que, en muchas ocasiones, son el constituyente único. El miembro superior o Lumbí, consiste en bancos de arenas tobáceas, con lentejones a manera de rellenos de canal de pómez, y algunos bancos de arcillas blancas, caoliníticas.

La descripción general de Thouret (1989), para la Formación Mesa, es: "en la base pelitas, arcillolitas y areniscas con algunos lentes de lapilli de pómez, cenizas y tobas; luego unidades de coladas piroclásticas de tobas dacíticas y, finalmente, arenas y areniscas volcánicas, lentes de pómez y de conglomerados de andesita, dacita y granodiorita, más frecuentes hacia el tope".

De la Formación Mesa se extraen gravas y arenas para uso en construcción; algunos niveles arcillosos son bentoníticos y como tal han tenido alguna aplicación.

4. Hidrogeología

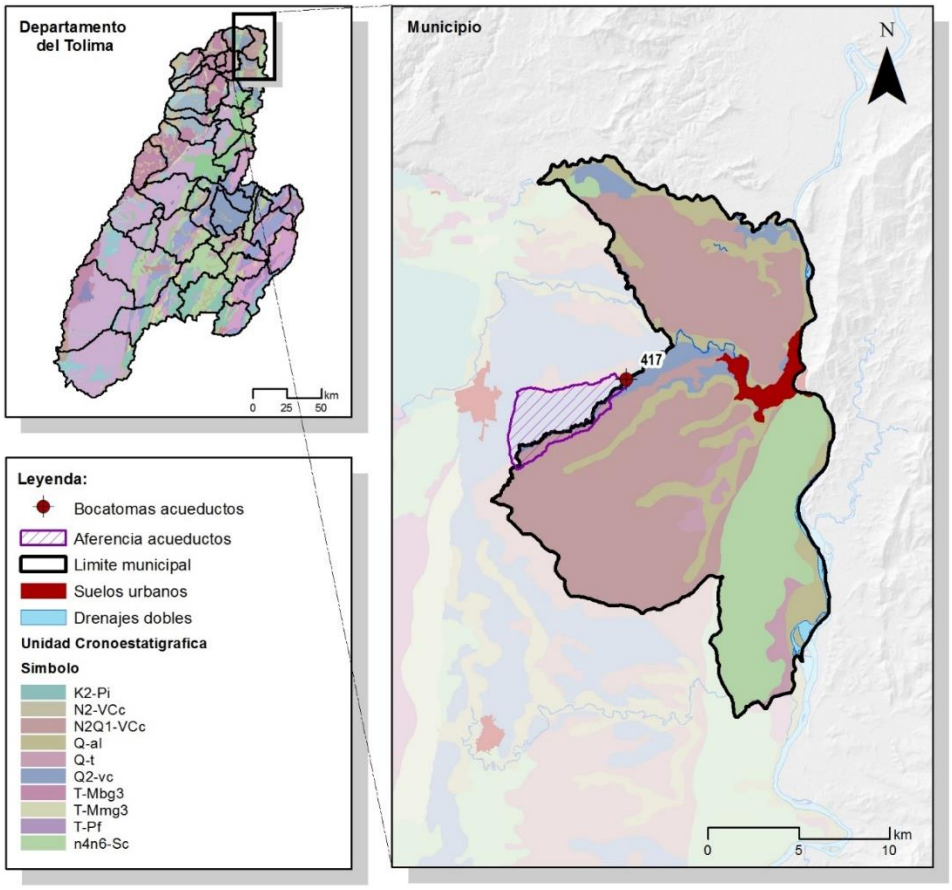
Para el miembro inferior (Palmas), presenta un espesor de 40m aproximadamente, con porosidad y permeabilidad baja, con posibilidades de acuífero por sus características litológicas; para el miembro Bernal un espesor de 330m, porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado como acuífero; el miembro superior (Lumbí), con porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado también con potencial como acuífero.

Tabla 4. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
N2Q1-VCc	Arenitas feldespáticas y líticas; arcillolitas, y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.	Plioceno-Pleistoceno	Formación Mesa	244,01	21,89%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno		1334,14	78,12%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 2. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

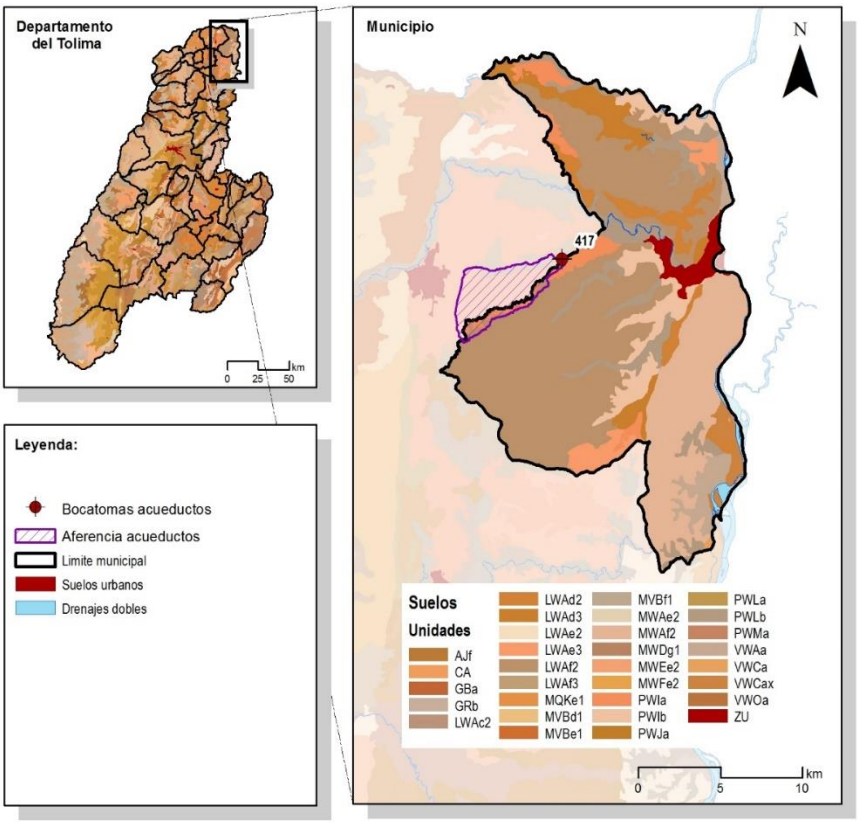
Para realizar este mapa, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden,

suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Honda se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 3. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Honda se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad PWIa con el 78,47% del área total, estos son suelos moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, de reacción neutra y fertilidad alta. Los suelos se han desarrollado a partir de flujos de lodo y

aglomerados. La vegetación natural ha sido destruida para dedicar las tierras a la ganadería semiintensiva y a cultivos de sorgo, maíz y algodón. Esta unidad cartográfica es una asociación integrada por los subgrupos Entic Haplustolls en un 40%, Typic Ustropepts en un 40% y Vertic Ustropepts en un 20%.

El 12,87% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad LWAf2, estos son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, de reacción neutra, de texturas medias y gruesas gravillosas, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada. Los suelos se han desarrollado a partir de areniscas, tobas y arcillas. Es una zona poco apta para la actividad agrícola ya que está muy limitada por las bajas precipitaciones, alta evapotranspiración, poca profundidad efectiva de los suelos, fuertes pendientes y erosión moderada y severa; gran parte del área se utiliza para ganadería extensiva. La tala de los bosques, las quemas y el uso inadecuado de los suelos, ha ocasionado un avance progresivo de la erosión y el afloramiento de la roca en muchos sectores. Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Litis Ustorthents en un 40%, Typic Ustorthents en un 35% y afloramientos rocosos en un 15%.

Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
LWAf2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	VERTISOLES	367,73	21,53
PWIa	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos terraza reciente	Flujos de lodo	Media y fina	MOLISOLES	1340,11	78,47

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

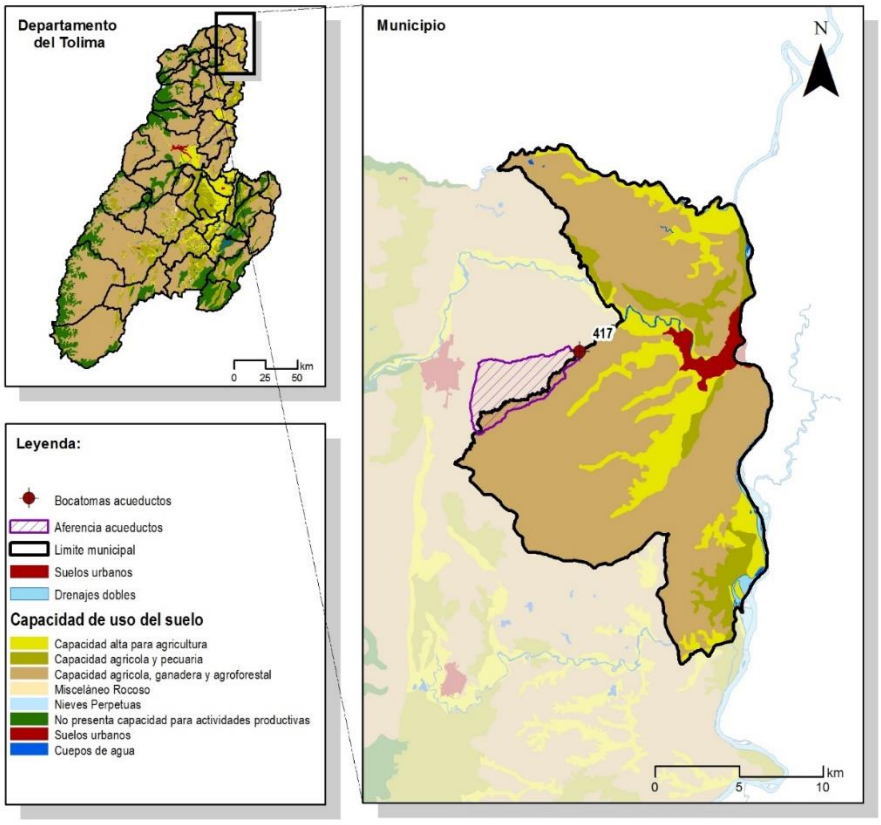
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 6. Capacidad de uso de tierras de las áreas aferentes acueducto del municipio de Honda

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
6esc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1340,11	78,47
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	367,73	21,53

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 4. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 21,53% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 78,47% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p).

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

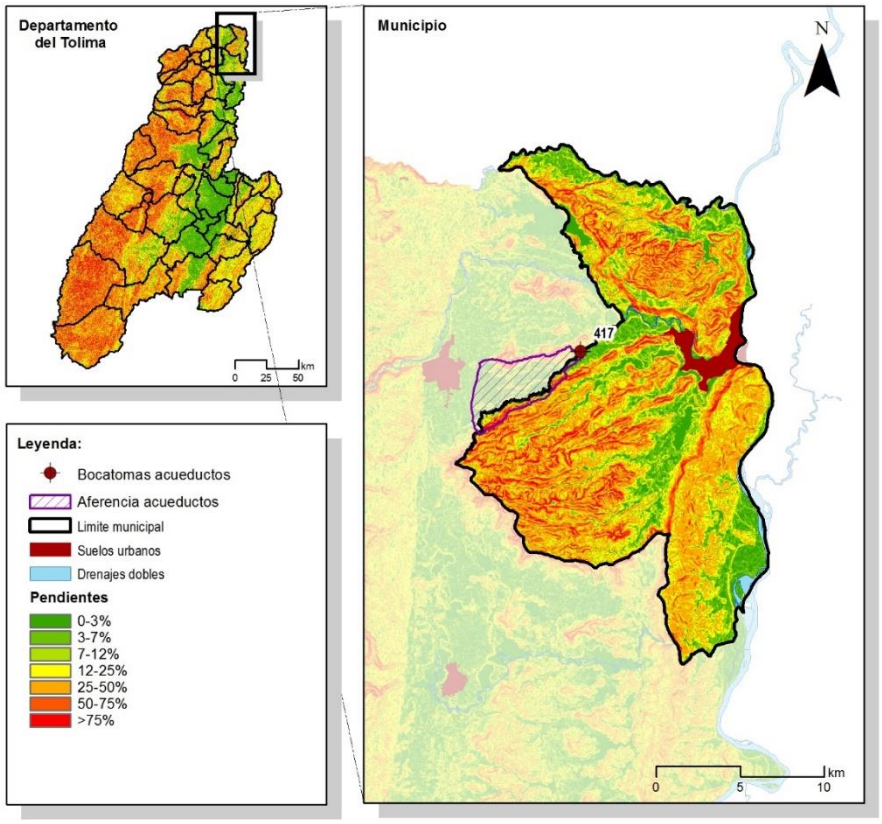
Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda

Rango	Descripción	Área (ha)	Porcentaje de cubrimiento (%)
0-3%	Plano	457,66	26,80
3-7%	Ligeramente inclinado	428,22	25,07

7-12%	Moderadamente inclinado	244,59	14,32
12-25%	Fuertemente inclinado	255,80	14,98
25-50%	Ligeramente escarpado	186,27	10,91
50-75%	Moderadamente escarpado	98,95	5,79
>75%	Fuertemente escarpado	36,35	2,13

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Honda y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

La pendiente presente en las bocatomas del acueducto del municipio de Honda se observa en la tabla 5, con pendientes entre el 3-7%.

Tabla 8. Pendiente (%) presentes en la bocatoma del acueducto del municipio de Honda

Llave	Pendiente (%)	Descripción
417	3--7	Ligeramente inclinado

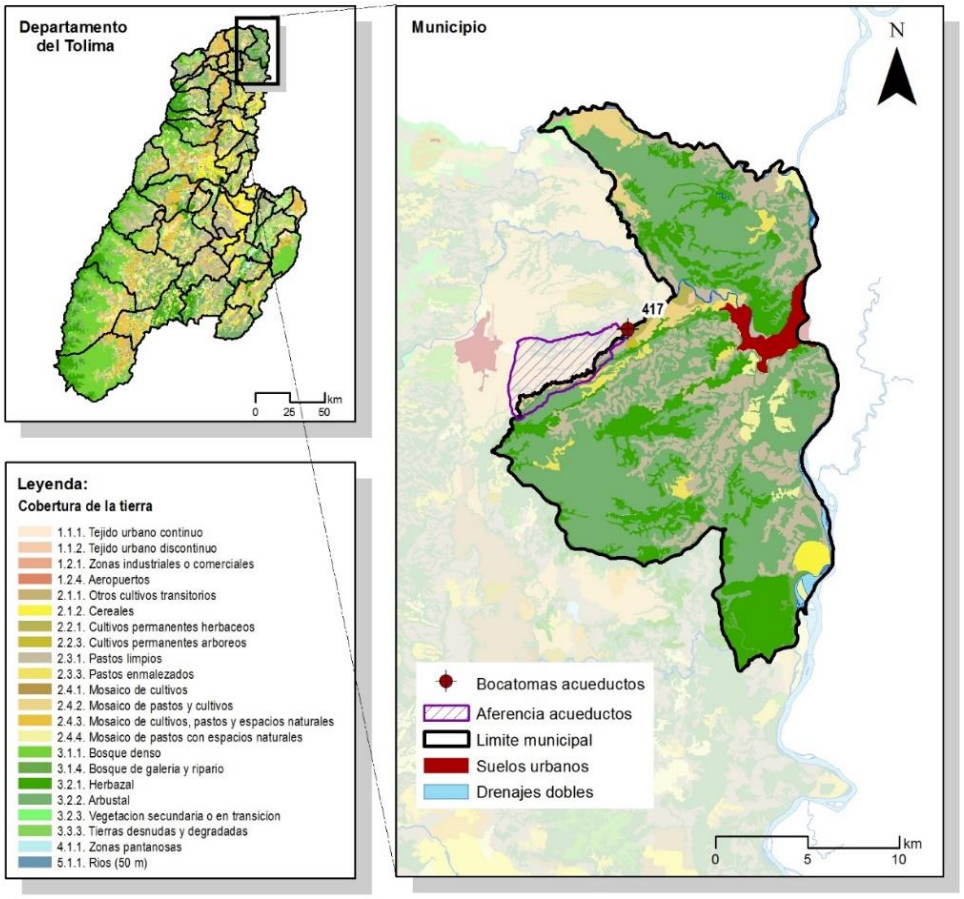
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Honda se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda es de 0-30% conformando una topografía plana y abarcando un total de 26,80% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 6), seguido de zonas ligeramente inclinadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 25,07% y 14,98% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Honda, se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 6. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Honda y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 9. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda

Código	Descripción	Área (ha)	% Cubrimiento
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	950,40	55,65%
3.2.2.1	Arbustal denso	606,584	35.52%
2.3.1	Pastos limpios	84,22	4,93%
2.2.3.1.	Otros cultivos permanentes arbóreos	27,64	1,62%
3.2.2.2	Arbustal abierto	12,67	0,74%
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	10,68	0,63%
2.3.3	Pastos enmalezados	7,73	0,45%
2.2.1.1.	Otros cultivos permanentes herbáceos	4,32	0,25%
1.1.1	Tejido urbano continuo	3,61	0,21%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 55,65% del área aferente del acueducto del municipio de Honda, presentan cobertura de Mosaico de pastos y cultivos, esta cobertura Incluye las tierras ocupadas por pastos y cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual; El 35,52% del área aferente presenta una cobertura de Arbustal densa, que comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001). Esta unidad comprende una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos.

Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999); el 4,93% Pastos limpios esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región; El 1,62% presenta coberturas de Otros cultivos permanentes arbóreos comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, reduciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; cobertura principalmente ocupada por cultivos de hábito arbóreo, diferentes de plantaciones

forestales maderables o de recuperación, como cítricos, agroforestales, etc. Que superan las 25 has.

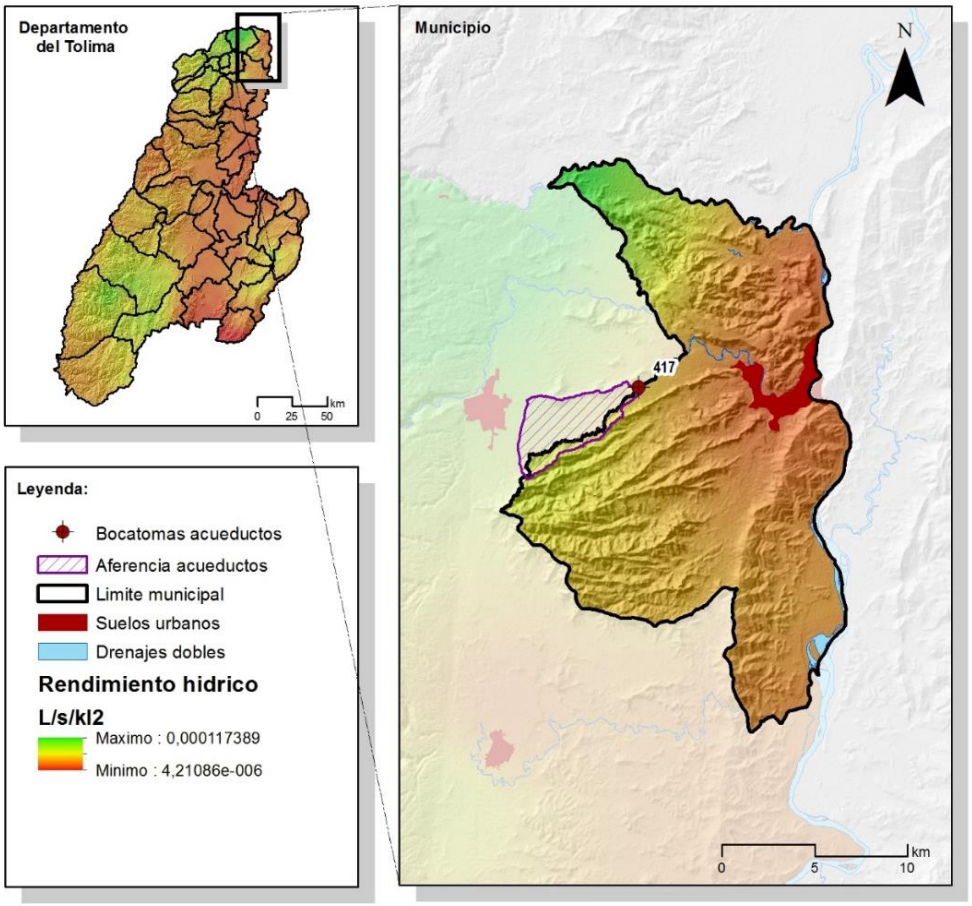
Las áreas restantes las conforman las coberturas de Arbustal abierto, herbazal denso de tierra firme, pastos enmalezados, otros cultivos permanentes herbáceos, y solamente el 0,21% del área aferente corresponde a la cobertura de tejido urbano continuo

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.
El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 7. Rendimiento hídrico del municipio de Honda y en las áreas aferentes de los acueductos



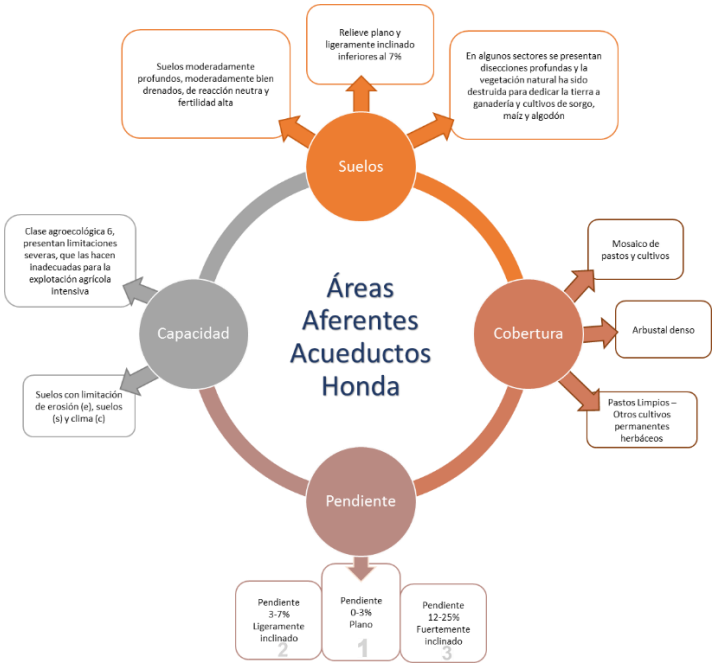
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Honda

Llave Acueducto	Área Aferencia (Km^2)	Rendimiento Hídrico Área Aferente	Código Microcuenca	Nombre Microcuenca	Área Microcuenca (Km^2)	Rendimiento Hídrico Microcuenca	% RH Área Aferente respecto Microcuenca
417	1707,91	0,42	2301.2.26	Rio Padilla	838,78	0,58	0,67
		0,29	2301.2.26.2	Quebrada Tabera	556,02	0,29	1,00
		0,16	2301.2.26.3	Quebrada La Sapa	313,04	0,16	1,00
TOTAL	1707,91	**0,87**			1707,84	1,03	

El área aferente del acueducto del municipio presenta un rendimiento hídrico de 0,872 l/s/Km^2 que corresponden al 8,94% del rendimiento hídrico total del municipio de Honda. El área aferente del acueducto municipal de Honda, presenta un rendimiento hídrico de 0,291 l/s/Km^2 que corresponde al 100% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada Tabera, un rendimiento hídrico de 0,159 l/s/km^2 que corresponde al 100% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada La Sapa y el rendimiento hídrico de 0,421 l/s/km^2 el cual corresponde al 66,65% del rendimiento hídrico total del río Padilla.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Honda



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asousuarios acueducto rural Vda. El moral, Rio Coello- Ibagué, Tolima

ANEXO 21 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE IBAGUE

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE IBAGUE 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Verdales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 21
4. **Hidrogeología** 29
5. **Unidades de suelo** 31
6. **Capacidad de uso del suelo** 36
7. **Cobertura de la tierra** 40
8. **Rendimiento hídrico** 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ibagué. 4
Tabla 2.Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 17
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ibagué. 18
Tabla 4.Tipo de obras de captación 19
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 20
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 21
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 23
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Ibagué. 29
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibague. 30
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibagué. 33
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ibagué. 36
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 38
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco 40
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ibagué SZH del rio Coello. 44
Tabla 15. . Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ibagué SZH del rio Totare 51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ibagué y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 20
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes 30
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes 32
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes. 37
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ibagué y en sus áreas aferentes 39
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes. 40
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ibagué y en las áreas aferentes de los acueductos 43

MUNICIPIO DE IBAGUE

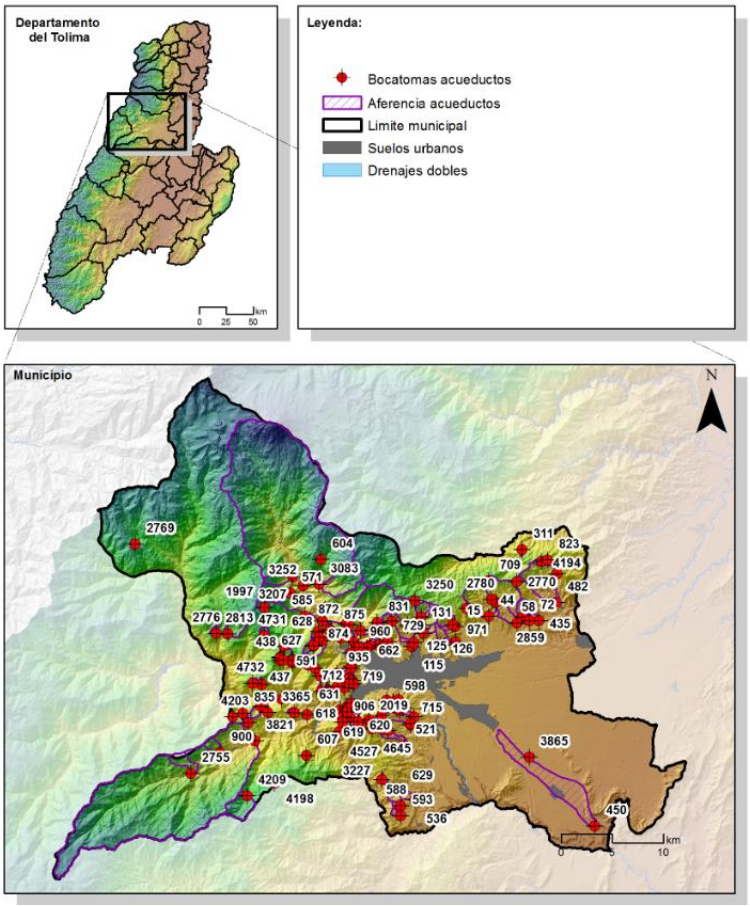
1. Localización

El Municipio de Ibagué se encuentra ubicado al costado oriental de la cordillera Central en las laderas del volcán nevado del Tolima, dentro de las coordenadas geográficas 4º 15’ y 4º. 40’. latitud norte, los 74º 00´ y 75º 30´ longitud oeste del meridiano de Greenwich, en la parte central de la región andina de Colombia. la zona urbana se localiza justamente en el punto de confluencia entre la parte llana y la zona montañosa, con una temperatura promedio de 24 ºC y una precipitación media de 223 mm.

2. Acueductos Verdales y Zonas de Aferencia

El municipio de Ibagué demográficamente, concentra la mayor población en el área Urbana con el 94,2% y el restante 5,8% pertenece al área rural. cuenta con 164 acueductos que abastecen el casco urbano y veredas; los puntos de captación concesionados y con continuidad para Ibagué se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ibagué y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ibagué.

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
15	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Bueno	4,4795	-75,1688	1350	69,8	3,56
44	ASOCIA. DE USUA. ASOCI. DEL ACUED. Y ALCANT. URBANIZACION MODELIA/ACUAMODELIA E.S.P.	Bueno	4,4884	-75,1392	1215	14	7,07
58	SANCHEZ DE TORRESLUZ ALBA/JAC. VDA LA HELENA	Regular	4,4826	-75,1142	1093	3	2,74
72	J.A.C. DE LA VDA. CHUCUNI CORREGIMIENTO NUMERO 13.	Bueno	4,4849	-75,1036	1065	12	9,82
115	JAC. VDA. SAN ANTONIO/IBAGUE.	Malo	4,4617	-75,2072	1263	2,03	0,46
121	J.A.C. DE LA VEREDA AMBALA SECTOR EL TRIUNFO.	Bueno	4,4808	-75,2105	1528	10	5,00
122	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO LOS CIRUELOS	Regular	4,4801	-75,2108	1517	12	5,00
123	JUNTA DE ACCION COMUNAL DELBARRIO BELLAVISTA	Regular	4,4651	-75,2053	1292	2,04	9,33
125	J.A.C. CASERIO LAS DELICIAS.	Bueno	4,4804	-75,1989	1576	3	2,29
126	JAC. ADMINISTRADORA ACUED B/ LA GAVIOTAAGUAGAVIOTA	Malo	4,4628	-75,1814	1327	13,33	1,42
131	ASOC* DE USUAR ACUED DEL BARRIO AMBALA ACUAMBALA.	Bueno	4,4776	-75,1998	1725	45,2	0,05

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
172	ASOC. DEL ACUED URBANO BARRIO LA PAZ.	Regular	4,4625	-75,2364	1280	5	0,99
173	JTA.ADMINIST. ACUEDUCTO BRR.CLARITA BOTEROACUACLARITA	Bueno	4,4634	-75,2351	1446	8,1	0,35
179	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADODEL BARRIO SANISIDRO	Regular	4,4331	-75,2624	1396	8	1,35
180	JUNTA ADMINISTRADORA DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y OTROS DE LA URBANIZACION CERROS DE GRANATE	Bueno	4,4313	-75,2594	1322	2,5	1,76
207	JAC. VDA. EL INGENIO/IBAGUE.	Bueno	4,4496	-75,3234	2060	1,11	0,15
208	JAC. DEL BARRIO MIRAMAR/IBAGUE.	Bueno	4,3981	-75,2681	1666	6	0,55
248	J.A.C. B/GRANADA PARTE ALTA.	Malo	4,4558	-75,2606	1423	1	0,04
311	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA ISABELA.	Bueno	4,5479	-75,1099	1767	1,02	0,22
317	JAC. ADMINISTRADORA ACUEDUCTO BARRIO LA UNION.	Bueno	4,4223	-75,2808	1496	3,75	1,07
435	JAC.VDA.RODEITO-IBAGUE.	Bueno	4,4846	-75,0952	1009	0,42	0,72
437	JAC. VDA. EL INGENIO/IBAGUE.	Regular	4,4523	-75,3228	2160	1,5	0,14
438	JAC. VDA. EL INGENIO/IBAGUE.	Regular	4,4515	-75,3233	2194	0,9	0,14
450	J.A.C. VDA. EL BRICEÑO.	Malo	4,3026	-75,0454	587	1,62	17,02

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
452	ASOC.DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL VDA ANCON TESORITO PARTE BAJA PARTE BAJA	Bueno	4,4659	-75,2285	1686	1	0,05
482	JUNTA DE ACCION COMUNALSAN BERNARDO	Bueno	4,5009	-75,0798	917	7	9,44
521	ASOC. DE USUAR ACUED EL SALITRE RODE.	Regular	4,3740	-75,2136	1075	7,57	2,73
536	ASOC.DE USUAR ACUED LOS CAUCHOS-CARMEN DE BULIRA.	Bueno	4,3256	-75,2041	960	3,1	2,99
549	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Bueno	4,4283	-75,2623	1381	1,1	0,43
571	JAC. VDA. EL SECRETO/IBAGUE.	Regular	4,5088	-75,3140	2188	2	0,10
580	JAC.VDA.STA.TERESA PIEDECUESTA COREGIMIENTO 9.	Regular	4,4443	-75,2598	1345	2	0,76
581	ASOCIACION ECOLOGICA ACUEDUCTO DE LLANITOS.	Malo	4,4946	-75,2838	1597	1	0,17
584	COMITE PRO ACUEDUCTO EL SALERO BRR EL JAZMIN PARTE ALTA.	Regular	4,4249	-75,2668	1501	1	0,07
585	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DE LA VEREDA LA MARIA.	Regular	4,4885	-75,3012	1834	2	0,15
588	JAC. VDA. LA CUEVA Y LOS CAUCHOS/IBAGUE.	Bueno	4,3206	-75,2166	1170	0,6	0,36
589	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA ALASKA.	Malo	4,4751	-75,2357	1898	0,2	0,29

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
591	JAC. ADMINISTRADORA ACUED Y ALCANT. BARRIO CHAPETON.	Regular	4,4668	-75,2855	1547	1,5	3,00
593	ASOUS.PRO-DEFENSA ACUED "LA CUEVA".	Regular	4,3116	-75,2165	1070	1,4	0,43
598	ASOC. DE USUAR ACUED EL ACHOTE-MARTINICA.	Bueno	4,4123	-75,2233	1402	1,29	0,25
604	J.A.C.VDA.EL RETIRO.	Malo	4,5385	-75,2874	2786	2,6	0,11
607	USUARIOS VDA. SANTA BARBARA.	Malo	4,3649	-75,2998	2207	0,1	0,20
608	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SANTA CRUZ DEL MUNICIPIO DE IBAGUE	Regular	4,4624	-75,2440	1529	1,1	0,18
617	BARRIO BOQUERON.	Regular	4,4056	-75,2640	1563	29,5	0,17
618	JAC. DEL BARRIO MIRAMAR/IBAGUE.	Bueno	4,4056	-75,2636	1498	3,5	0,17
619	JAC. DEL BARRIO RICAURTE/IBAGUE.	Regular	4,4036	-75,2637	1509	24,001	0,12
620	JAC. VDA. EL TEJAR/IBAGUE.	Regular	4,3949	-75,2543	1886	0,41	0,24
624	JUNTA DE ACCION COMUNAL DEL BARRIO JAZMIN COMUNA13.	Regular	4,4207	-75,2806	1450	0,987	1,17
625	JAC. ADMINISTRADORA ACUEDUCTO BARRIO LA UNION.	Regular	4,4260	-75,2728	1651	2	0,08
627	ACUEDUCTO VDA.RAMOS ASTILLEROS.	Regular	4,4621	-75,2937	1888	0,3	0,67
628	JAC. ADMINISTRADORA ACUED Y ALCANT. BARRIO CHAPETON.	Bueno	4,4696	-75,2888	1818	7,9	0,00
629	JAC. VDA. LA CUEVA Y LOS CAUCHOS/IBAGUE.	Malo	4,3333	-75,2165	1169	0,15	0,18

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
631	ASOC. COMUN DE USUAR ACUED B/ALBANIA.	Bueno	4,4112	-75,2603	1420	1,4	0,43
662	JAC. DEL BARRIO ALASKA COMUNA 2.	Malo	4,4604	-75,2462	1434	0,33	0,11
709	JAC. VDA. CARRIZALES/IBAGUE.	Regular	4,5201	-75,1395	2116	1	0,07
712	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL COELLOCOCORA.	Regular	4,4218	-75,2868	1450	3,1	0,72
715	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DEL LLANO COMBEIMA	Regular	4,3931	-75,2082	1118	3	2,46
719	JAC.ADM. SERV AGUA POTABLE VDA. SANTA TERESA PIEDECUESTA/IBAGUE.	Regular	4,4421	-75,2608	1378	1,1	0,31
729	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE CALAMBEO	Regular	4,4840	-75,2248	2122	12,42	0,63
823	JAC. VDA. LA VIOLETA/IBAGUE.	Regular	4,5386	-75,0874	1984	2,25	0,72
831	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTORURAL LA MARTINICA LOS MONOS	Bueno	4,4830	-75,2375	2085	2,73	0,16
835	JAC VDA CURALITO/CAJAMARCA.	Regular	4,4021	-75,3559	1933	2,55	0,39
872	JAC DE VDA CAY PARTE ALTA.	Regular	4,4803	-75,2623	1866	1,2	0,27
874	J.A.C. VDA LA CASCADA.	Regular	4,4757	-75,2524	1552	0,42	0,72
875	ASOC. DE USUARIOS SERVICIO DE ACUEDUCTO LA MARIPOSA DE LA VDA CAY PARTE BAJA VILLA MARIA DEL MUNCIPIO DEIBAGUE	Regular	4,4755	-75,2524	1575	2,9	0,72

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
900	ASOC. DE USUAR ACUED CHAPA LAURE.	Bueno	4,3673	-75,3760	1883	1	1,68
906	J.A.C. VDA SAN FRANCISCO.	Regular	4,3944	-75,2680	1825	0,56	0,18
935	JAC.VDA.PIEDECUESTA LAS AMARILLAS-IBAGUE.	Regular	4,4378	-75,2732	1729	0,72	0,06
960	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LA COQUETA. .	Regular	4,4609	-75,2537	1640	1,6	0,22
971	JAC. VDA. LA MARIA/IBAGUE.	Bueno	4,4656	-75,1681	1220	1	0,29
1505	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Bueno	4,4839	-75,2856	1454	1860	165,12
1894	JAC. VDA. DE LA PARCELACION BELLAVISTA/IBAGUE.	Regular	4,4734	-75,1968	1408	4,5	0,59
1895	JAC. VDA. LA FLORIDA/IBAGUE.	Regular	4,3966	-75,2446	1956	0,7	0,27
1961	ASOC COMUNITARIA LA MURRAPOSA (ACOMU).	Regular	4,5008	-75,1329	1712	3,2	0,22
1978	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA CAÑADAS-POTRERITO.	Malo	4,4068	-75,2203	1604	0,02	0,07
1979	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA CAÑADAS-POTRERITO.	Malo	4,4068	-75,2203	1604	0,08	0,07
1980	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA CAÑADAS-POTRERITO.	Bueno	4,4055	-75,2177	1490	0,03	0,04
1997	JAC. VDA. LA MARIA/IBAGUE.	Bueno	4,4959	-75,3368	3001	3	0,79
2008	ASOC. DE USUAR ACUEDALCANT. BARRIO LA ISLA.	Regular	4,4203	-75,2803	1447	1,8	1,44

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
2017	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Bueno	4,4656	-75,2583	1437	367,5	16,99
2019	ASOUSUAR.ACUED. RURAL MARTINICA-DIAM.	Bueno	4,3966	-75,2447	1926	0,77	0,27
2051	JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO RURAL MIRASOL CHAPETON PARTE ALTA.	Malo	4,4815	-75,2650	2017	0,19	0,27
2118	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA CAÑADAS-POTRERITO.	Bueno	4,4073	-75,2147	1547	0,36	0,15
2119	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA CAÑADAS-POTRERITO.	Bueno	4,4073	-75,2147	1547	0,89	0,13
2168	JAC. VDA. PEÑARANDA PARTE ALTA/IBAGUE.	Bueno	4,4618	-75,3196	1950	1,44	0,25
2170	ASOUSUARIOS ACUEDUCTO TRES ESQUINAS.	Regular	4,4746	-75,2894	1590	0,96	0,52
2203	JAC. VDA. EL INGENIO/IBAGUE.	Malo	4,4496	-75,3234	2060	2,85	0,15
2267	ASOCIACION DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO BOQUERON.	Bueno	4,4055	-75,2698	1516	1,86	0,03
2269	JAC ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADODEL BARRIO SANISIDRO	Bueno	4,4331	-75,2625	1359	0,17	1,35
2315	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Bueno	4,4283	-75,2584	1346	1,9	0,78

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
2353	JTA.ADMINIST. ACUEDUCTO BRR.CLARITA BOTEROACUACLARITA	Regular	4,4329	-75,2629	1395	3	1,35
2384	JAC. VDA. BERLIN/IBAGUE.	Malo	4,4754	-75,2782	1422	1,98	0,13
2385	JAC. VDA. BERLIN/IBAGUE.	Malo	4,4755	-75,2788	1431	1,32	0,13
2386	JAC. VDA. BERLIN/IBAGUE.	Malo	4,4744	-75,2783	1188	1,3	0,13
2387	JAC. VDA. BERLIN/IBAGUE.	Malo	4,4761	-75,2801	1457	2,74	0,12
2388	JAC. VDA. BERLIN/IBAGUE.	Malo	4,4691	-75,2697	1718	0,88	0,08
2465	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DE LA VEREDA EL TAMBO.	Regular	4,4083	-75,3401	2474	0,25	1,00
2509	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DE LA VEREDA EL TAMBO.	Regular	4,3940	-75,3511	2109	0,15	0,28
2619	JAC. DEL BARRIO DARIO ECHANDIA.	Malo	4,4558	-75,2606	1423	0,082	0,04
2681	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. AMBALA.	Regular	4,4877	-75,1987	1953	3,1	0,34
2685	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DEL CASERIO LAS DELICIAS.	Regular	4,4804	-75,1989	1727	9,52	2,29
2698	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA EL CURAL CORREGIMIENTO 17 DE LA FLORIDA MUNICIPIO DE IBAGUE	Bueno	4,4468	-75,3124	2021	3	0,29
2726	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL CATAIMA.	Malo	4,4497	-75,3128	2201	1,88	0,21
2755	JAC. VDA. CORREGIMIENTO No.1 DANTAS/IBAGUE.	Bueno	4,3486	-75,4015	2055	1,14	2,88
2756	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL	Bueno	4,3872	-75,2279	1680	2,25	1,09

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
	POTRERO GRANDE EL REFLEJO.						
2760	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL AGUA DULCE DEL COLEGIO.	Bueno	4,5010	-75,1329	1781	1,3	0,22
2769	JAC. VDA. ALTO DE TOCHE/IBAGUE.	Malo	4,5519	-75,4510	3021	0,78	0,09
2770	JUNTA ADMINISTRADORA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA SAN CAYETANO ALTO	Regular	4,5193	-75,1146	2177	3,5	0,06
2771	ASOC. COMUN DE USUAR ACUED VDA. EL CURAL.	Regular	4,4491	-75,3120	2160	0,2	0,21
2776	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. EL GUAICO/IBAGUE.	Bueno	4,4732	-75,3792	2240	2	0,48
2780	JAC. VDA. CARRIZALES/IBAGUE.	Malo	4,5033	-75,1367	1912	0,58	0,02
2799	JAC.VDA.RODEITO-IBAGUE.	Bueno	4,4846	-75,0952	995	1,5	0,72
2806	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA EL CURAL CORREGIMIENTO 17 DE LA FLORIDA MUNICIPIO DE IBAGUE	Regular	4,4491	-75,3120	2160	2,4	0,21
2812	JAC. VDA. LA ESPERANZA CORREGIMIENTO No.13/ IBAGUE.	Regular	4,4954	-75,1587	1942	1,5	0,11
2813	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA. EL MORAL/IBAGUE.	Bueno	4,4727	-75,3694	2290	2,5	3,78
2818	JAC. VDA. LOMA DE COCORA/IBAGUE.	Bueno	4,4148	-75,3216	1463	1,7	0,16

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
2819	JAC. VDA. LOMA DE COCORA/IBAGUE.	Bueno	4,4148	-75,3216	1463	0,3	0,16
2825	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA PEÑARANDA PARTE BAJA EL PORVENIR, CORREGIMIENTO 4	Regular	4,4275	-75,3391	1979	1,224	0,17
2844	ASOC. DE USUAR ACUED VDA CHARCO RICO/IBAGUE.	Regular	4,3896	-75,2514	1960	1	0,08
2849	JAC. VDA. SAN ANTONIO PARTE ALTA/IBAGUE.	Malo	4,5261	-75,0791	1719	1,1	0,13
2859	JAC. VDA. LA FLOR/IBAGUE.	Regular	4,4877	-75,1095	1141	1,5	0,94
2860	ASOCIACION COMUNITARIA DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO SANANTONIO MUNICIPIO DE IBAGUE DEPARTAMENTO DEL TOLIM	Regular	4,4801	-75,2107	1502	4,81	5,00
2862	ASOC. AMIGOS ACUATEJAR SECTOR I.	Malo	4,3986	-75,2609	1783	1,3	0,23
2863	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DEL CORREGIMIENTO DE VILLARESTREPO	Bueno	4,5232	-75,3122	1734	2	2,12
2864	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. SAN SIMON/IBAGUE.	Bueno	4,4352	-75,2878	1720	0,87	0,17
2865	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. SAN SIMON/IBAGUE.	Bueno	4,4424	-75,2925	1940	0,82	0,30
2892	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA. ALASKA.	Regular	4,4746	-75,2356	2018	2	0,29
2899	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL COELLO SAN JUAN.	Bueno	4,4013	-75,2989	1301	0,8	0,05
2921	ASOUARIOS ECUD.RURAL CATAIMITA.	Bueno	4,4490	-75,3119	2154	1	0,21

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
3078	J.A.C. VDA SAN FRANCISCO.	Bueno	4,3982	-75,2682	1668	1,3	0,55
3083	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE PASTALES.	Regular	4,5167	-75,2887	1742	2,75	7,52
3111	ASOC. DE USUAR ACUED EL ACHOTE-MARTINICA.	Regular	4,4124	-75,2232	1420	0,72	0,25
3157	JAC. ADMINISTRADORA ACUEDUCTO ROSENDO ALVAREZ B.	Regular	4,4228	-75,2808	1512	5,97	0,06
3207	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DEL CORREGIMIENTO DE VILLARESTREPO	Malo	4,5258	-75,3128	1729	3,31	1,56
3227	JAC. VDA. LOS CAUCHOS PARTE BAJA/IBAGUE.	Regular	4,3439	-75,2333	1478	0,31	0,18
3250	J.A.C. DE LA VDA. CHINA ALTA SECTOR CASEBANCA CORREGIMIENTO No 13.	Regular	4,5020	-75,2044	2429	1,93	0,03
3252	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE PASTALES.	Regular	4,5152	-75,3028	1660	2,73	0,12
3294	JAC. VDA. MARTINICA-COLINAS/IBAGUE.	Bueno	4,4142	-75,2291	1346	1,6	0,05
3330	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL CATAIMA.	Bueno	4,4456	-75,2983	2009	0,6	0,08
3365	JAC. VDA. COELLO COCORA/IBAGUE.	Bueno	4,4028	-75,3103	1493	0,53	0,33
3751	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA. PERICO/IBAGUE.	Bueno	4,4033	-75,3341	1675	1,83	0,19
3821	EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO S.A. E.S.P. OFICIAL.	Regular	4,3778	-75,3453	1457	1009	126,41

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
3865	JUNTA DE ACCION COMUNALVEREDA BUENOS AIRES	Bueno	4,3638	-75,1033	825	1,5	0,41
3931	JUNTA DE ACUEDUTOS ALTO DE GUALANDAY.	Regular	4,3259	-75,0623	702	4	pozo
4110	J.A.C. Vereda la Victoria, Edgar Mora.	Bueno	4,4767	-75,2408	1975	0,62	0,13
4165	JAC. VDA. MARTINICA PARTE MEDIA ALTA/IBAGUE.	Bueno	4,4004	-75,2333	1820	1,26	0,32
4194	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL SAN JUAN DE LA CHINA.	Bueno	4,5374	-75,0925	2055	3	0,40
4198	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LA CIMA MPIO IBAGUE.	Regular	4,3404	-75,3277	2680	2,32	0,14
4203	JAC VDA CURALITO/CAJAMARCA.	Regular	4,3991	-75,3649	2141	0,97	0,14
4209	JAC. VDA. SAN RAFAEL/IBAGUE.	Malo	4,3292	-75,3519	2564	2,5	4,72
4428	ASOC.USUAR ACUED CENTRO POBLADO EL TOTUMO-IBAGUE.	Bueno	4,3994	-75,2050	1165	2	1,21
4463	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA MARTINICA PARTE BAJA	Bueno	4,4146	-75,2186	1324	1,08	0,39
4478	ASOCIACION DEL ACUEDUCTO DEL BARRIO BOQUERON.	Bueno	4,4493	-75,3206	1951	19,81	1,10
4521	JAC. VDA. POTRERO GRANDE PARTE ALTA.	Malo	4,3885	-75,2338	1830	0,48	0,76
4527	JAC. VDA. SAN FRANCISCO PARTE ALTA/IBAGUE.	Malo	4,3864	-75,2707	1798	0,3	0,10
4575	MUNICIPIO DE IBAGUE.	Regular	4,3638	-75,1033	986	4	pozo

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	CORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREAS (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
4616	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL DEL LLANO COMBEIMA	Malo	4,3921	-75,2078	1133	4	2,46
4627	JAC. VDA.CURAL -LA TIGRERA PARTE BAJA.	Regular	4,4211	-75,2836	1566	1,591	0,02
4645	ASOC. DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL AGUAS CLARAS 0	Bueno	4,3884	-75,2419	1911	0,4	0,16
4669	JAC. VDA. CHEMBE CORREGIMIENTO 13.	Bueno	4,4811	-75,1712	1421	1	2,99
4731	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA TAPIAS MUNICIPIO IBAGUE	Regular	4,4709	-75,3374	2305	1,8	0,60
4732	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LOS NARANJOS.	Bueno	4,4289	-75,3471	2010	1	0,27
4774	ASOCIACION SOLIDARIA DE VIVIENDA UN TECHO PARA MI FUTURO.	Malo	4,4081	-75,2638	1462	0,04	1,78
5257	JAC. VDA. LLANITOS PARTE ALTA/IBAGUE.	Regular	4,4947	-75,2838	1574	0,6	0,17
5283	JUNTA ADMINISTRADORA ASOC. USUAR. ACUEDUTO RURAL RAMOS Y ASTILLEROS.	Regular	4,4620	-75,2934	1835	1	0,67

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Ibagué cuenta con 170 concesiones de agua, de las cuales 164 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 3.7821,26 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2.Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	38	3.543,94
VEREDAL	119	207,99
CORREGIMIENTO	7	29,33
TOTAL	**164**	**3.781,26**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 170 concesiones mencionadas inicialmente, solo 164 cuentan con continuidad del servicio debido a las siguientes relaciones:

- **1 archivado:**

Asociación de Vivienda Sexta Brigada ASVISEB. Resolución 1742 de 19/04/2012

- **3 caducidad:**

J.A.C. de la Vda. Morrochusco Auto 3898 de 23/08/2011
J.A.C Vda curalito/Ibague. Auto 1669 de 27/03/2019
J.A.C. Vda. Chembe corregimiento 13. Res 3047 de 28/08/2019

- **1 ilegal**

Asociación de usuarios acueducto barrio Granada Auto 3067 de 06/06/2019

- **1 sin contacto con usuario**

J.A.C Vda. Ambala Ibagué, llave 114 con caudal concesionado de 0,61 Lts.seg^{-1}, concepto técnico emitido por la Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica de CORTOLIMA

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.
Se identificaron 55 fuentes hídricas y 1 pozo subterráneo para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Combeima el que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 12 concesiones que corresponden al 7,32% del total de concesiones para acueductos del municipio de Ibagué, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 1.875,63 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ibagué.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Combeima	2121.10	12	1.875,63
Rio Cocora	2121.30	4	1.011,47
Quebrada Cay	2121.10.3	6	372,83
Quebrada Chembe	2124.2.45.7.5	2	70,80
Quebrada Las Panelas	2124.2.46.3	5	65,32
Quebrada El Tejar	2121.10.27	7	60,15
Quebrada Ambala	2124.2.46.4	5	41,27
Quebrada La Chumba	2124.2.45.7.2	8	28,02
Quebrada Palmita	2121.18	5	26,17
Rio Alvarado	2124.2.45.7	7	24,58
Quebrada El Salero	2121.16	9	23,82
Quebrada La Cristalina	2124.2.46.5	7	18,76
Quebrada Los Granates	2121.10.27.2	5	14,39
Quebrada La Tusa	2124.2.46.2	1	13,33
Quebrada NN 2 Combeima	2121.10.23	4	10,70
Quebrada El Guadual	2121.11.2.2	3	10,30
Quebrada Puntezuelas	2121.18.2	5	8,48
Quebrada Potrero Grande	2121.11.1	3	8,26
Rio La China	2124.2.45	4	8,20
Pozos Subterraneo	C.1	2	8,00
Rio Coello	2121	6	7,62
Quebrada Samu O Corazon	2121.10.22	3	5,96
Quebrada La Plata	2121.10.5	2	5,35
Quebrada Azufral	2121.20	2	4,50
Quebrada Curalito	2121.26	2	3,52
Quebrada La Sierra	2121.10.18	1	3,31
Quebrada Los Cauchos	2121.11.5	2	3,25
Quebrada Corrales	2121.19	2	3,24
Quebrada Piedecuesta	2121.10.26	2	3,10
Quebrada El Volcán	2121.10.29	3	3,09
Quebrada La Esmeralda	2121.10.27.2.1	2	3,00
Quebrada Salerito	2121.10.27.3	2	3,00
Quebrada Aguafria	2121.10.27.5	1	2,73
Quebrada San Rafael	2121.30.10	1	2,50
Quebrada La Osera	2121.33	1	2,32
Quebrada El Cural	2121.11.1.1	4	2,13
Quebrada La Palma O El Salto	2121.10.19	1	2,00
Quebrada Gallego	2121.11	2	2,00
Quebrada La Salada	2121.28	1	1,83
Quebrada Guayabal	2121.17	2	1,69
Quebrada Borbona	2121.4.5	1	1,62
Quebrada San Agustín	2121.10.28	1	1,60
Quebrada Lavapatas	2121.10.2	1	1,60

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada La Perica	2121.4.3	1	1,50
Quebrada La Volcana	2121.10.27.4	2	1,47
Quebrada Zanja Honda	2121.10.32	2	1,25
Quebrada Noria	2121.15	1	1,00
Rio Chipalo	2124.2.46	1	1,00
Quebrada El Escobo	2121.30.5	1	1,00
Quebrada Campo Alegre	2121.22.8	1	0,78
Quebrada Calaima	2121.18.1	1	0,60
Quebrada La Montaña	2121.11.2	1	0,40
Quebrada La Tigra	2121.13	1	0,31
Quebrada Cajones	2121.27	1	0,25
Quebrada Encajonado	2121.30.2	1	0,15
Quebrada La Picota	2121.31.1	1	0,10
TOTAL		**164**	**3.781,26**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Ibagué:

Tabla 4.Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	56
Toma lateral	43
Presa de derivación	23
Camara de toma directa	15
Toma sumergida	14
Otra	13
TOTAL	**164**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

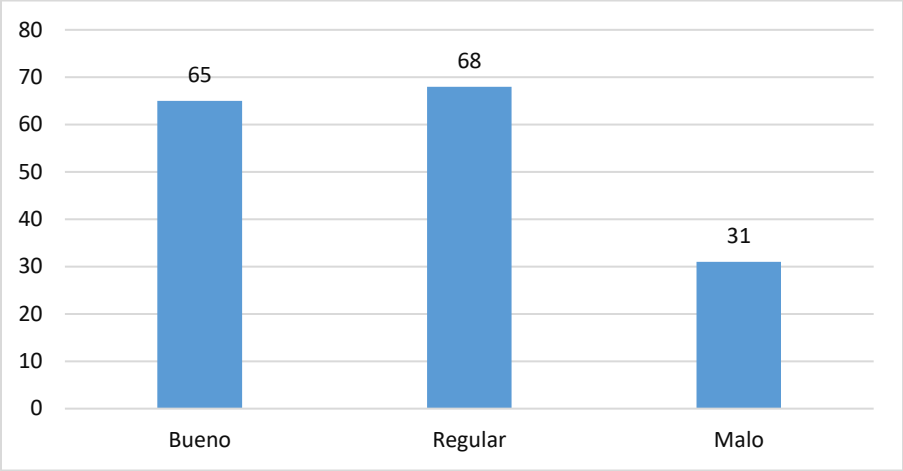
Las visitas realizadas permiten verificar que el 60,37% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	65	39,63
Regular	68	41,46
Malo	31	18,90

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Ibagué, fue reportado personal fijo en el área de captación para 13 concesiones relacionadas a continuación:

- Junta Administradora Asociación de Usuarios Acueducto rural Ramos y Astilleros, llave 5283
- Junta de Acción Comunal Vereda Llanitos Parte Alta, llave 5257
- Junta de Acueductos Alto de Gualanday, llave 3931
- Junta de Acción Comunal Vereda China Alta Sector Casebanca Corregimiento No 13, llave 3250
- Asociación de Usuarios Acueducto Rural Cataima, llave 2726
- Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado S.A. E.S.P. oficial, llave 2315
- Junta de Acción Comunal Vereda de la Parcelación Bellavista, llave 1894
- Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado S.A. E.S.P. oficial, llave 1505
- Junta de Acción Comunal Vereda San Francisco, llave 906
- Junta de Acción Comunal Vereda El Tejar, llave 620
- Empresa Ibaguereña de Acueducto del Barrio los Ciruelos, llave 122

- Comité Pro Acueducto El Salero Barrio El Jazmín Parte Alta, llave 584
- Junta de Acción Comunal Administradora Acueducto Barrio La Gaviota AGUAGAVIOTA, llave 126

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	595.871
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan

ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita,

magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 8 y figura 3.

A continuación, se presenta la tabla 8, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg+	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Batolito de Ibagué (J-Pi) La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

El promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de elIas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Abanico de Ibagué (Q-vc): Es uno de los depósitos cuaternarios más extensos del Departamento del Tolima: su origen se relaciona con múltiples episodios de actividad volcánica y aluvio-torrencial en la Cordillera Central, especialmente en la zona del Nevado del Tolima. Los materiales que lo conforman descendieron por el río Combeima. Su nombre se debe a Barrero (1969); Etherington (1942, en PORTA, 1974) lo había denominado, con anterioridad, como Cono de Ibagué. El depósito está expuesto sobre las carreteras Ibagué - Rovira, en el cruce del río Combeima, Ibagué - Payandé, cerca al río Coello, Ibagué - Alvarado en el paso del río Alvarado y en la carretera entre el Alto de Gualanday y el caserío de Gualanday.

El depósito tiene espesores que superan los 150 m, aunque normalmente se estima entre 25 y 50 m. De acuerdo con Moreno y Vergara (1991) e INGEOMINAS (1992), el Abanico de Ibagué está constituido por intercalaciones de depósitos de lahares, aluviales, glaciares, aluviotorrenciales y flujos piroclásticos con pequeñas zonas con depósitos de cenizas volcánicas de caída (SOETERS, 1976). La fracción gruesa está representada por cantos de rocas volcánicas, intrusivas y metamórficas, predominando casi siempre las primeras en proporciones muy variables. Se trata casi siempre de gravas clasto y matriz soportadas, con diferente grado de cementación y compactación, dependiendo del fenómeno que dio origen al depósito.

Quebradas como Calambeo, Ambalá, Las Panelas y otras menores han desarrollado abanicos coalescentes que se superponen, por el costado norte al Abanico de Ibagué y se representan cartográficamente dentro de la misma unidad geológica.

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE IBAGUÉ

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Ibagué.

IBAGUÉ			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	**X**
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Ibagué, se determinaron valores de Ph promedio de 8 lo que indica un PH básico y una temperatura del agua en promedio de 13°C (baja), lo que infiere una alta concentración de oxígeno; no obstante, se debe dar manejo a posibles vertimientos que sobre las áreas aferentes existan.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Complejo Cajamarca está clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Acuífero de Ibagué (Qai): Sistema de acuíferos continuos de extensión regional de alta productividad mayor a 2.0 y 5.0 l/s/m.

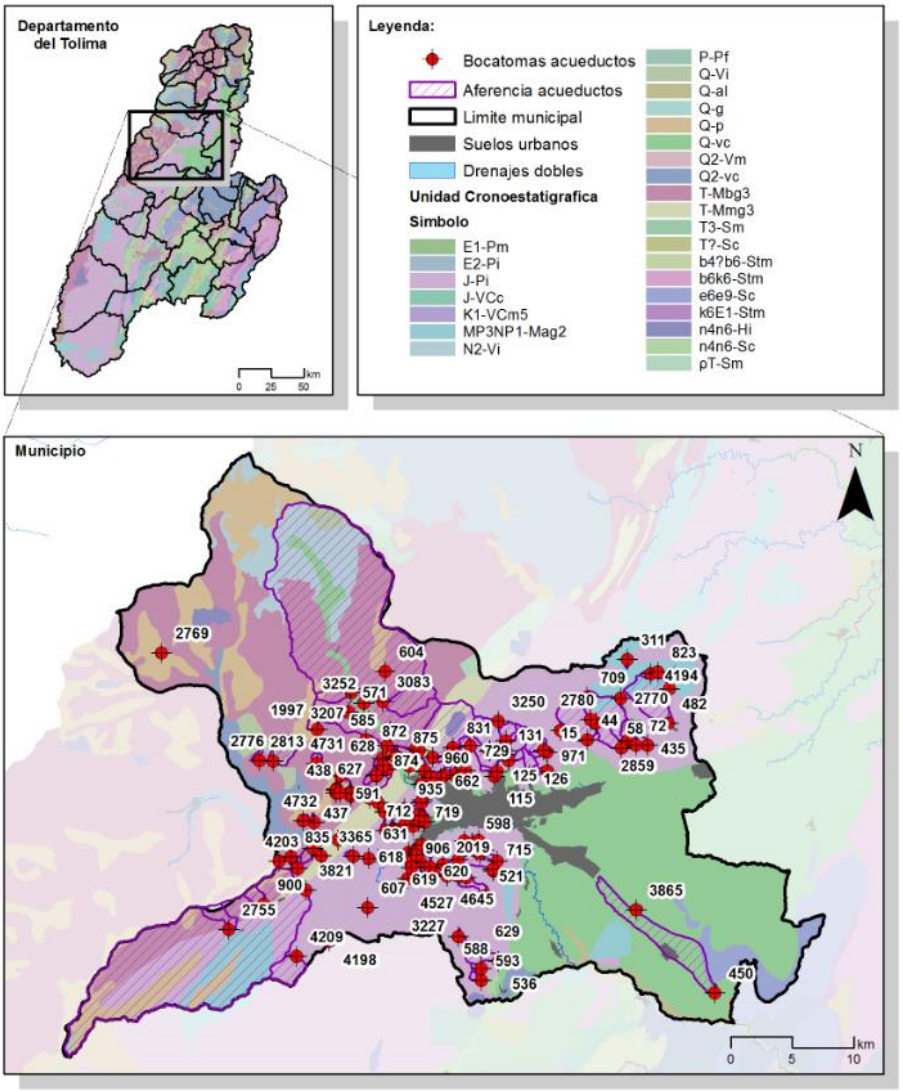
Conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química.

Caracterizado por ser un depósito que se compone principalmente de flujos piroclásticos y lahares, producto de la actividad volcánica del Volcán Nevado del Tolima. El abanico se encuentra limitado al sur por rocas terciarias pertenecientes a la formación Gualanday (Pggs), hacia el norte está limitado por rocas triásicas del Batolito de Ibagué (Ji).

Depósitos distribuidos a lo largo de los municipios de Ibagué, Alvarado y Piedras, así como del corregimiento de Doima, entre otros; este material lo constituye material piroclástico predominantemente cenizas. La formación del Abanico de Ibagué, ha sido definida por factores estructurales como lo son la falla de Ibagué y la falla Buenos Aires, los cuales favorecieron la formación de una cuenca de origen tectónico.

El resultado del balance hídrico muestra que se está infiltrando al acuífero un caudal del orden de 18,1 m3/s, que comparado con la explotación simultánea de todos los pozos de la región nos muestra un caudal total de 3,08 m3/s.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibague.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	14277,188	34,20%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	11384,648	27,27%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		4032,930	9,66%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		3686,846	8,83%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario	Abanico de Ibagué	3220,385	7,71%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	3126,320	7,49%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	972,736	2,33%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		769,896	1,84%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano		202,377	0,48%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	70,949	0,17%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

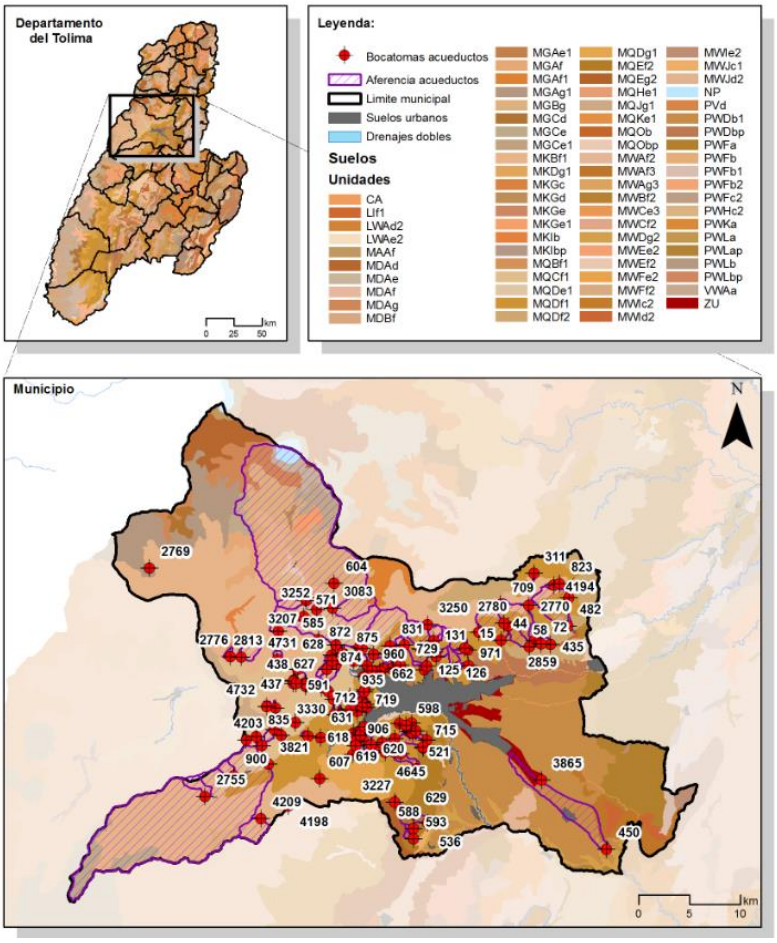
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden,

suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Ataco se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Ibagué se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKBf1 con el 40,69%, estos son suelos que se caracterizar por ser profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas, presentan relieve de filas, vigas, moderadamente escarpadas, largas, cubiertas de ceniza volcánicas y erosión ligera. Esta unidad es muy común en zonas donde el clima es frio y húmedo lo que permite que estos sean químicamente ligeramente ácidos, de alta capacidad de intercambio catiónico, fosforo disponible lo que permite una fertilidad moderada.

El porcentaje restante de las unidades determinadas dentro de las áreas aferentes son inferiores al 8,54%, la cual corresponde al componente MQDf1, suelo de relieve quebrado a fuertemente escarpado, de pendientes largas, muy bien drenados, erosión hídrica ligera, vulnerable a movimientos en masa, debido al deterioro de la capa vegetal natural debido a la presencia de cultivos permanentes, semipermanentes y potreros.

El menor porcentaje terminado corresponde la unidad MKGd, con un 0,05%, la cual se caracteriza por tener relieves fuertemente ondulado con pendientes cortas y medias, muy profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada.

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibagué.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	94154,25	40,69%
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	19761,08	8,54%
MGCe	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	17938,38	7,75%
PWDb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ALFISOLES	15503,43	6,70%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQCf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas metamórficas (esquistos)	Fina	ANDISOLES	14549,53	6,29%
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ANDISOLES	11515,57	4,98%
MDAd	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	7668,95	3,31%
MGAf1	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	7641,72	3,30%
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	6219,18	2,69%
MQEg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	6186,15	2,67%
MDAe	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	5724,38	2,47%
MGAg1	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	5121,86	2,21%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	4899,72	2,12%
MQEf2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y	Media	ENTISOLES	3269,93	1,41%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				granodioritas)				
MQDg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	3200,58	1,38%
MDAg	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	2377,14	1,03%
MQObp	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	ENTISOLES	1217,39	0,53%
MGAf	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	963,58	0,42%
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	867,25	0,37%
MWDg2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (esquistos y arenas volcánicas)	Gruesa y media	Misceláneo Rocoso	708,10	0,31%
Nieves Pe*	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	487,28	0,21%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	444,36	0,19%
MGCe1	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	428,08	0,19%
PWDbp	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos	Gruesa y media	ALFISOLES	149,04	0,06%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				coluvio aluviales mixtos				
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	ENTISOLES	139,59	0,06%
MKGc	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	120,79	0,05%
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	120,20	0,05%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

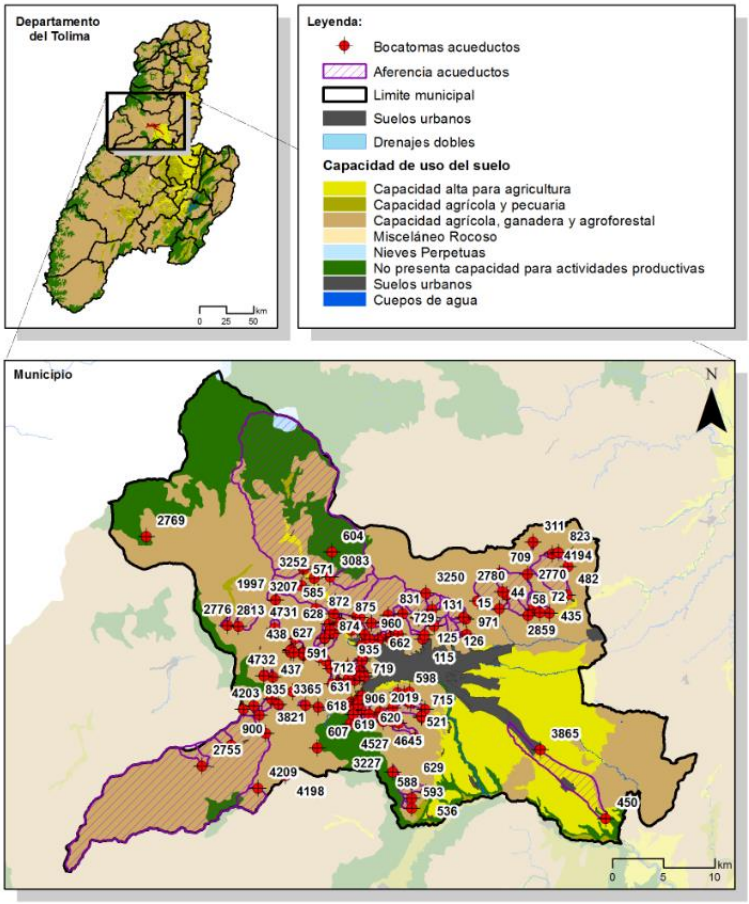
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ibagué.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	16883,31	40,44%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	10558,66	25,29%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	7919,36	18,97%
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2839,40	6,80%
3s	Capacidad alta para agricultura	1425,36	3,41%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	513,39	1,23%
3hs	Capacidad alta para agricultura	468,18	1,12%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	444,36	1,06%
Nieves Perpetuas	Nieves Perpetuas	288,69	0,69%
ZU	ZU	203,74	0,49%
4e	Capacidad agrícola y pecuaria	120,20	0,29%
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	67,99	0,16%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	11,63	0,03%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

La capacidad de uso de los suelos presentes dentro de las áreas aferentes para el municipio de Ibagué, cuenta 40,36 % clasificada dentro de la categoría agroecológica 7pc, capacidad agrícola, ganadera y agroforestal, las cuales presentan limitaciones muy severas, que las hacen inadecuadas para actividades agrícolas; las cuales solo son posibles bajo sistemas silvoagricolas. Su uso debe ser orientado a la explotación forestal y la ganadería controlada mediante el establecimiento de pastos de corte en las tierras con menores pendientes. Se recomienda la reforestación y la conservación de la vegetación natural en las cuencas hidrográficas, protección de la vida silvestre y fomento de la regeneración natural o repoblamiento.

El segundo porcentaje más alto se encuentra dentro de la categoría 7p con un 25,29% la cual comparte características de la clasificación 7pc, con limitación de pendiente y húmedos.

Los porcentajes restantes se clasifican dentro de las clases 8,6,4 y 3 en las cuales se determinan capacidad alta para la agricultura y producciones pecuarias semi-intensivas con prácticas moderadas de fertilización y prevención de la erosión.

Es destacable dentro de la clasificación la determinación de nieves perpetuas con un 0,69% de presencia dentro las áreas aferentes, no aptas para ninguna explotación agropecuaria o forestal. Son zonas de vital importancia para la conservación de la vida silvestre y las fuentes de agua.

Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

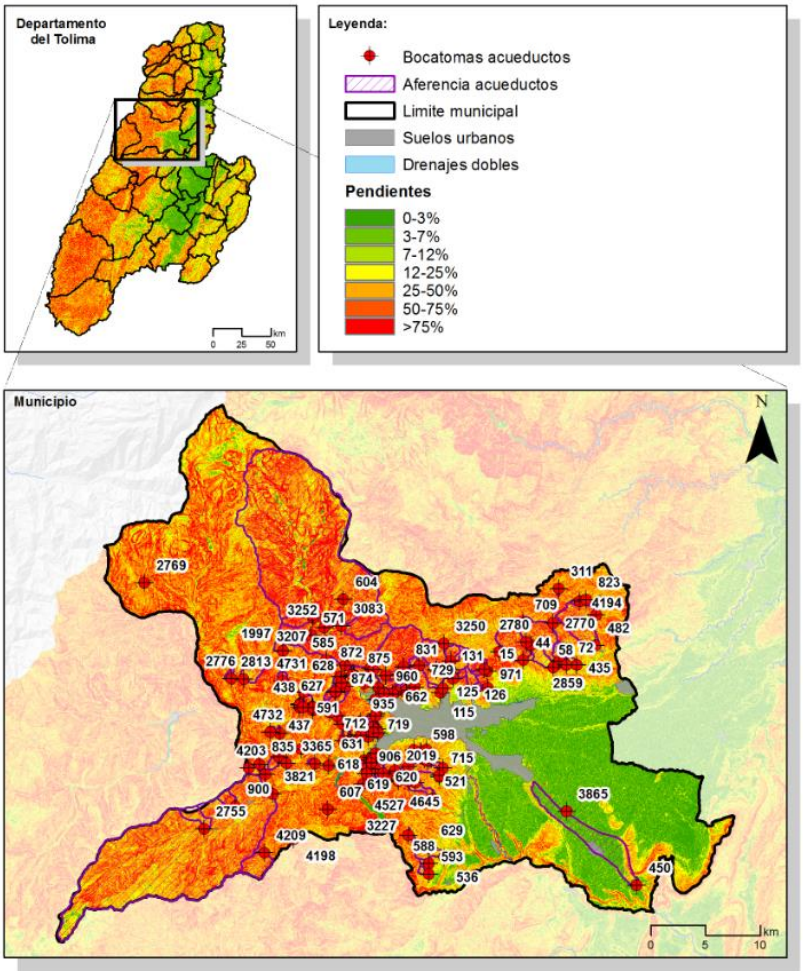
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
25-50%	Ligeramente escarpado	15697,24	37,60%
>75%	Fuertemente escarpado	14127,35	33,84%
50-75%	Moderadamente escarpado	5538,72	13,27%
12-25%	Fuertemente inclinado	3739,17	8,96%
0-3%	Plano	1053,40	2,52%
7-12%	Moderadamente inclinado	803,33	1,92%
3-7%	Ligeramente inclinado	789,72	1,89%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ibagué y en sus áreas aferentes



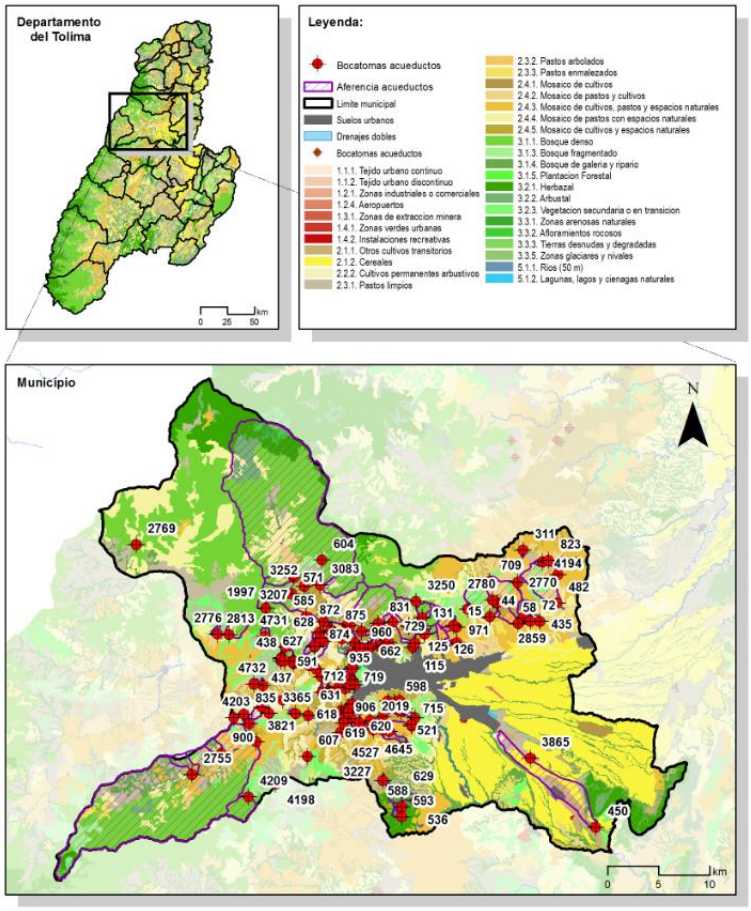
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Ibagué, se determinó que el rango predominante en las áreas aferentes está dado por pendientes ligeramente escarpadas, con inclinaciones de 25-50%, abarcando 37,60% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 11), seguido de zonas fuertemente escapadas con el 33,84%, Moderadamente escarpadas con un 13,27%, fuertemente inclinado con el 8,96%, plano con el solo 2,52% y con menor presencia moderadamente inclinado con el 1,92% de las áreas aferentes.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ataco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ibagué y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso	52298,48	35,53%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	17533,70	11,91%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12981,26	8,82%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	9401,72	6,39%
2.3.1	Pastos limpios	7096,81	4,82%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	6483,63	4,40%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	6365,62	4,32%
3.2.1.1.1.1	Herbazal	6008,85	4,08%
3.2.1.1.1	Herbazal	5892,49	4,00%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	5790,02	3,93%
1.1.1	Tejido urbano continuo	3062,82	2,08%
2.1.2.1	Cereales	2744,24	1,86%
3.1.3.2	Bosque fragmentado	2368,31	1,61%
2.2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	2350,99	1,60%
3.1.3.1	Bosque fragmentado	2156,44	1,46%
3.2.2.1	Arbustal	1159,21	0,79%
2.1.1	Otros cultivos transitorios	842,67	0,57%
3.2.1.1.1.3	Herbazal	654,25	0,44%
2.3.3	Pastos enmalezados	595,59	0,40%
3.2.1.2.2	Herbazal	458,85	0,31%
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	335,93	0,23%
3.3.2	Afloramientos rocosos	240,54	0,16%
3.3.1	Zonas arenosas naturales	233,04	0,16%
3.3.5	Zonas glaciares y nivales	82,89	0,06%
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	50,09	0,03%
1.4.2	Instalaciones recreativas	25,82	0,02%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 35,53% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibagué presentan cobertura de tipo bosque denso, constituido por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco

metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. El 11,91% de las coberturas está dada por mosaico de cultivos y espacios naturales; tierras ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea, a veces entremezclada con las áreas de cultivos, dificultando su diferenciación. Las áreas de cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los parches y residuos de espacios naturales están conformados por aquellas áreas cubiertas por relictos de bosque, arbustales, bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria o en transición, zonas pantanosas u otras áreas no intervenidas o poco transformadas que permanecen en estado natural o casi natural.
Las áreas restantes presentan porcentajes bajos, de los cuales se destaca la presencia de zonas glaciares y nivales con un 0,06% y tejidos urbano descontinuo con el 0,03% de las áreas aferentes.

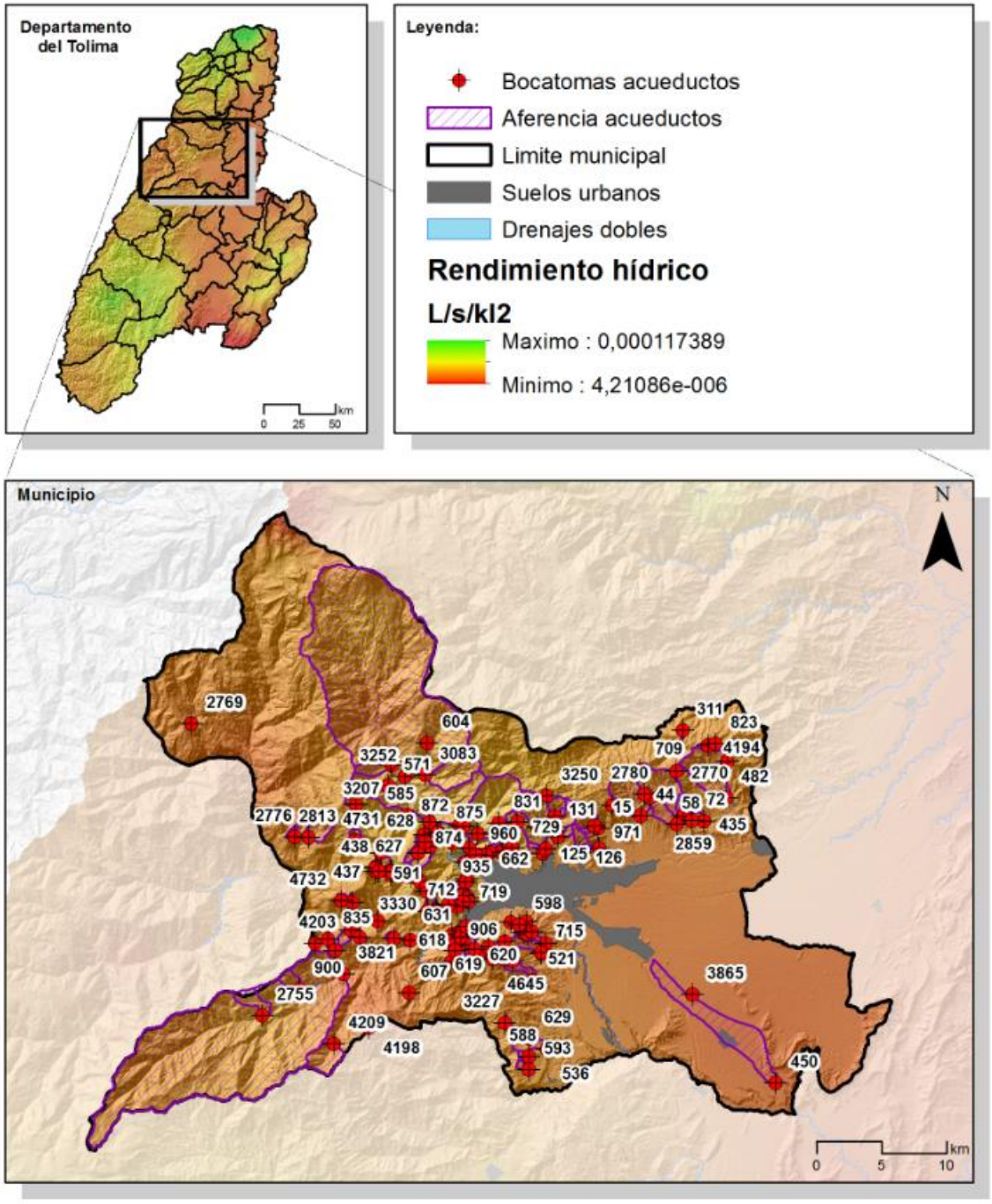
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ibagué y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ibagué SZH del rio Coello.

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
4209	4,72	0,125	Rio Combeima	273,0	7,89	Rio Coello	1817,47	45,10	1,73%	1,59%	15,02%	17,5%
4774	1,78	0,030							0,65%	0,38%		
180	1,76	0,012							0,64%	0,15%		
179	1,35	0,037							0,49%	0,47%		
2269	1,35	0,039							0,49%	0,49%		
2353	1,35	0,039							0,49%	0,49%		
624	1,17	0,032							0,43%	0,40%		
2315	0,78	0,010							0,28%	0,12%		
580	0,76	0,013							0,28%	0,16%		
549	0,43	0,012							0,16%	0,16%		
631	0,43	0,011							0,16%	0,14%		
4463	0,39	0,009							0,14%	0,12%		
719	0,31	0,009							0,11%	0,12%		
2865	0,30	0,009							0,11%	0,11%		
1895	0,27	0,007							0,10%	0,09%		
2019	0,27	0,007							0,10%	0,09%		
598	0,25	0,006							0,09%	0,07%		
3111	0,25	0,006							0,09%	0,07%		
620	0,24	0,006							0,09%	0,08%		
2862	0,23	0,006							0,08%	0,07%		
960	0,22	0,007							0,08%	0,09%		
617	0,17	0,001							0,06%	0,01%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
2118	0,15	0,003							0,05%	0,04%		
4110	0,13	0,005							0,05%	0,06%		
2119	0,13	0,002							0,05%	0,02%		
619	0,12	0,003							0,04%	0,04%		
625	0,08	0,002							0,03%	0,03%		
584	0,07	0,002							0,03%	0,02%		
935	0,06	0,002							0,02%	0,02%		
3294	0,05	0,001							0,02%	0,02%		
248	0,04	0,001							0,02%	0,02%		
2619	0,04	0,001							0,02%	0,02%		
1980	0,04	0,001							0,01%	0,01%		
831	0,16	0,005							0,06%	0,07%		
874	0,72	0,020							0,27%	0,25%		
875	0,72	0,025							0,27%	0,31%		
872	0,27	0,009							0,10%	0,11%		
2051	0,27	0,009							0,10%	0,11%		
2017	16,99	0,538							6,22%	6,82%		
604	0,11	0,003							0,04%	0,04%		
3083	7,52	0,241							2,75%	3,06%		
3252	0,12	0,004							0,05%	0,05%		
571	0,10	0,003							0,04%	0,04%		
3207	1,56	0,045							0,57%	0,57%		
2863	2,12	0,063							0,77%	0,79%		
581	0,17	0,006							0,06%	0,07%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
5257	0,17	0,006							0,06%	0,07%		
1997	0,79	0,023							0,29%	0,29%		
585	0,15	0,005							0,06%	0,06%		
2170	0,52	0,017							0,19%	0,22%		
627	0,67	0,021							0,25%	0,26%		
5283	0,67	0,021							0,25%	0,26%		
591	3,00	0,073							1,10%	0,92%		
628	0,00	0,000							0,00%	0,00%		
2387	0,12	0,004							0,04%	0,05%		
2384	0,13	0,004							0,05%	0,05%		
2385	0,13	0,004							0,05%	0,05%		
2386	0,13	0,004							0,05%	0,05%		
2388	0,08	0,003							0,03%	0,03%		
2726	0,21	0,006							0,08%	0,08%		
1505	165,12	4,441							60,49%	56,30%		
618	0,17	0,004							0,06%	0,05%		
2008	1,44	0,011	Rio Coello	492,9	11,56				0,29%	0,09%	27,1%	25,6%
317	1,07	0,030							0,22%	0,26%		
2465	1,00	0,025							0,20%	0,22%		
712	0,72	0,020							0,15%	0,18%		
208	0,55	0,014							0,11%	0,12%		
3078	0,55	0,014							0,11%	0,12%		
835	0,39	0,010							0,08%	0,09%		
4732	0,27	0,007							0,05%	0,06%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
607	0,20	0,004							0,04%	0,04%		
3751	0,19	0,005							0,04%	0,04%		
3227	0,18	0,005							0,04%	0,04%		
906	0,18	0,005							0,04%	0,04%		
2864	0,17	0,005							0,03%	0,04%		
2825	0,17	0,005							0,03%	0,04%		
2818	0,16	0,004							0,03%	0,03%		
2819	0,16	0,004							0,03%	0,03%		
4198	0,14	0,003							0,03%	0,03%		
4203	0,14	0,004							0,03%	0,03%		
4527	0,10	0,003							0,02%	0,02%		
2844	0,08	0,002							0,02%	0,02%		
3330	0,08	0,002							0,02%	0,02%		
3157	0,06	0,002							0,01%	0,01%		
2267	0,03	0,001							0,01%	0,01%		
4627	0,02	0,001							0,00%	0,00%		
2806	0,21	0,006							0,04%	0,05%		
2921	0,21	0,006							0,04%	0,05%		
2698	0,29	0,002							0,06%	0,02%		
437	0,14	0,004							0,03%	0,04%		
438	0,14	0,004							0,03%	0,04%		
2203	0,15	0,004							0,03%	0,04%		
207	0,15	0,004							0,03%	0,04%		
4478	1,10	0,028							0,22%	0,24%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
2168	0,25	0,008							0,05%	0,07%		
4731	0,60	0,018							0,12%	0,15%		
2813	3,78	0,103							0,77%	0,89%		
2776	0,48	0,012							0,10%	0,11%		
2771	0,21	0,006							0,04%	0,05%		
536	2,99	0,073	Quebrada Gallego	59,5	1,48				5,03%	4,91%	3,27%	3,3%
521	2,73	0,041							4,59%	2,74%		
715	2,46	0,052							4,14%	3,48%		
4616	2,46	0,060							4,14%	4,02%		
4428	1,21	0,028							2,04%	1,87%		
2756	1,09	0,008							1,84%	0,55%		
4521	0,76	0,019							1,28%	1,29%		
593	0,43	0,011							0,72%	0,76%		
588	0,36	0,010							0,61%	0,66%		
4165	0,32	0,008							0,54%	0,54%		
629	0,18	0,005							0,30%	0,31%		
4645	0,16	0,004							0,27%	0,28%		
1978	0,07	0,002							0,12%	0,11%		
1979	0,07	0,002							0,12%	0,11%		
3821	126,41	3,460	Rio Cócora	162,0	4,41				78,018%	78,46%	9%	9,8%
2755	2,88	0,090							1,777%	2,05%		
900	1,68	0,049							1,034%	1,10%		
3365	0,33	0,008							0,20269%	0,18%		
2509	0,28	0,007							0,17461%	0,16%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
2899	0,05	0,001							0,03389%	0,03%		
450	17,02	0,326	Quebrada Gualanday	86,1	1,64				10,50178%	19,88%	4,7%	3,6%
3931	17,02	0,326							10,50178%	19,88%		
3865	0,41	0,008							0,25278%	0,50%		
2769	0,09	0,002	Rio Toche	236,6	5,78				0,03915%	0,037%	13,0%	12,8%

Debido al número de acueductos para el municipio de Ibagué, las tablas se muestran por subzonas hidrográficas y las unidades hidrografías.

La tabla 14, muestra el rendimiento hídrico de 123 áreas aferentes que se encuentran dentro de la subzona del rio Coello, las cuales representan un rendimiento de 11,051 l/s/Km^2, representando el 34% del rendimiento aportado por las unidades hidrológicas: rio combeima, rio coello, quebrada gallego, rio cócora, quebrada gualanday y rio toche, los cuales aportan el 17,5% del rendimiento de la Subzona del rio coello.

Dentro de las unidades hidrológicas se destaca la del rio combeima, el cual tiene la mayor cantidad de acueductos activos, con 62 concesiones y un rendimiento del 6,062 l/s/Km^2, el cual representa el 77% del rendimiento de la unidad, con un 81,5% de incidencia sobre el área de la unidad. Seguido de la unidad del rio coello con 37 acueductos y un rendimiento hídrico de 0,390 l/s/Km^2, el cual representa el 3,4% del rendimiento de la unidad y con un 3,2% de incidencia sobre el área de la unidad.

La unida hidrológica de la quebrada gallego cuenta con dos pozos subterráneos los cuales no presentan rendimiento hídrico.

Las unidades hidrológicas restantes, conformadas por la quebrada gallego, rio cócora, quebrada gualanday rio toche aportan 4,59 l/s/Km^2, con 24 captaciones, la cuales representan el 34,5% del rendimiento hídrico de las unidades y el 30% de las subzonas del rio coello.

Tabla 15.. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ibagué SZH del rio Totare

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
72	9,82	0,229	Rio Alvarado	305,4	7,17	Rio Totare	1461,59	36,59	3,22%	3,19%	21%	19,6%
482	9,44	0,252							3,09%	3,52%		
44	7,07	0,183							2,31%	2,56%		
15	3,56	0,015							1,16%	0,20%		
4669	2,99	0,081							0,98%	1,13%		
58	2,74	0,063							0,90%	0,88%		
2859	0,94	0,024							0,31%	0,34%		
435	0,72	0,018							0,24%	0,26%		
2799	0,72	0,018							0,24%	0,26%		
971	0,29	0,007							0,10%	0,10%		
1961	0,22	0,005							0,07%	0,07%		
2760	0,22	0,006							0,07%	0,08%		
2849	0,13	0,003							0,04%	0,05%		
2812	0,11	0,003							0,03%	0,04%		
709	0,07	0,002							0,02%	0,03%		
2770	0,06	0,002							0,02%	0,02%		
2780	0,02	0,001							0,01%	0,01%		
123	9,33	0,114	Rio Chípalo	157,9	3,45				5,91%	3,31%	10,8%	9,4%
121	5,00	0,160							3,17%	4,63%		
122	5,00	0,160							3,17%	4,63%		
2860	5,00	0,160							3,17%	4,63%		
2685	2,29	0,068							1,45%	1,97%		
125	2,29	0,058							1,45%	1,68%		

LLAVE	Área aferencia (km2)	RH Microcuenca	Nombre Unidad Hidrográfica	Área unidad hidrográfica (km2)	RH Unidad hidrográfica	Nombre SZH Hidrográfica	Área SZH (km2)	RH SZH	% Área de Aferencia respecto unidad	% RH Área Aferente respecto RH unidad	% Área de Unidad respecto SZH	% RH unidad frente SZH
126	1,42	0,037							0,90%	1,06%		
172	0,99	0,023							0,63%	0,66%		
729	0,63	0,022							0,40%	0,63%		
1894	0,59	0,016							0,37%	0,45%		
115	0,46	0,013							0,29%	0,38%		
173	0,35	0,011							0,22%	0,32%		
2681	0,34	0,010							0,21%	0,28%		
589	0,29	0,010							0,18%	0,29%		
2892	0,29	0,010							0,18%	0,29%		
608	0,18	0,006							0,11%	0,17%		
662	0,11	0,003							0,07%	0,10%		
452	0,05	0,002							0,03%	0,05%		
131	0,05	0,001							0,03%	0,04%		
823	0,72	0,009	Rio la china	210,8	5,61				0,34%	0,15%	14%	15,3%
4194	0,40	0,011							0,19%	0,20%		
311	0,22	0,006							0,10%	0,11%		
3250	0,03	0,001							0,02%	0,02%		

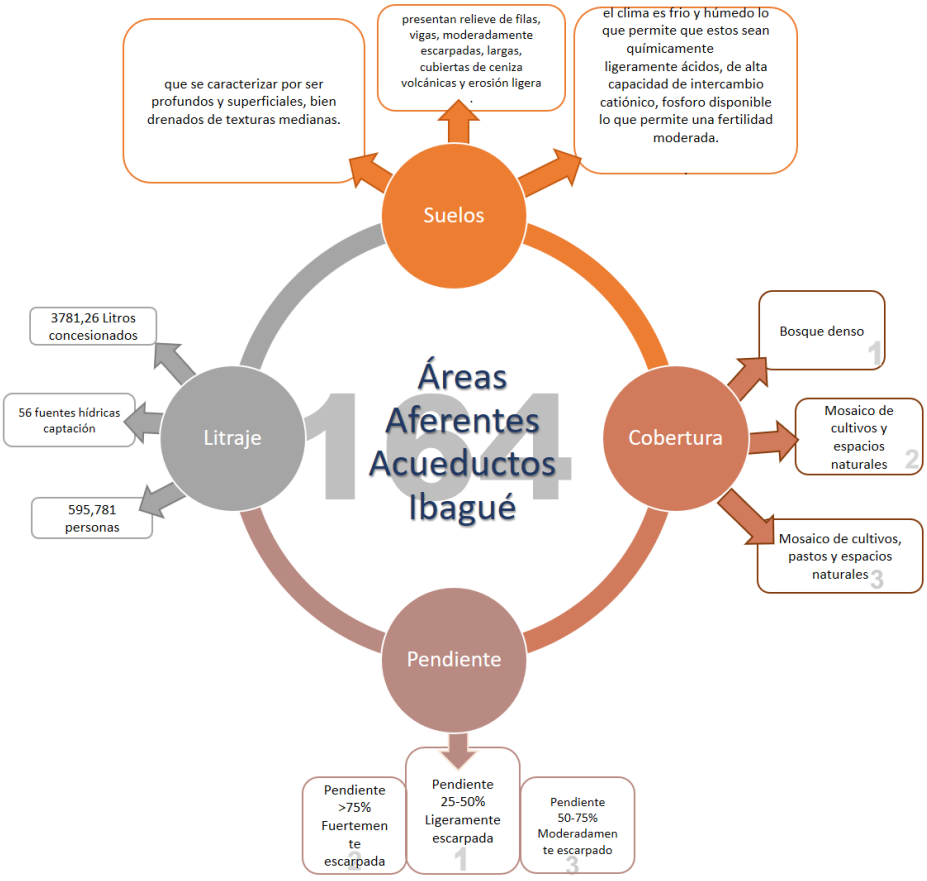
La tabla 15, muestra el rendimiento hídrico aportado por 40 acueductos, ubicados en las unidades hidrológicas del rio Alvarado, rio chípalo y rio la china, pertenecientes a la subzona del rio Totare.

La unidad hídrica del rio chípalo cuenta con la mayor cantidad de concesiones 19, aportando un rendimiento de 0,883 l/s/Km^2, el cual representa el 22% del rendimiento de la unidad, con una incidencia del 12,8% sobre el área del rio chípalo. En segundo lugar, se encuentra la unidad del rio Alvarado con 17 concesiones, las cuales representan el 12,7% del rendimiento hídrico con 0,913 l/s/Km^2 y una incidencia del 25,6% sobre el área de la unidad del rio chípalo.

El rio la china hace parte de las unidades presentes dentro de la subzona del rio Totare que abastecen al municipio de Ibagué, con 4 concesiones las cuales representan el 3% de rendimiento de la unidad, con 0,5 l/s/Km^2 y una incidencia del 0,65% del área.

Las tres unidades hidrológicas representan el 44,4% del rendimiento de la subzona con 16,24 l/s/Km^2 y una incidencia del 46,1% sobre el área de la subzona del rio Totare.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ibague



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asousuarios Acue. y Alacant. Inspección La Sierra, Qda. La Sierra-Lerida, Tolima

ANEXO 23 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE LERIDA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE LÉRIDA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 14
5. **Unidades de suelo** 15
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 19
8. **Cobertura de la tierra** 20
9. **Rendimiento hídrico** 22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Lérida 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Lérida 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca 9
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Lerida 13
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida 15
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida 17
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Lérida 17
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida 19
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida 21
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Lérida 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Lérida y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes 14
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes 16
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes 18
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Lérida y en sus áreas aferentes 20
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes 21
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Lérida y en las áreas aferentes de los acueductos 23

MUNICIPIO DE LÉRIDA

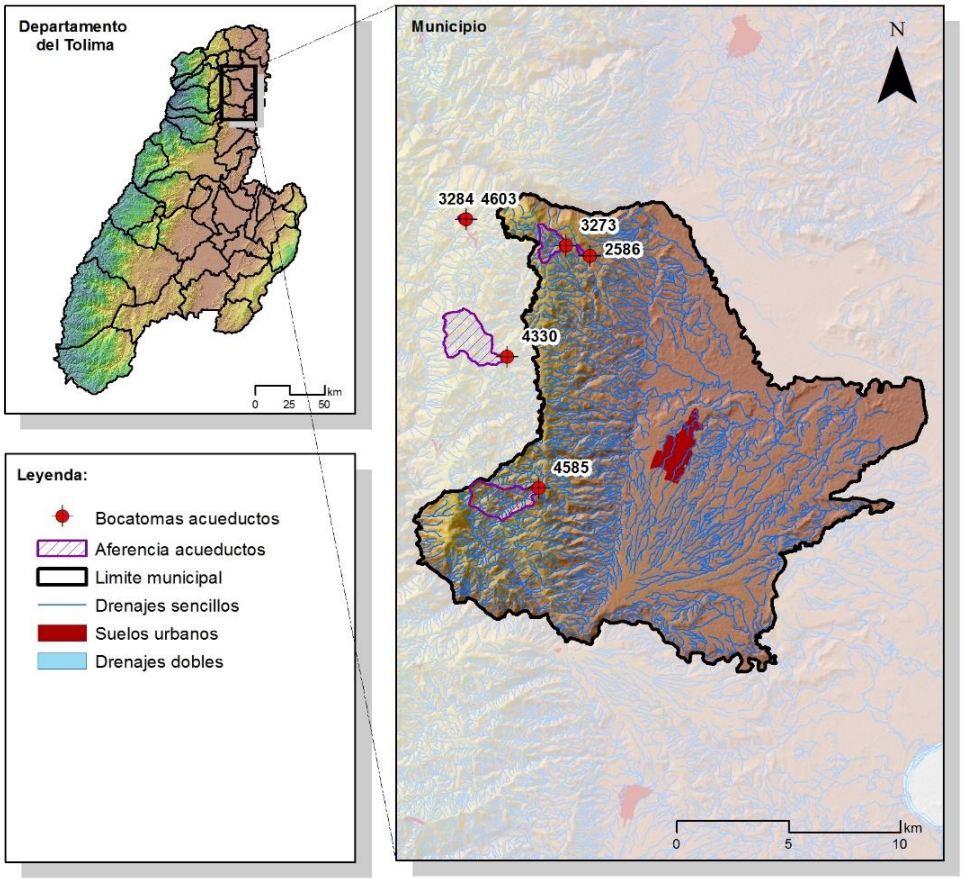
1. Localización

El Municipio de Lérida se encuentra ubicado al Norte del Departamento del Tolima, su cabecera se encuentra situada entre las coordenadas 4º52´58” de Latitud Norte y 74º54´47”de Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich, altura promedio de 366 m.s.n.m. Limita al Norte con el municipio de Armero, al Oriente con el municipio de Ambalema, al occidente con el municipio del Líbano y al Sur con el municipio de Venadillo.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Lérida cuenta con 6 acueductos veredales, los cuales presentan un área aferente de 921,56 ha que corresponden al 3,5% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 6 acueductos del municipio de Lérida, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Lérida y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Lérida

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
4330	J.A.C Vereda Alto del Bledo	Regular	4,899970	-74,979810	1185	0,36	417,48
3284	J.A.C Vereda Padilla	Bueno	4,956660	-74,996350	1303	3,00	10,56
4603	J.A.C Vereda Padilla	Bueno	4,956660	-74,996350	1303	2,82	10,56
3273	J.A.C Vereda Las Rosas	Bueno	4,945920	-74,956130	878	0,87	126,66
2586	J.A.C Vereda Las Rosas	Regular	4,846020	-74,967090	743	0,73	12,31
4585	Asoc. Usu. Acue. y Alcant.Inspección La Sierra	Regular	4,846020	-74,967090	866	15,84	343,99

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Lérida cuenta con 6 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 23,63 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	6	23,63
TOTAL	**6**	**23,63**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 4 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Las Animas la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 2 concesiones que corresponden al 33,33% del total de concesiones para acueductos del municipio de Lérida, adicional la quebrada la Sierra cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 15,84 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Lérida

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Las Animas	2125-02.2.19	2	5,82
Quebrada La Calera	2125-02.2.21.1.1	2	1,60
Rio Bledo	2125-02.2.21	1	0,37
Quebrada La Sierra	2125-02.2.21.2	1	15,84
TOTAL		**6**	**23,63**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Lérida:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	4
Toma lateral	2
TOTAL	**6**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

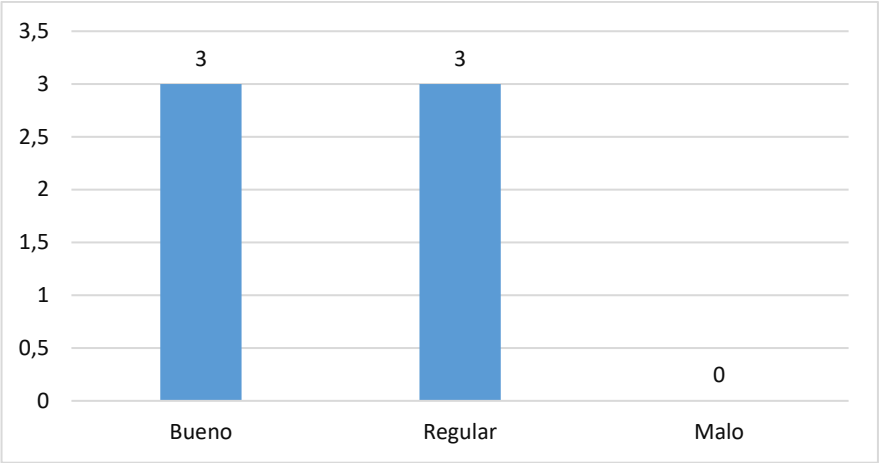
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	50,00
Regular	3	50,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Lérida, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	3.400
Personas Transitorias	1.470 Aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi) La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

El promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. El contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización. Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). A continuación se presenta la tabla 8, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Rocas Sedimentarias de Santa Teresa (Pzrst) Barrero y Vesga (1976) utilizaron esta denominación para un conjunto de areniscas y conglomerados, con cantos de rocas metamórficas e intercalaciones de arcillolitas, que aflora en los alrededores del caserío de Santa Teresa, al sur del Líbano. Rocas similares han sido reportadas sobre el río San Romualdo y la quebrada Cay, al noroeste de Ibagué.

Las areniscas son de color gris verdoso, grano fino a medio, de composición lítica. Los conglomerados son polimícticos y menos abundantes que las areniscas. Las arcillolitas están presentes en bancos delgados y su color es gris, verde o negro.

La secuencia se encuentra, por el oriente en contacto fallado con rocas proterozoicas (Neises y Anfibolitas de Tierradentro); por el oeste el contacto es fallado con el Complejo Cajamarca. Los batolitos de El Bosque e Ibagué y pórfidos andesíticos intruyen la unidad.

Trabajos recientes de González et al., (1995), reportan la presencia de graptolites del Paleozoico inferior (Ordovícico), edad que se acepta para la unidad.

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.
Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita.

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

- **PH y Temperatura del municipio de Lérida**

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Lerida

Lérida			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

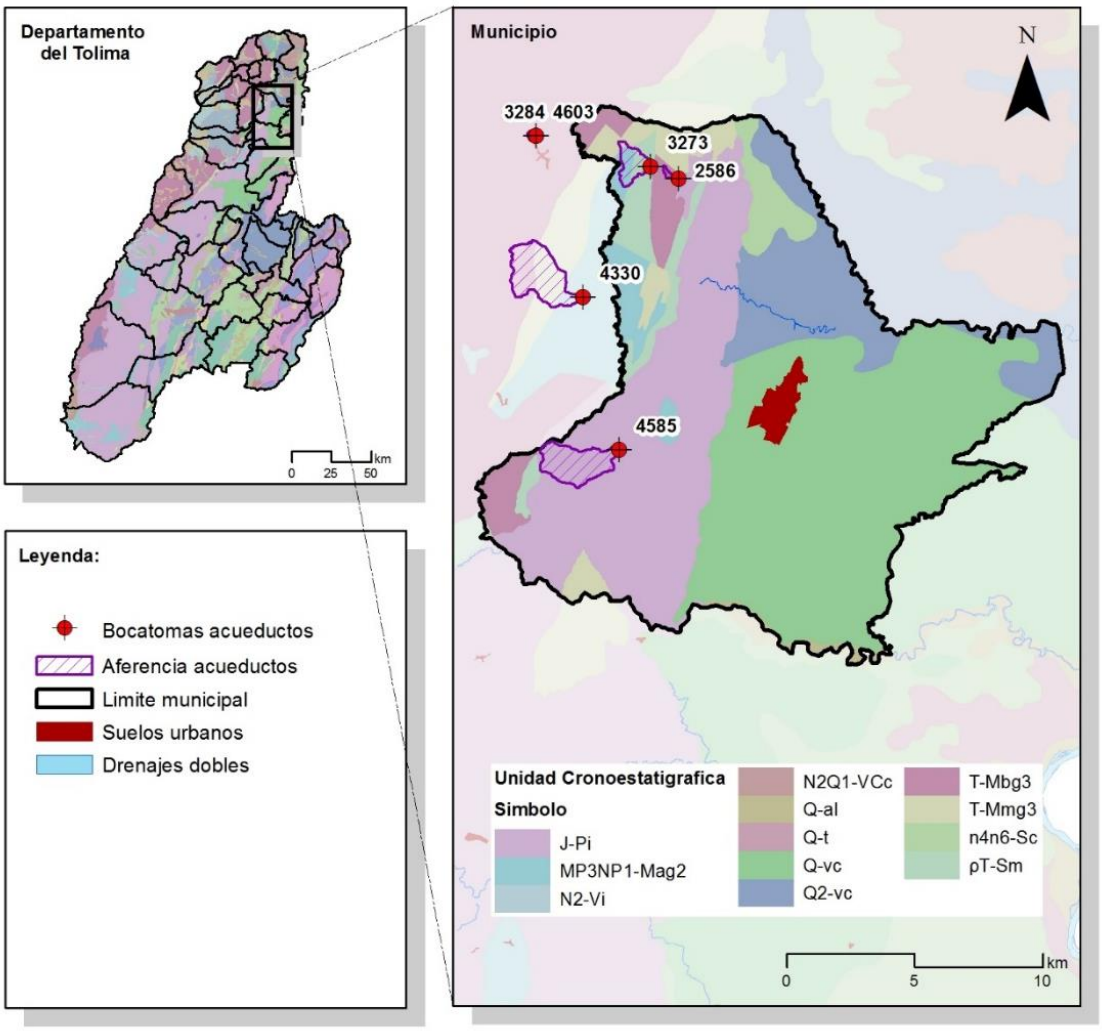
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Lérida, se determinaron valores promedio de Ph 7.6, lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 25°C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas. Ver anexos con mapas de Ph y temperatura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente esta unidad, Complejo Cajamarca (T-Mbg3) es clasificada como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	343,993	37,76%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	206,688	22,69%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	189,607	20,81%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	102,133	11,21%
ρT-Sm	Metarenitas, metarenitas conglomeráticas y metaconglomerados con líticos de rocas metamórficas, e intercalaciones de lodolitas.	Pos-Triásico	Rocas Sedimentarias de Santa Teresa	56,290	6,18%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico		12,312	1,35%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

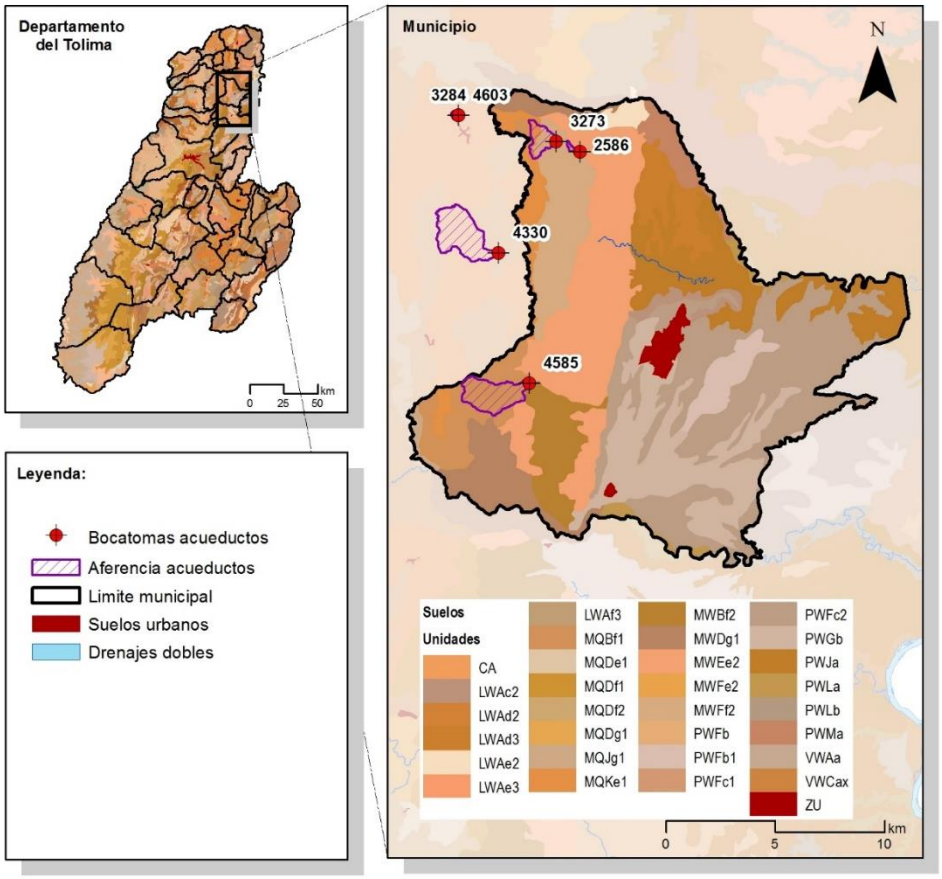
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera

letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Lérida se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Lérida se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQKe1 con el 51,67% del área total, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada, tienen mantos espesos de cenizas volcánicas sobre lahares, presentan relieve moderado a fuertemente ondulado y fuertemente quebrado, de pendientes cortas de cimas redondeadas con recubrimiento de cenizas volcánicas, erosión ligera en algunos sectores.

El 38,60% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQBf1, estos suelos son profundos, bien drenados de texturas medias; fuertemente ácidos, altos en

materia orgánica y de fertilidad moderada, presentan relieve moderadamente escarpado, pendientes cortas, laderas cubiertas de cenizas volcánicas, erosión ligera. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MWFf2 (9,52%) y en menor representatividad la unidad MWEe2 (0,21%).

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	Andisoles	470,685	51,67
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	Inceptisoles	351,665	38,60
MWFf2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	Entisoles	86,733	9,52
MWEe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Tonalitas y granodioritas	Gruesa	Inceptisoles	1,929	0,21
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	Entisoles	0,010	0,00

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

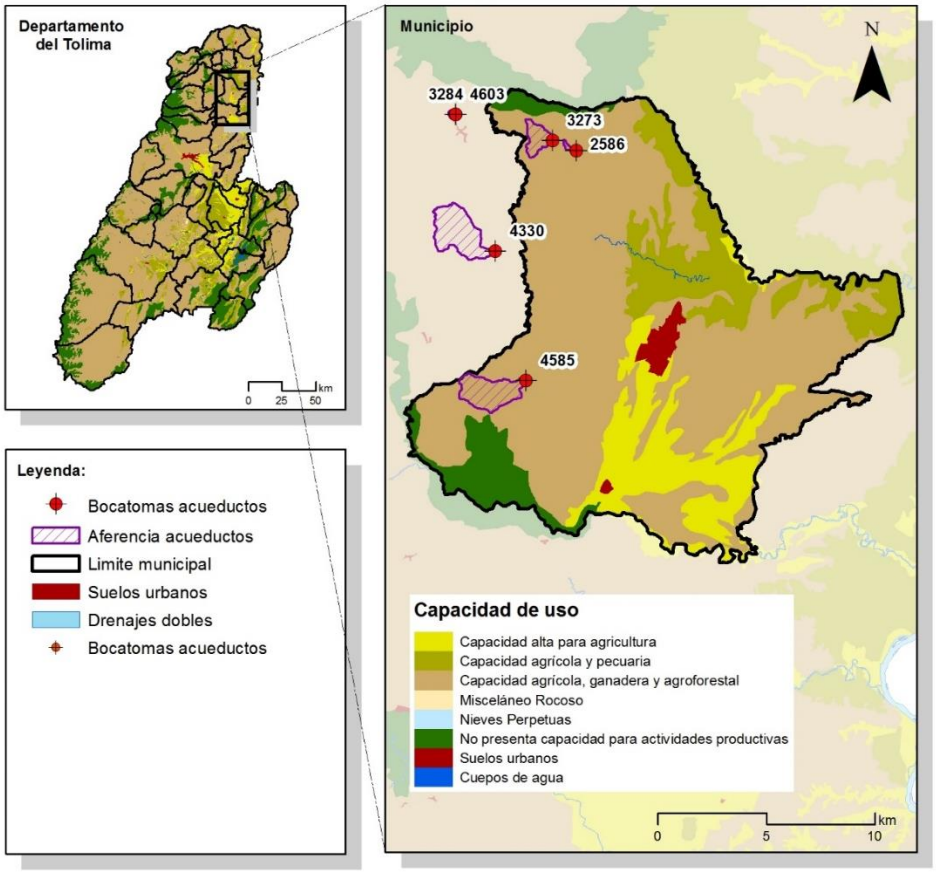
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Lérida

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	470,685	51,67%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	351,665	38,60%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	86,733	9,52%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1,929	0,21%
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	0,010	0,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 51,67% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida se encuentra en la clase agrológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

En menor representatividad se encuentra la clase agrológica 6, con el 0,21%, estos suelos presentan limitaciones muy severas por pendiente, suelo, humedad y clima, de manera independiente y/o combinada, que en términos generales las hacen aptas para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente

(p). La ganadería extensiva es un uso alternativo evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

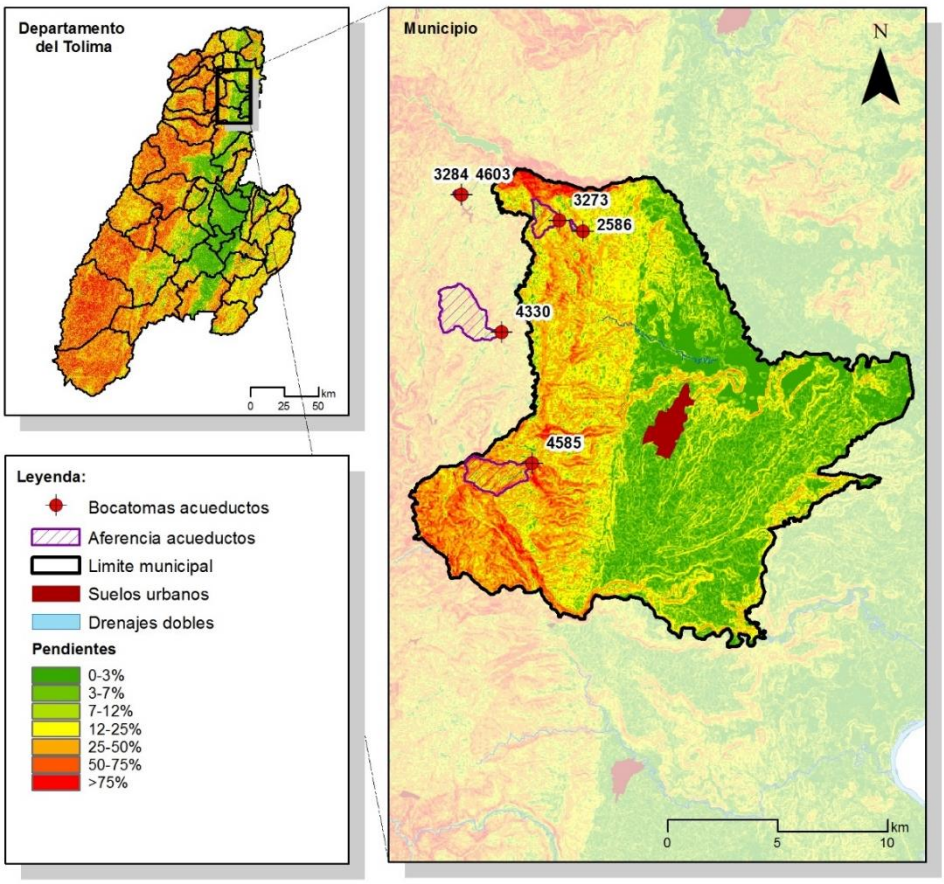
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	17,48	1,92%
3-7%	Ligeramente inclinado	32,23	3,54%
7-12%	Moderadamente inclinado	53,96	5,92%
12-25%	Fuertemente inclinado	250,83	27,52%
25-50%	Ligeramente escarpado	460,35	50,51%
50-75%	Moderadamente escarpado	93,85	10,30%
>75%	Fuertemente escarpado	2,65	0,29%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Lérida y en sus áreas aferentes



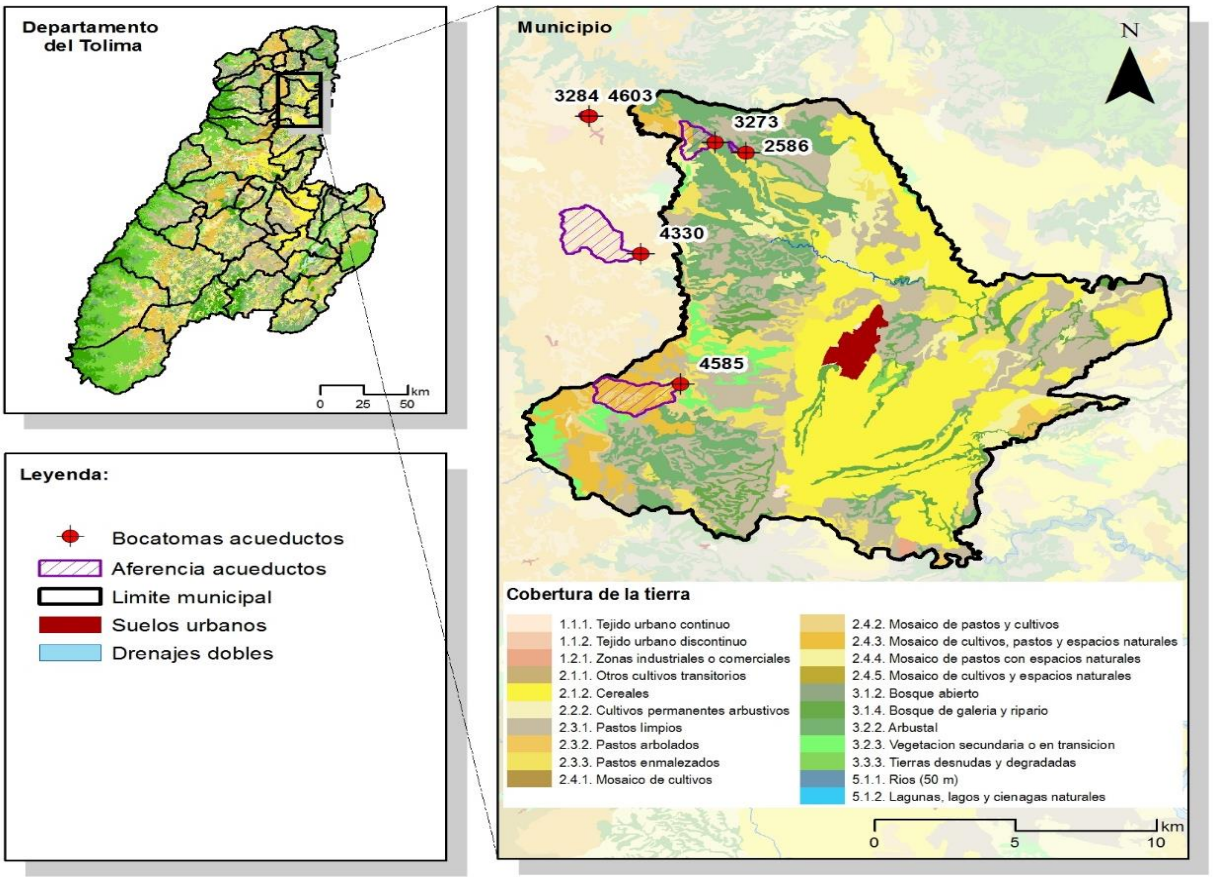
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Lérida se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio en mención es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 50,51% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas ligeramente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 27,52% con rango de pendiente 12-25%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Lérida se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Lérida y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	539,189	59,19%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	232,672	25,54%
3.2.2.1	Arbustal denso	54,872	6,02%
2.3.3	Pastos enmalezados	34,008	3,73%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	27,033	2,97%
2.3.1	Pastos limpios	22,962	2,52%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	0,288	0,03%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 59,19% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, esta ccomprende las superficies del territorio ocupado principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. El 25,54% de la cobertura presenta mosaico de pastos y cultivos, esta unidad comprende una asociación de pastos y cultivos, en los

cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

La cobertura de Arbustal denso corresponde al 6,02%, esta cobertura está constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos cuya cubierta representa más del 70% del área total de la unidad. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales. El 3,73% corresponde a Pastos enmalezados, esta cobertura incluye pastos con especies arvenses (consideradas por algunos productores como malezas para el cultivo principal), son frecuentes estas asociaciones debidas principalmente a la falta de escasas prácticas de manejo que permiten el crecimiento de las especies distintas al pastizal, con alturas menores a 1,5 metros.

Las áreas restantes las conforman los mosaicos de pastos con espacios naturales, pastos limpios y vegetación secundaria y en transición.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

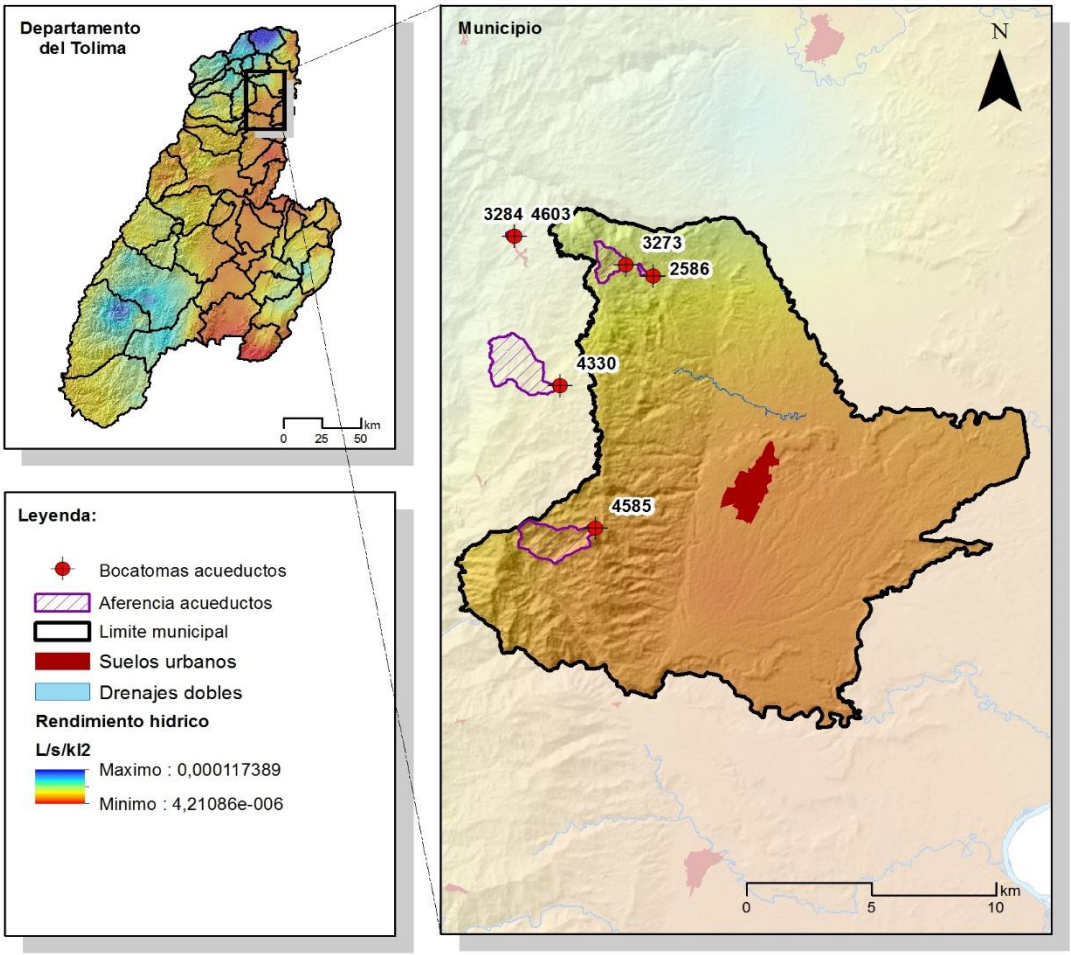
Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Lérida

Llave	Área aferencia (km^2)	Rendimiento Hídrico Área Aferente	Código Microcuenca	Nombre Microcuenca	Área microcuenca (km^2)	Rendimiento Hídrico Microcuenca	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
4330	4,174	0,14412	2125-02.2.21	Rio Bledo	64,820671	1,685124	8,55%	6,44%
3284	0,105	0,00420	2125-02.2.19	Quebrada Las Animas	4,266033398	0,166635	2,52%	2,46%
4603								
3273	1,266	0,04526	2125-02.2.21.1.1	Quebrada La Calera	20,68426791	0,656208	6,90%	6,12%
2586	0,123	0,004329						
4585	3,439	0,083638	2125-02.2.21.2	Quebrada La Sierra	40,23561256	0,86767	9,64%	8,55%
TOTAL	**9,107**	**0,281**						

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

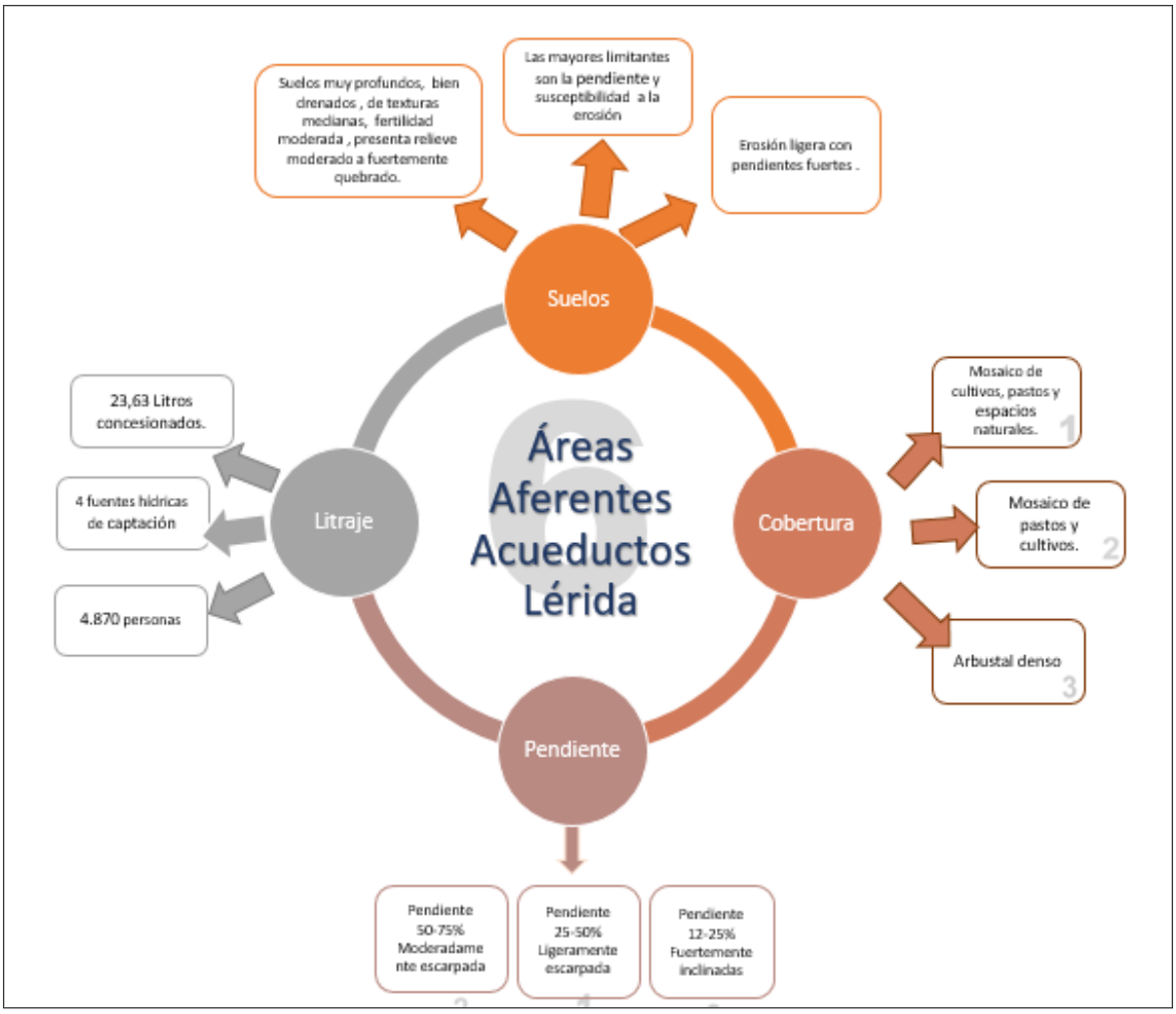
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Lérida y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Es de anotar que las áreas aferentes de los acueductos de la Junta de Acción Comunal de la Vereda Padilla y de la Vereda El Bledo, están localizados en el municipio del Líbano, mientras que los acueductos de la Junta de Acción Comunal Vereda Las Rosas y la Asociación de usuarios del acueducto y alcantarillado Inspección la Sierra, se sitúan en el municipio de Lérida. El área aferente de los tres (3) acueductos localizados en el municipio de Líbano presentan rendimiento hídrico de 0,14 l/s/Km^2, mientras que los tres (3) acueductos restantes tienen rendimiento hídrico de 0,13 l/s/Km^{2,} para una totalidad del área aferente con rendimiento hídrico de 0,281 l/s/Km^2 que corresponden al 1,61% del rendimiento hídrico total de los municipios de Lérida y Líbano.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Lérida



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. La florida, Qda. La Honda -Líbano, Tolima

ANEXO 24 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE LIBANO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE LIBANO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 12
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 16
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Líbano 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Líbano. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación: 6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 9
Tabla 8.. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano. 12
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano. 15
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Líbano 16
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano. 19
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano: 19
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Líbano 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Líbano y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes 13
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes 14
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Líbano y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes 20
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Líbano y en las áreas aferentes de los acueductos 22

MUNICIPIO DE LIBANO

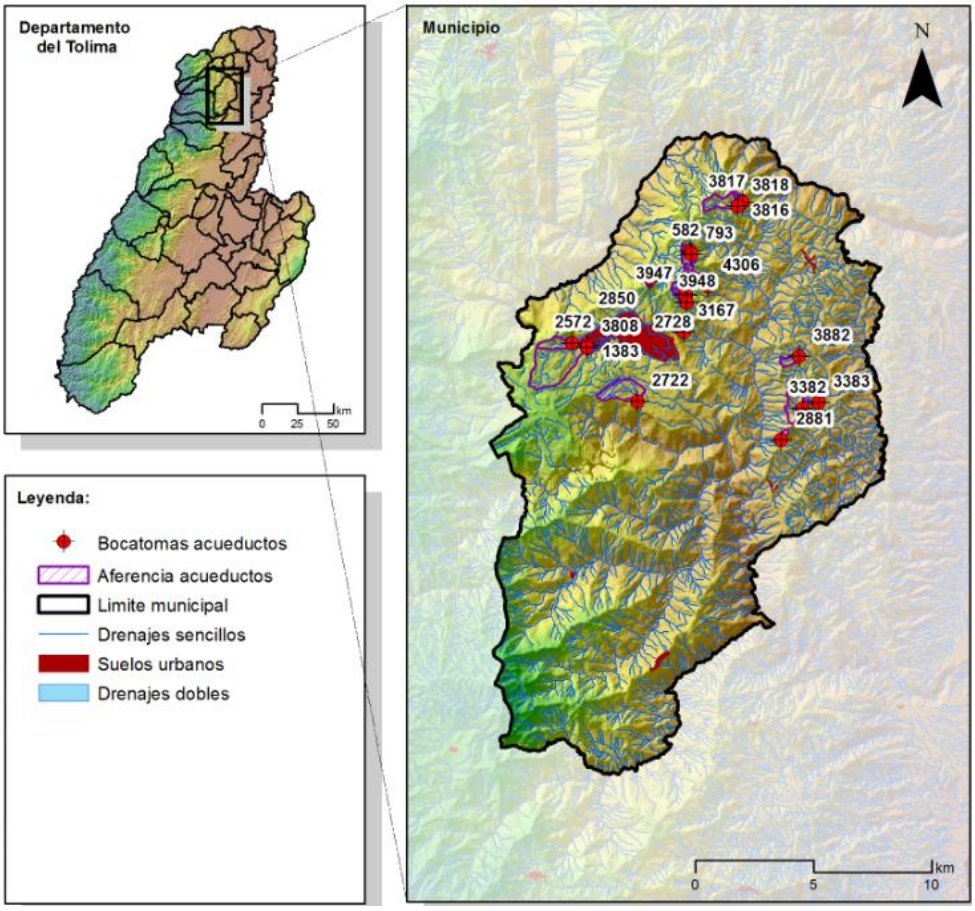
1. Localización

El municipio de Líbano se encuentra ubicado en el norte del Departamento del Tolima, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 4°55´14” de latitud Norte y 75°03´40” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a 120 kilómetros de Ibagué. El área urbana se encuentra construido en un sitio conocido como el Valle de los cedros. Presenta un promedio de altura de 1565 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 20 °C.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Líbano se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 38% de población ubicada en la zona rural y el restante 62% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con 13 acueductos veredales, 3 acueductos municipales y 3 acueductos de corregimientos, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Líbano se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Líbano y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Líbano

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Latitud	Longitud		
582	JAC. VDA. HORIZONTE/LIBANO.	Bueno	4,95331	-75,03973	1676	51,860
793	JAC. VDA. HORIZONTE/LIBANO.	Bueno	4,95233	-75,03932	1695	279,371
1383	E.S.P DEL LIBANO EMSER.	Bueno	4,91754	-75,07889	1684	279,496
2572	E.S.P DEL LIBANO EMSER.	Bueno	4,91811	-75,08469	1798	132,598
2722	JAC. VDA. LA GLORIA/LIBANO.	Bueno	4,89592	-75,05977	1580	10,160
2728	ASOC. USUAR. DEL ACUED VDA.CORALITO.	Bueno	4,93660	-75,04118	1750	92,526
2850	ASOC. DE USUAR ACUED EL TAURO/LIBANO.	Malo	4,94301	-75,05495	1888	21,418
2881	JAC. VDA. LA FLORIDA/LIBANO.	Bueno	4,88128	-75,00496	1395	21,595
3167	ASOUSUAR-ACUED-RURAL VDA HELVECIA Y LUTECIA.	Bueno	4,92268	-75,04224	1471	41,014
3382	ASOUSUARIOS DE LOS ACUEDUCTOS VDA PANTANILLO.	Bueno	4,89332	-74,99669	2120	18,226
3383	ASOUSUARIOS DE LOS ACUEDUCTOS VDA PANTANILLO.	Bueno	4,89555	-74,99071	1262	45,692
3808	MUNICIPIO DE LIBANO.	Malo	4,91668	-75,07913	1686	7,067
3816	ASOC. DE USUAR ACUED DELICIAS-CONVENIO/LIBANO.	Bueno	4,97069	-75,02167	1537	45,544
3817	ASOC. DE USUAR ACUED DELICIAS-CONVENIO/LIBANO.	Bueno	4,97210	-75,01972	1460	10,231
3818	ASOC. DE USUAR ACUED DELICIAS-CONVENIO/LIBANO.	Bueno	4,97061	-75,02167	1527	22,374
3882	ASOUSUARIOS SERV-AGUA POTABLE VDA EL TOCHELIBANO.	Bueno	4,91328	-74,99821	1350	11,749
3947	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA.TARAPACA.	Malo	4,93686	-75,04163	1755	76,149
3948	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA.TARAPACA.	Bueno	4,93389	-75,04108	1650	76,169
4306	J.A.C. VERDA SABANETA. LIBANO.	Bueno	4,93996	-75,03285	1540	18,499

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Líbano cuenta con 20 concesiones de agua, de las cuales 19 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 266,03 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipales como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	3	215,00
VEREDAL	13	27,53
CORREGIMIENTO	3	23,50
TOTAL	**19**	**266,03**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 20 concesiones mencionadas inicialmente, solo 19 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) concesión correspondiente a la llave 3946 del usuario ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA.TARAPACA fue "eliminada" ya que bajo resolución 582 de 31/05/2004 otorgo a las llaves la, 3947 y 3948 del usuario ASOC. DE USUAR ACUED RURAL VDA.TARAPACA, con un caudal otorgado de 3,01 $Lts.seg^{-1}$.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 9 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Vallecitos la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 210,00 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Líbano.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada El Aguador	2125-01.1.3.4	4	11,00
Rio Bledo	2125-02.2.21	4	11,58
Quebrada La Honda	2125-01.1.3	3	23,50
Quebrada El Teire	2125-01.1.3.3	2	2,06
Rio Vallecitos	2125-02.2.14	2	210,00
Rio Recio	2125-01.1	1	1,00
Quebrada El Rosario	2125-02.2.16	1	0,80
Quebrada El Tigre	2125-01.1.3.5	1	1,09
Quebrada San Juan	2125-01.1.4.1	1	5,00
TOTAL		**19**	**266,03**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería

agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Líbano:

Tabla 4. Tipo de obras de captación:

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	17
Otra	1
Presa de derivación	1
TOTAL	**19**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

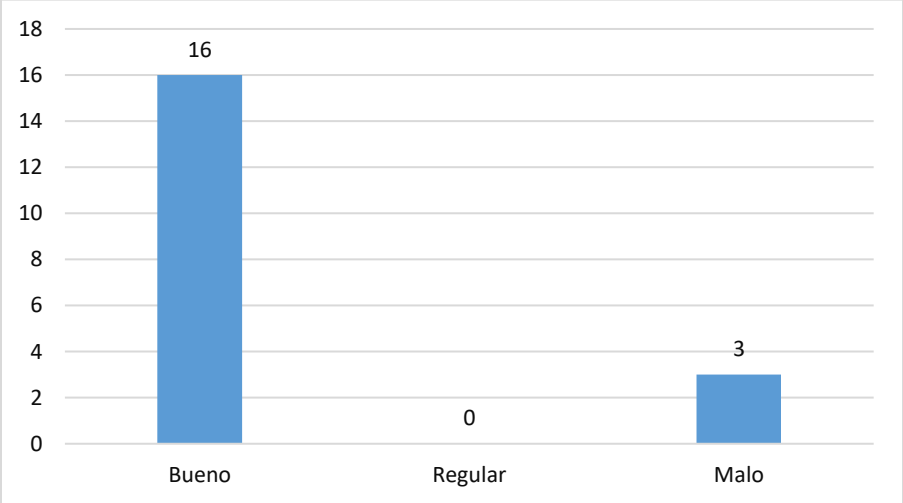
Las visitas realizadas permiten verificar que el 15,79% de las concesiones presentan estado malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	16	84,21
Regular	0	0,00
Malo	3	15,79

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Líbano, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	39.098
Personas Transitorias	3.700 aprox

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises Y Anfibolitas De Tierradentro

Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.
La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan

ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, El Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cócora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.
Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo-Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cócora.
Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albit-andesina-oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 7

A continuación, se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28500	17700	23700
	Máx.	50000	50000	50000
	Mín	15000	3000	2.000
	Md	20000	15000	20000
Ca	Pr	15900	1750	5.610
	Máx	50000	10000	20000
	Mín	2000	L500	L500
	Md	15000	700	3.000
Mg	Pr	14800	4960	6450

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	30000	20000	20000
	Mín.	1500	800	L200
	Md	15000	3000	5000
Ti	Pr	3750	2840	3700
	Máx	10000	7000	7000
	Mín	700	700	300
	Md	3000	3000	2000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1000	1000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1000	1000	1000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Aluviones y terrazas (Qal)

En el norte del departamento los aluviones y terrazas más importantes están relacionados con el río Gualí; estos depósitos forman la zona plana entre Guayabal - Mariquita - Honda y fueron llamados por Butler (1942) Formación Gualí.

Estudios recientes de Monsalve (1991) indican que los materiales que los conforman tienen origen en el retrabajamiento de depósitos de flujos piroclásticos y lahares provenientes de eventos eruptivos del volcán Cerro Bravo.

Son, principalmente, arenas pumíticas con lentes, a manera de rellenos de canal, de gravas conformadas casi en su totalidad por pumitas redondeadas. Varios fueron los eventos que dieron origen a este gran depósito, como se desprende de los diferentes niveles de terrazas observados en la cabecera municipal de Honda, de donde se extraen arenas para materiales de construcción y elaboración de bloques y tubos.

4. Hidrogeología

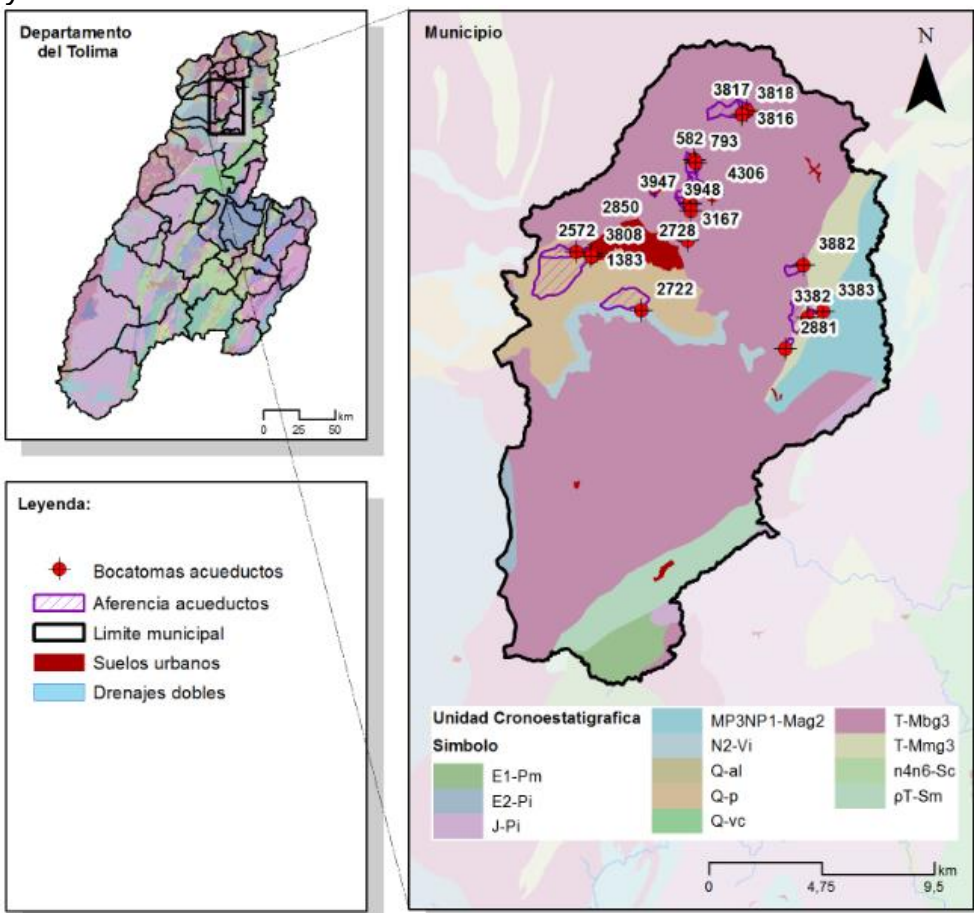
El complejo Cajamarca se encuentra clasificado hidrogeológicamente como de acuífugo, son rocas metamorficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.

Tabla 8.. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		423,811	47,13%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	377,106	41,94%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	67,564	7,51%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		30,671	3,41%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

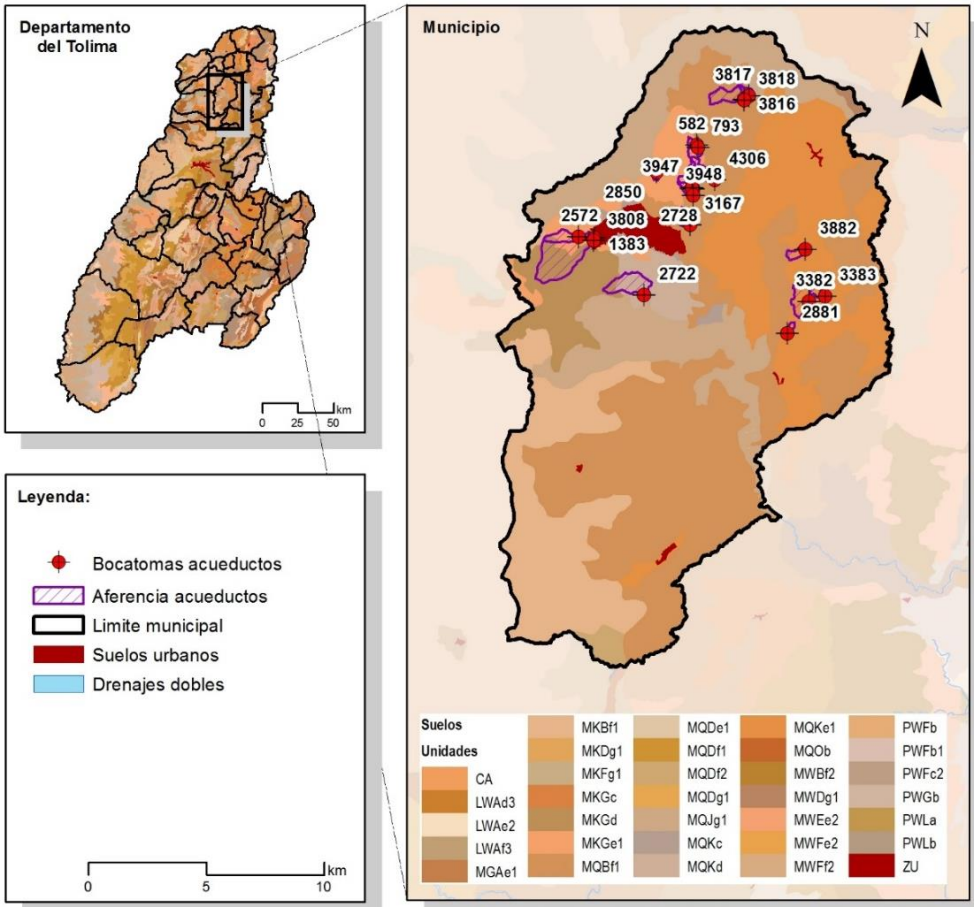
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Líbano se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Líbano se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKGd con el 28,32% del área total, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, con relieve fuertemente ondulado a quebrado, con pendientes cortas y medias (12-25%), el material parental constituido

por cenizas volcánicas depositadas sobre andesitas. Esta unidad se encuentra en clima muy frio húmedo, con tipo de relieve de lomas, caracterizado por domos redondeados. La vegetación natural ha sido destruida y reemplazada inicialmente por cultivos de papa y luego por potreros para explotación ganadera extensiva.

El 22,65% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQBf1, estos son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias, fuertemente ácidos, altos en materia orgánica y de fertilidad moderada, con tipo de relieve de filas y vigas, relieve moderadamente escarpado, fase de pendientes 50-75%, son suelos profundos, desarrollados de cenizas volcánicas que se depositaron sobre esquistos cloríticos, presentan erosión ligera, la vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad. Las fuertes pendientes y la erosión son las mayores limitantes del uso de estos suelos.

El 21,13% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKGe1, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, relieve fuertemente ondulado a quebrado, con pendientes ente el 25-50%, desarrollados a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre andesitas, esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por elevaciones de terreno de poca altura y de configuración alargada, presentan erosión ligera.

Los suelos restantes pertenecen a las unidades MQKe1 (15,65%), MQKd (12,15%) y MQJg1 (0,11%).

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano.

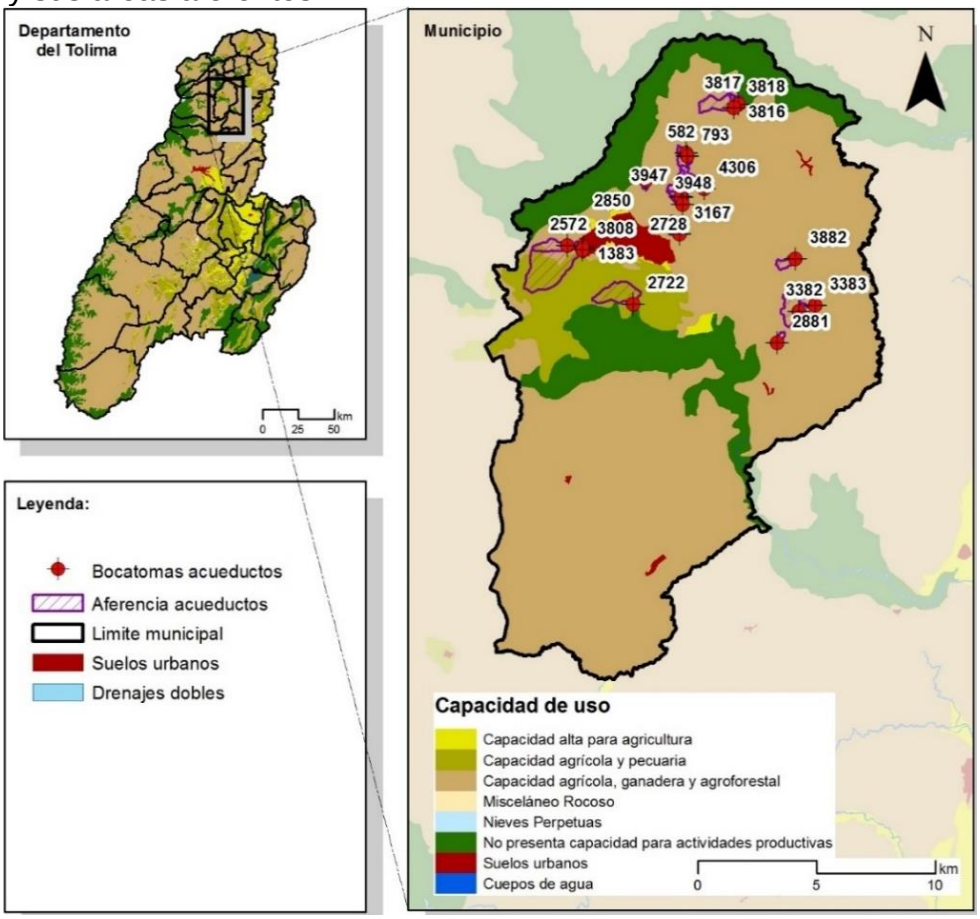
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	254,630	28,32%
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	203,640	22,65%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	189,976	21,13%
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	140,719	15,65%
MQKd	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	109,216	12,15%
MQJg1	Templado seco	Montaña	Cañones	Esquistos y arenas volcánicas	Media	ENTISOLES	0,972	0,11%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Líbano

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
4e	Capacidad agrícola y pecuaria	254,630	28,32%
4p	Capacidad agrícola y pecuaria	109,216	12,15%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	189,976	21,13%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	140,719	15,65%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	203,640	22,65%

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	0,972	0,11%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 28,32 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano se encuentra en la clase agroecológica 4e, los cuales presentan limitaciones fuertemente severas, tales como procesos erosivos actuales y movimientos en masa, que la restringen para cultivos específicos y exigen practicas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener; se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro.

El 22,65 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano se encuentra en la clase agroecológica 7pe, presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. Los suelos presentes en la 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 21,13 % de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6ps presentan limitaciones muy severas que, en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo (s).

7. Pendientes

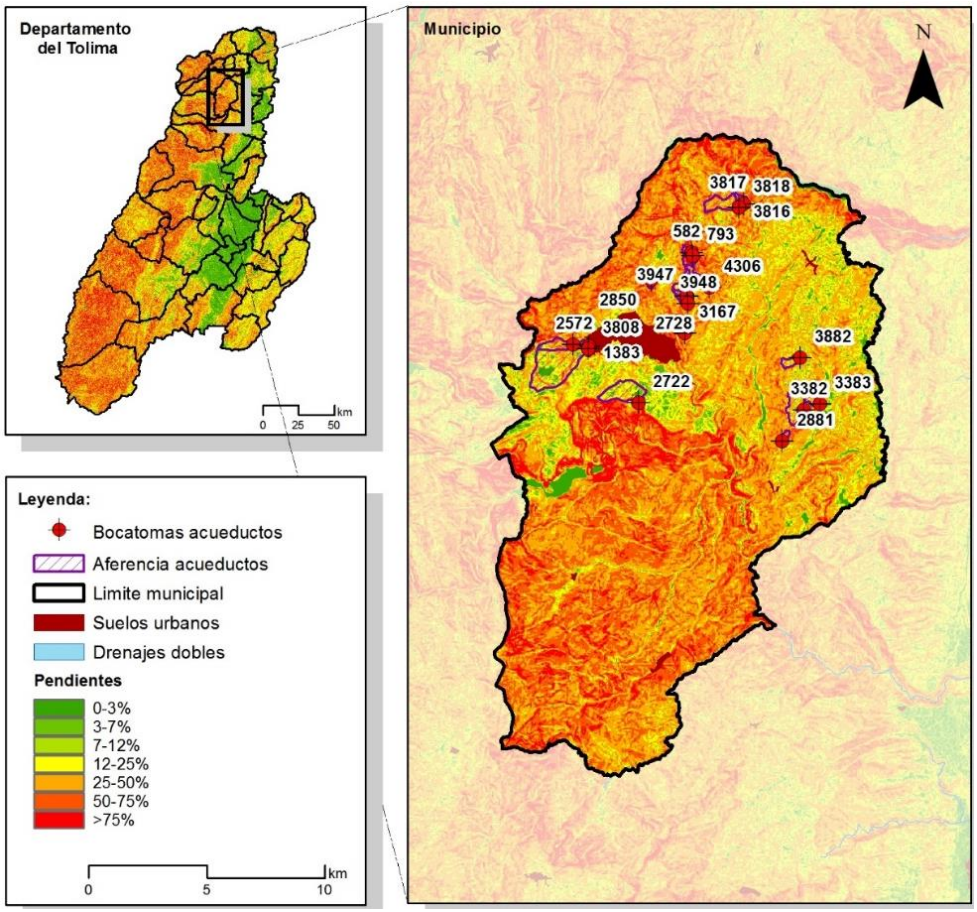
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Líbano y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	37,14	4,12%
3-7%	Ligeramente inclinado	48,58	5,39%
7-12%	Moderadamente inclinado	79,20	8,79%
12-25%	Fuertemente inclinado	246,48	27,35%
25-50%	Ligeramente escarpado	355,83	39,49%
50-75%	Moderadamente escarpado	122,20	13,56%
>75%	Fuertemente escarpado	11,62	1,29%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Líbano se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 39,49% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 11), seguido de zonas fuertemente inclinadas, que tienen un rango de pendiente del 12-25% del área global de las áreas aferentes abarcando un total de área de 27.35%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Líbano se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

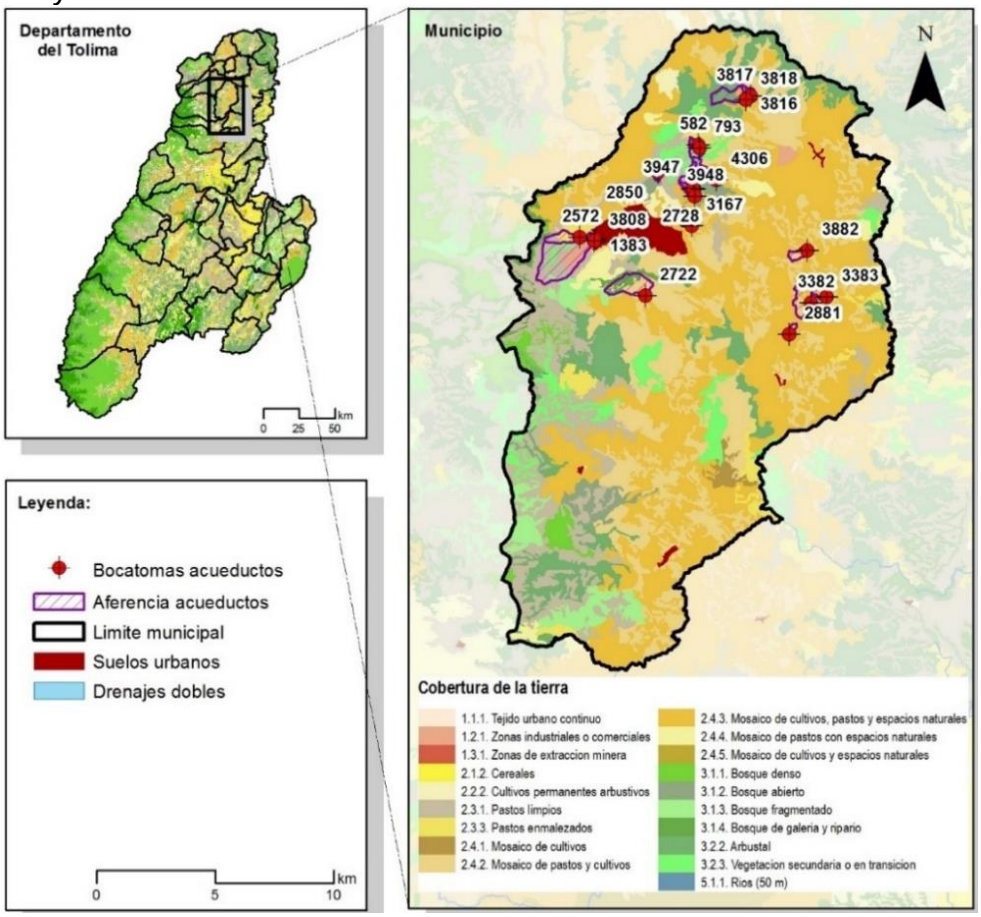
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	191,251	21,27%
2.3.1	Pastos limpios	170,292	18,94%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	149,274	16,60%
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	81,205	9,03%
3.2.2.1	Arbustal denso	55,284	6,15%
3.1.4	Bosque de galería y ripario	52,788	5,87%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	52,430	5,83%
2.3.1	Pastos limpios	49,068	5,46%
3.1.2.1.1	Bosque abierto alto de tierra firme	48,295	5,37%
2.3.3	Pastos enmalezados	33,973	3,78%
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	8,650	0,96%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	6,515	0,72%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.2.2.2	Café	0,128	0,01%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Líbano y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 21,27% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano presentan cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, esta es una cobertura las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 18,94% de la cobertura presenta pastos limpios, que comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y

el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

El 16,60% presenta mosaico de pastos y cultivos, que están constituidos por tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

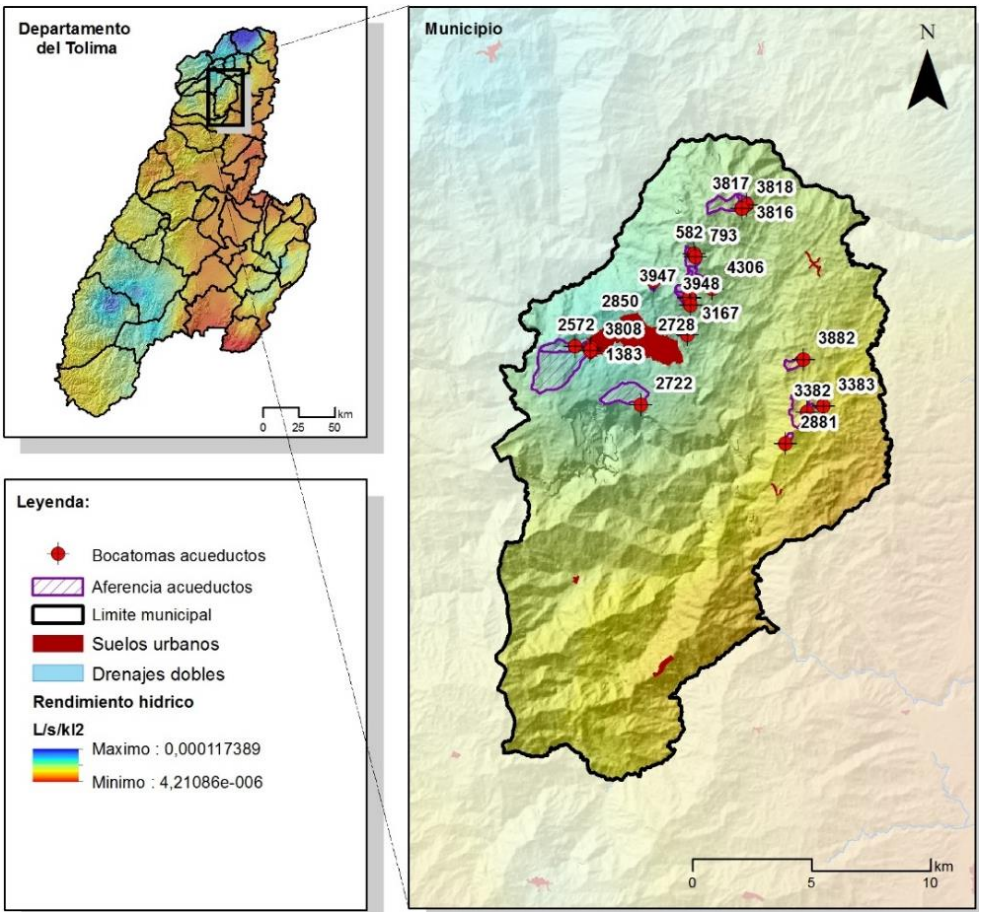
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Líbano

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2572	0,5190	0,0262	2125-01.1.4.1	Quebrada San Juan	8	0,403	6,49%
1383	0,1020	0,0034	2125-01.1.4	Quebrada Santa Rosa	15	0,718	0,48%
3808	2,7940	0,1380	2125-01.1.4	Quebrada Santa Rosa			19,23%
2722	1,3260	0,0641	2125-01.1	Rio Recio	221	7,097	0,90%
2881	2,7950	0,0001	2125-02.2.21	Rio Bledo	65	1,685	0,00%
3382	0,9250	0,0310	2125-02.2.21	Rio Bledo			1,84%
3383	0,2140	0,0072	2125-02.2.21	Rio Bledo			0,43%
3882	0,2160	0,0079	2125-02.2.21	Rio Bledo			0,47%
3167	0,4100	0,0192	2125-01.1.3.5	Quebrada El Tigre	5	0,211	9,12%
3948	0,1820	0,0086	2125-01.1.3.4	Quebrada El Aguador	6	0,259	3,30%
2728	0,4570	0,0215	2125-01.1.3.4	Quebrada El Aguador			8,29%
4306	0,0710	0,0207	2125-01.1.3.4	Quebrada El Aguador			7,98%
2850	0,4550	0,0050	2125-01.1.3.4	Quebrada El Aguador			1,92%
793	0,1020	0,0104	2125-02.2.16	Quebrada El Rosario	5	0,231	4,50%
582	0,2240	0,0054	2125-01.1.3.3	Quebrada El Teire	4	0,17	3,17%

3816	0,1170	0,0330	2125-01.1.3.3	Quebrada El Teire			19,47%
3817	0,7610	0,0077	2125-01.1.3	Quebrada La Honda	22	0,855	0,91%
3808	0,7620	0,1380	2125-01.1.3	Quebrada La Honda			16,14%
2881	0,1850	0,1381	2125-01.1.3	Quebrada La Honda			16,15%
TOTAL	12,6170	0,6853			351	11,627567	120,78%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Líbano y en las áreas aferentes de los acueductos

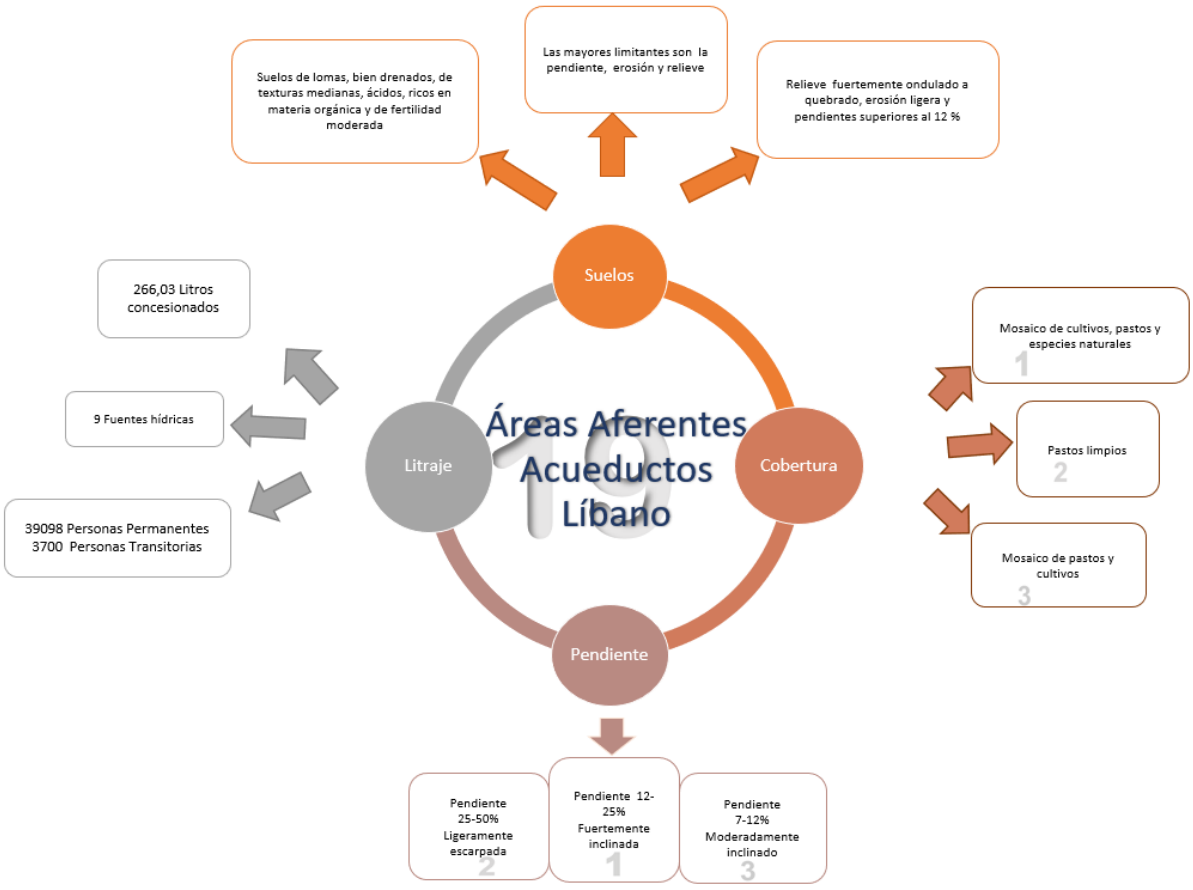


Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 19 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,685 L/s/Km^2 que corresponden al 6,075% del rendimiento hídrico total del municipio de Líbano. El municipio del Líbano cuenta con tres captaciones distribuidas en tres áreas aferentes las cuales se encuentran ubicadas sobre las microcuencas de las quebradas San Juan, Santa Rosa y la Honda, de las cuales, el área aferente de la microcuenca de la quebrada Santa Rosa presenta un rendimiento hídrico de 0.138 L/s/Km2 y corresponde solamente al 19,232% del

rendimiento hídrico total de la microcuenca, pues abarca el 18,6 % del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Junta de Acción Comunal de la vereda la Florida, con 0,00005 L/s/km^2 el cual corresponde al 0,003% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Rio Bledo.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Líbano



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. El Salero, Qda. Palmas-Melgar, Tolima

ANEXO 26 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE MELGAR

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE MELGAR 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 8
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Melgar 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 6
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Melgar. 6
Tabla 4. Tipo de obras de captación 7
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 7
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios. 8
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los ... 9
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar. 14
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Melgar. 16
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar 18
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar 19
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Melgar 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Melgar y sus áreas aferentes. 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 7
Figura 3. unidades cronoestratigraficas de los acueductos del municipio de melgar 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Melgar y en sus áreas aferentes 18
Figura 7.Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes 20
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Melgar y en las áreas aferentes de los acueductos. 21
Figura 9*.* Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar 24

MUNICIPIO DE MELGAR

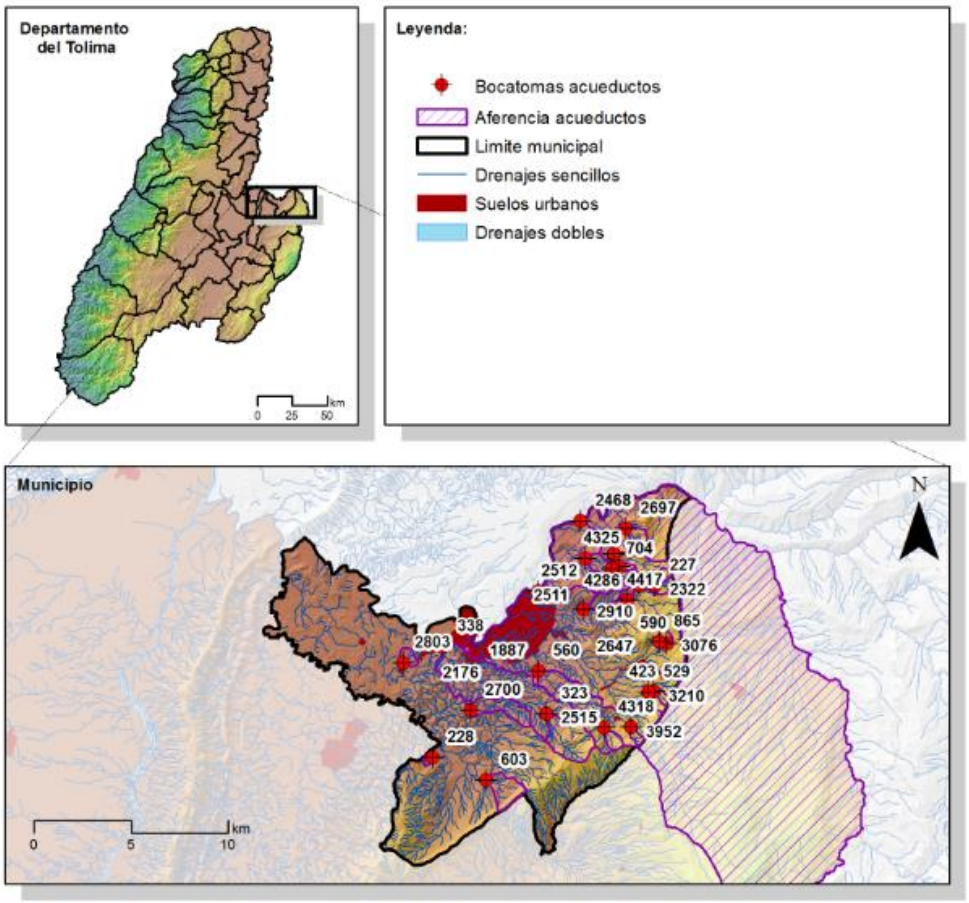
1. Localización

El municipio de Melgar se ubica al oriente del departamento del Tolima, dentro de las coordenadas 4°12´ de latitud Norte y 74°39´ de longitud Oeste a 366 msnm, con una temperatura media de 26 ºC. El territorio municipal se encuentra bordeado por la cuenca del río Sumpaz, afluente que desemboca en el río Magdalena. En su mayoría el territorio es montañoso, aunque cuenta con algunas zonas planas hacia el norte y el occidente.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Melgar concentra 82,69% de población en la zona Urbana y el 17,31% restante corresponde a población rural. El municipio cuenta con 32 acueductos verdales y municipales, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población. Los acueductos concesionados del municipio de Melgar se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Melgar y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Melgar

LLAVE	NOMBRE	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITROS CONCESIONADOS (L/s)	AREA (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
227	MORA JORGE ELIECER	Regular	4,22589	-74,571921	1173	1,4	84,63
228	CUADROS MARTINEZ ALFONSO ALEJANDRO	Malo	4,14575	-74,674916	391	0,45	20,57
323	E.S.P DE MELGAR EMPUMELGAR.	Bueno	4,166017	-74,622077	592	4,25	431,70
338	FENIX S.A. SCOLEGIO CAMPESTRE	Bueno	4,197293	-74,670337	339	0,75	1700,77
423	JAC. VDA. CALCUTA.	Bueno	4,17618	-74,574907	1137	4,08	46,20
529	JAC. VDA. CALCUTA.	Bueno	4,17618	-74,574907	1137	4,08	46,20
560	ACUEDUCTO DEL BARRIO LA LAGUNA ASO ACUEDUCTO LA LAGUNA	Bueno	4,185861	-74,625909	402	3,7	1030,44
590	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL CUALAMA ALTAGRACIA.	Bueno	4,19881	-74,566462	1259	0,45	51,97
603	ASOC. DE USUAR ACUEDU VDAS CHIMBI Y BOMBOTE.	Bueno	4,134997	-74,650104	439	9,81	220,76
704	JAC. VDA. EL SALERO.	Malo	4,233598	-74,591942	699	3,28	281,36
865	CONJUNTO VACACIONAL LAS QUEBRADITAS II - ETAPA 1.	Malo	4,199609	-74,570005	974	1,15	51,97
1887	E.S.P EMPRESA DE ACUEDUCTO CORINTO S.A.		4,205231	-74,655439	311	86	25397,88
1906	JAC. VDA. LA PRIMAVERA.	Malo	4,240448	-74,591012	583	0,45	204,62
2167	E.S.P DE MELGAR EMPUMELGAR.	Bueno	4,234629	-74,588472	743	9,86	5,69
2176	ASDOAS.	Bueno	4,197298	-74,670371	340	3	1700,77
2322	JAC. VDA. LA REFORMA.	Malo	4,22589	-74,571921	1173	1,05	84,63
2468	E.S. PAGUAS DEL PALMAR S.A.S.	Malo	4,25594	-74,606429	373	9,25	18107,42

LLAVE	NOMBRE	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITROS CONCESIONADOS (L/s)	AREA (Ha)
			LATITUD	LONGITUD			
2511	MUNICIPIO DE MELGAR. .	Bueno	4,214751	-74,604973	422	27,486	98,50
2512	MUNICIPIO DE MELGAR. .	Bueno	4,223044	-74,625916	330	83,7	19445,26
2515	MUNICIPIO DE MELGAR. .	Bueno	4,166017	-74,622077	592	15,3	431,71
2647	JAC. VDA. ALTO DE LA PALMA.	Bueno	4,18785	-74,577592	1121	1,6	10,30
2697	ASOC. COMUN DE USUAR ACUED VDA. MALACHI.	Bueno	4,252455	-74,585384	689	2,52	89,88
2700	E.S.P. ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO RIO BONITO S.A.	Bueno	4,167447	-74,657392	389	2,5	256,60
2803	COPROPIEDAD CONDOMINIO HACIENDA LA ESTANCIA.	Bueno	4,189798	-74,688652	336	32,194	65,08
2910	JAC. VDA. LAS PALMAS.	Malo	4,225783	-74,578895	1021	2	173,35
3076	ASOUS-ACUED-RURAL S/JOSE/CUALAMANA.	Bueno	4,198787	-74,566466	1250	3,5	51,97
3210	ASOC. DE USUAR ACUED RURAL ARABIA.	Regular	4,176686	-74,572359	1181	1,78	42,51
3952	JAC. VDA. EL AGUILA.	Bueno	4,159953	-74,583058	1131	1,33	40,13
4286	MUNICIPIO DE MELGAR. .	Bueno	4,240464	-74,591006	354	2,22	204,64
4318	JAC. VDA. EL AGUILA.	Malo	4,159562	-74,595592	1022	6	68,69
4325	JAC. VDA. EL SALERO.	Bueno	4,238349	-74,604198	502	1,46	454,45
4417	ASOCDE USUAR ACUED VDA LA CAJITA.	Malo	4,218876	-74,584684	740	15,74	36,13
TOTAL L/s						342,34	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Melgar cuenta con 32 concesiones de agua las se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 342,34 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Verdales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	13	277,66
VEREDAL	19	64,68
TOTAL	**32**	**342,34**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 12 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Sumapaz la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 178,95 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Melgar.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Batalla	2119.4.1	7	16,64
Quebrada Palmas	2119.6	6	19,05
Quebrada La Guaduala	2119.2	4	23,30
Quebrada Agua Fria	2119.4	3	11,03
Rio Sumapaz	2119	3	178,95
Quebrada Tinajas	2119.7	2	2,67
Quebrada La Palmara	2119.5	2	43,23
Quebrada Volcana	2119.1.19.4	1	9,81
Quebrada Las Mieles	2119.1.19.3	1	0,45
Quebrada Las Golondrinas	2119.8	1	2,52
Quebrada Arenosa	2119.1.19.6	1	32,19
Quebrada La Colorada	2119.1.19.5	1	2,50
TOTAL		**32**	**342,34**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Melgar:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	17
Otra	8
Toma de rejilla	4
Toma lateral	3
TOTAL	**32**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

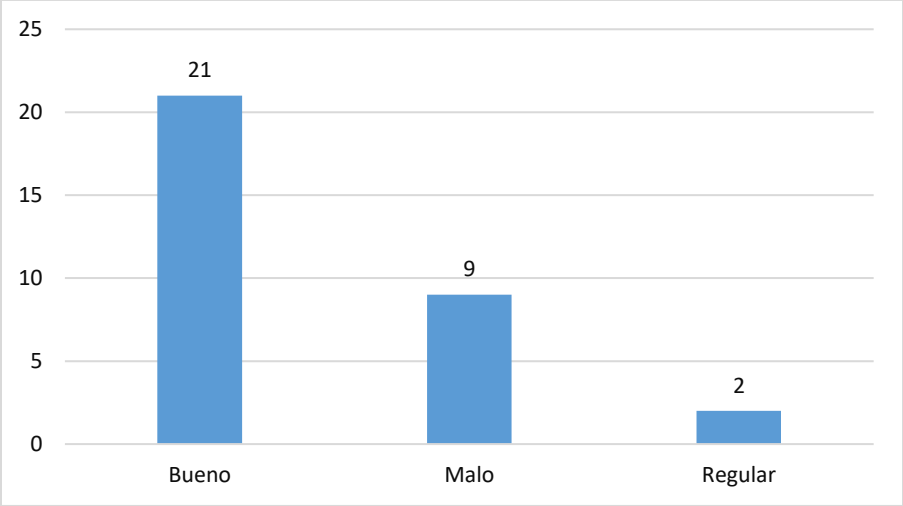
Las visitas realizadas permiten verificar que el 34,38% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	21	65,63
Malo	9	28,13
Regular	2	6,25

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las

obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Melgar, fue reportado personal fijo en el área de captación de la concesión otorgada a ASDOAS.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios.

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	47.344
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Arcillolitas de la Formación Guaduas y unidades equivalentes (KPga)

Corresponde a una secuencia de arcillolitas y lutitas de color rojizo dominante, que ha recibido los nombres de Formación o Grupo Guaduas (HUBACH, 1957), Formación Seca (PORTA, 1965, 1966) o Grupo Guaduala (BELTRÁN y GALLO, 1968); de estos nombres el más usado y arraigado en la literatura geológica es el de Formación Guaduas. Estas denominaciones se han usado para describir las rocas de composición arcillosa, ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la Cordillera Oriental.

Por lo regular ocupa áreas planas a ligeramente onduladas del valle del Magdalena, como se puede observar en la carretera Guamo-Ortega, entre el río Ortega y la cabecera municipal; en la zona de Cunira, al oriente del Municipio de Coello y entre Payandé-Valle de San Juan y el río Cucuana.

La secuencia consta de arcillolitas y lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas grises y amarillo crema, de grano fino, algunas veces con aspecto de "sal y pimienta". Las areniscas varían en su composición desde ortocuarcíticas, en la base, hasta arcósicas, en la parte superior. Localmente se presentan intercalaciones de conglomerados con clastos de chert y cuarzo.

El contacto inferior no ha sido determinado exactamente, debido a que casi siempre está cubierto; algunos autores hablan de una posible discordancia sobre el Cretácico Superior, aún sin comprobar. El contacto superior con el Grupo Gualanday algunas veces ha sido interpretado como discordante, debido al cambio brusco de litología (MENDIVELSO, 1982); por lo general se acepta concordante

(TELLEZ y NAVAS, 1962; COSSIO et al., 1995). El espesor es muy variable y difícil de establecer debido al carácter monótono de la secuencia y a la ausencia de niveles estratigráficos guías; generalmente se acepta una potencia entre 400 y 500 m.

La edad de esta unidad arcillosa está documentada desde el Maastrichtiano hasta el Paleoceno (Cretácico Superior - Paleógeno).

Las arcillolitas de esta secuencia son explotadas para ladrillería y alfarería; en la zona de Cunira (Municipio de Coello) se extraen para uso en la industria del cemento.

Grupo Honda (NgH)

El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla, Natagaima-Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones.

Las rocas del Grupo Honda que afloran en el Valle Superior del Magdalena corresponden a la llamada Formación Villavieja de Wellman (1970), que se subdivide en los Miembros Volcánico Baraya y Cerro Colorado; el primero consta de areniscas de grano fino a medio y arcillolitas de colores predominantemente grises, con abundante aporte volcánico, mientras que el segundo está constituido por capas rojas finogranulares.

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villavieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima.

El contacto inferior, en la parte norte del Valle Superior, ha sido citado como discordante, reposando sobre diferentes unidades litológicas. El contacto superior es discordante con la Formación Mesa; algunos autores establecen que este límite es concordante. Terrazas y aluviones del río Magdalena cubren la unidad discordantemente.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los Acueductos del municipio de Melgar.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EDAD	UNIDAD INTEGRADA	ÁREA (HA)	%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Guaduas, Formación Seca	7582,253	27,42%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		5694,279	20,59%
k1k6-Stm	Shales, calizas, fosforitas, cherts y cuarzoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy y facies más arenosas al sur.	Cenomaniano-Maastrichtiano		4620,841	16,71%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Conglomerados de Carmen de Apicalá	4285,731	15,50%
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas	Paleoceno		2389,193	8,64%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		2181,802	7,89%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		854,960	3,09%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	36,557	0,13%
Q-t	Terrazas aluviales	Cuaternario		5,456	0,02%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

4. Hidrogeología

La hidrogeología de la zona se caracteriza por estar localizada en acuíferos de media productividad como el acuífero Honda, Gualanday y algunas unidades del cretácico superior, a continuación, se cita el acuífero Honda y sus características principales:

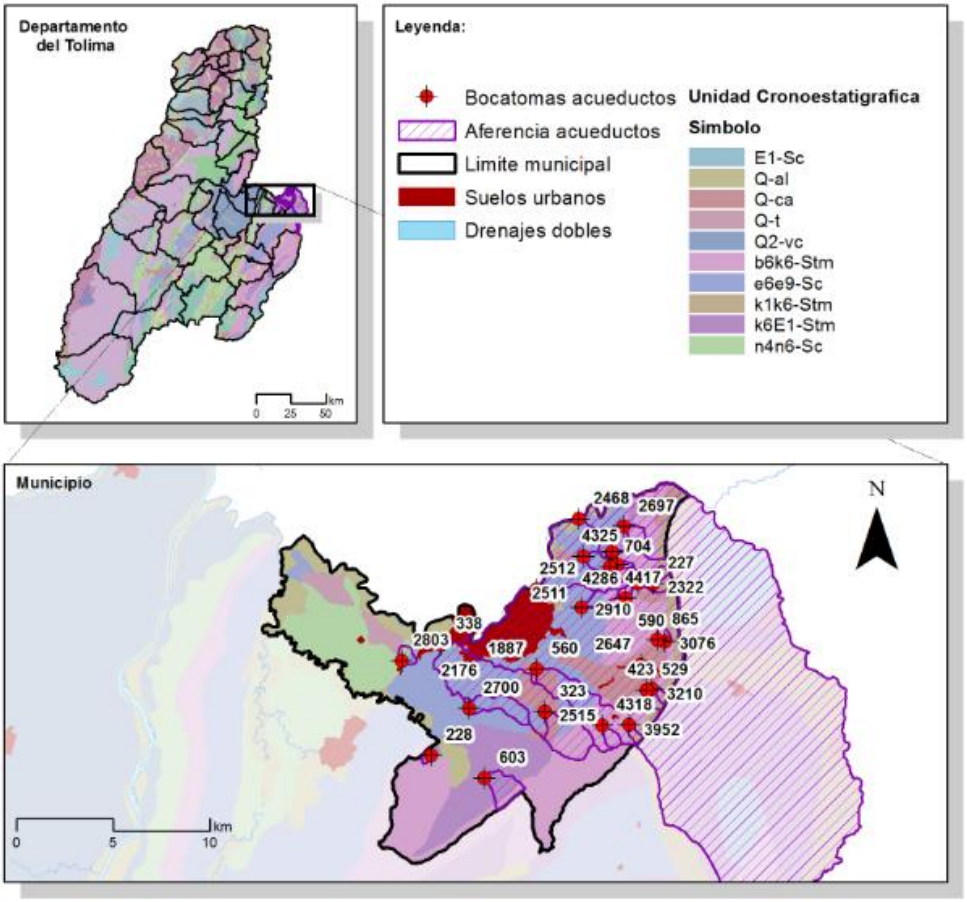
Sistemas de acuíferos de media productividad, con capacidad especifica entre 1.0 y 2.0 l/s/m.

Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco

consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Figura 3. unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de melgar



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

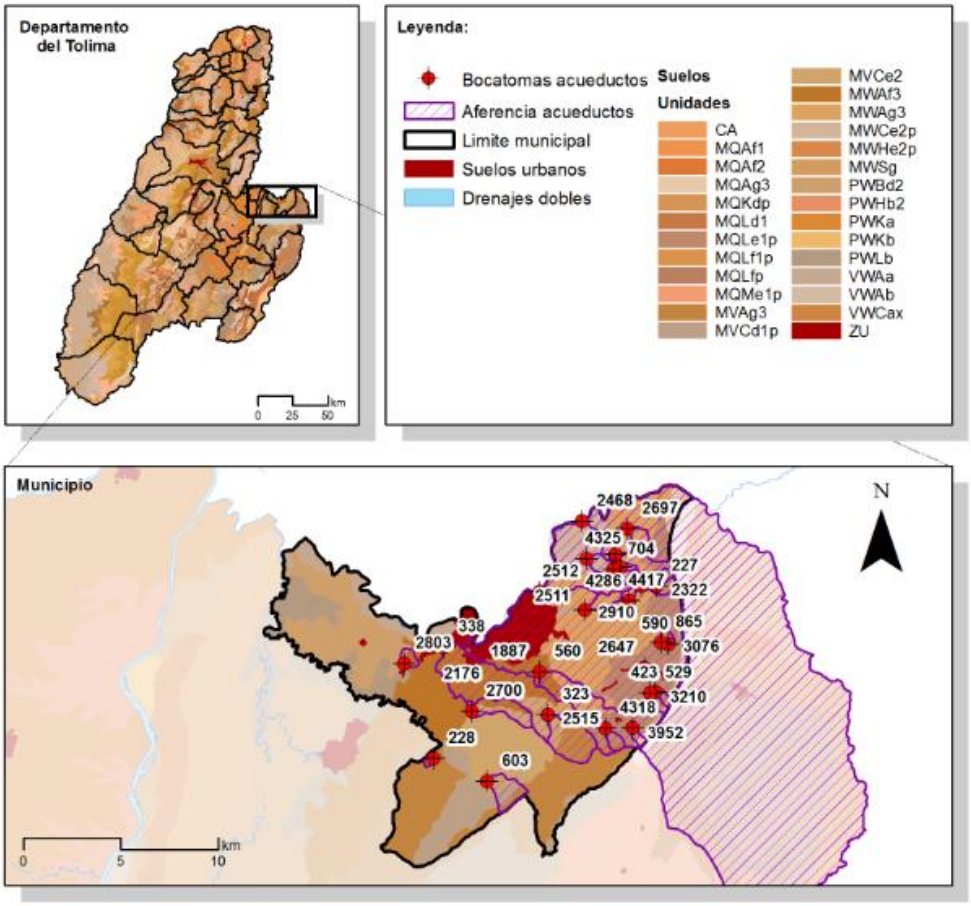
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Las áreas aferentes del municipio de Melgar se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQLe1p con 7761,6 Ha, las cuales representan el 28,11% de las áreas delimitadas. Estos suelos se caracterizan por ser profundos, bien drenados con texturas medias a finas, altos en materia orgánica y de fertilidad moderada, relieve fuertemente ondulada, de pendientes cortas, con rocosidad superficial y erosión ligera, son clasificados como ácidos con una baja capacidad de cambio catiónico, limitado por las pendientes y la susceptibilidad a la erosión.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 20,82% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWAg3, suelos compuestos por areniscas intercalado con arcillolitas, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas, con pendientes fuertemente quebradas, con afloramiento ocasionales de rocas y erosione moderada a severa, excesivamente drenados, pobres en material orgánico, baja fertilidad. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MQLf1p, MQLd1, MWAf3, MWAf3, MQAf1, MWCe2p, MQAg3, MQAf2, MQLfp, MVAg3, MKAf1, VWAa, MVCd1p, MQKdp, PWBd2, MQMe1p y MKHfp, cuya mayor limitante son las pendientes y la baja fertilidad. También se destaca la presencia de zonas urbanas (ZU) con un 1,93% y cuerpos de agua (CA) con un 0,30% de participación dentro de las áreas aferentes definidas para el municipio de Melgar.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQLe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	EPTS	7761,6	28,11%
MWAg3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTS	5749,6	20,82%
MQLf1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	EPTS	2566,5	9,29%
MQLd1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	EPTS	1881,9	6,81%
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	OLLS	1641,3	5,94%
MQAf1	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	EPTS	1284,2	4,65%
MWCe2p	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	EPTS	1110,4	4,02%
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTS	1097,3	3,97%
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	EPTS	1029,5	3,73%
MQLfp	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	EPTS	973,7	3,53%
MVCe2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	EPTS	609,9	2,21%

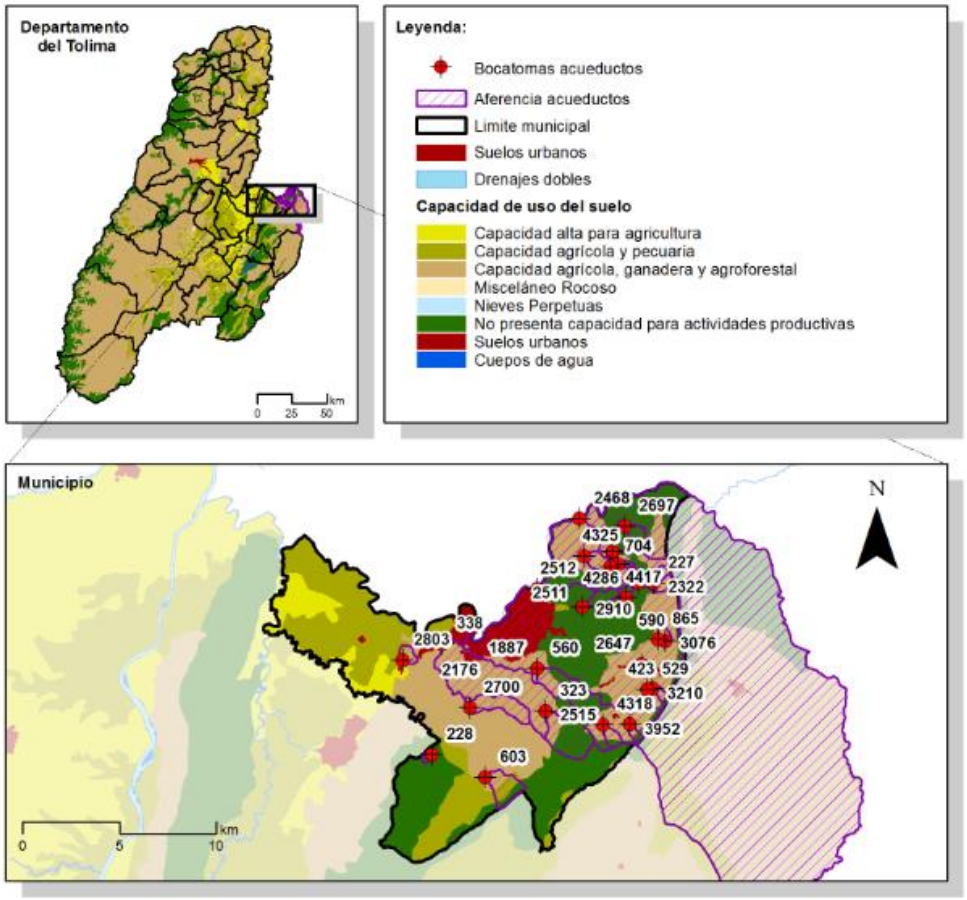
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	531,7	1,93%
MVAg3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTS	486,0	1,76%
MKAf1	Frío seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas)	Media	ANDS	425,1	1,54%
VWAa	Cálido seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales mixtos	Media	EPTS	197,1	0,71%
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	EPTS	93,8	0,34%
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	83,4	0,30%
MQKdp	Templado húmedo	Montaña	Glacís coluvial	Depósitos coluviales	Media y gruesa	EPTS	51,7	0,19%
PWBd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	EPTS	21,8	0,08%
MQMe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	EPTS	16,8	0,06%
MKHfp	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDS	1,4	0,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Melgar.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	8872,0	43,65%
4h	Capacidad agrícola y pecuaria	5492,0	27,02%
4p	Capacidad agrícola y pecuaria	1881,9	9,26%
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	1456,0	7,16%
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	973,7	4,79%
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	609,9	3,00%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	531,7	2,62%
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	197,1	0,97%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	93,8	0,46%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	83,4	0,41%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	51,7	0,25%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	42,9	0,21%

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
CA	CA	21,8	0,11%
ZU	ZU	16,8	0,08%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 43,65 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales presentan limitaciones severas, debido a las pendientes pronunciadas, la erosión y el clima cálido seco;
No son aptas para ninguna explotación agropecuaria o forestal. Importantes en la conservación de la fauna, flora y protección de las fuentes hídricas.

El 27,02% de los suelos se encuentran dentro en la clase agroecológica 4h, con capacidad para el desarrollo de actividades agrícolas semi-intensivas las cuales exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación; Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforesteria es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro. Las áreas semiáridas están relacionadas directamente con la distribución de las lluvias; así, los suelos pueden producir altos rendimientos durante los años en los cuales la humedad sea adecuada, bajos rendimientos durante los años de lluvias regulares y fracasos durante los años de lluvias escasas.

Los suelos restantes se clasifican dentro de las clases agroecológicas 7,6 y 4, aptas únicamente para algunos cultivos semi-perennes o perennes, semi-densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas; La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

7. Pendientes

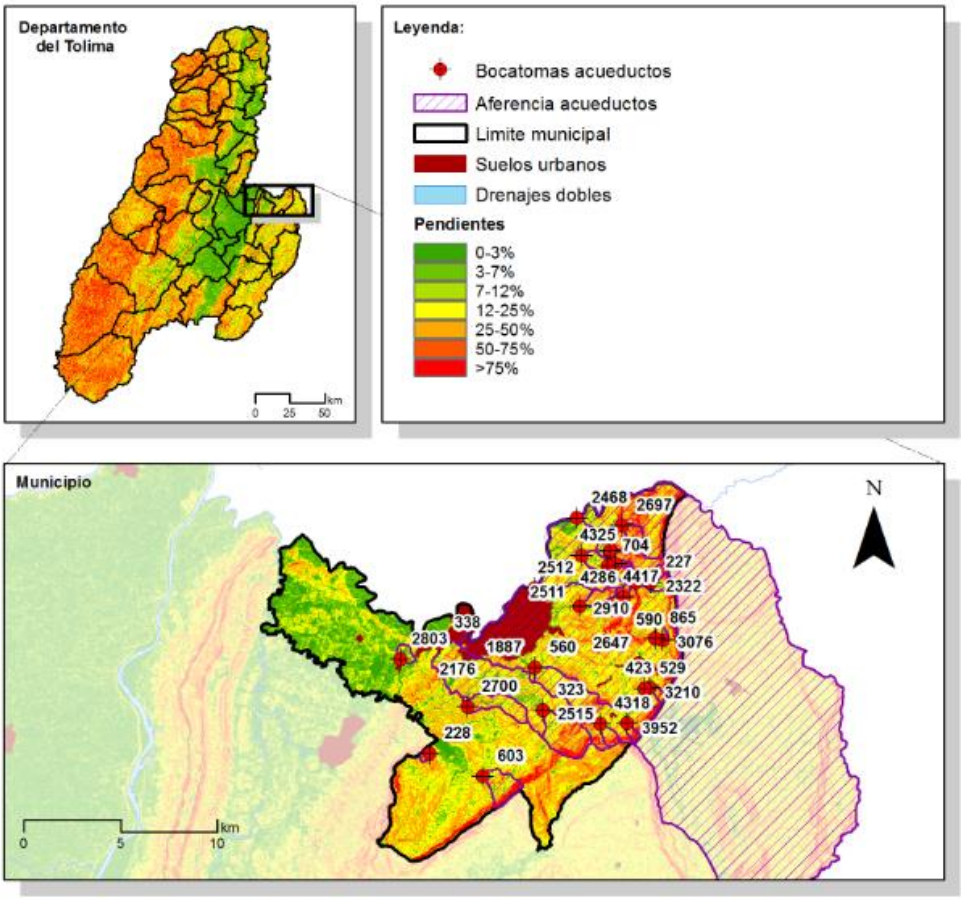
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.

- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Melgar y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
12-25%	Fuertemente inclinado	10678,61	38,67%
25-50%	Ligeramente escarpado	8315,68	30,11%
7-12%	Moderadamente inclinado	2933,00	10,62%
50-75%	Moderadamente escarpado	2167,57	7,85%
3-7%	Ligeramente inclinado	1470,75	5,33%

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
>75%	Fuertemente escarpado	1144,41	4,14%
0-3%	Plano	907,95	3,29%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Melgar se observan en la tabla 10, relacionando las mayores pendientes presentes en las áreas aferentes. El rango de pendiente predominante cuenta con un 36,67% del área total, que va entre 12-25%, clasificadas como fuertemente inclinadas, seguido del 30,11% el cual se clasifica ligeramente escarpado con un rango entre el 25-50% de pendiente. Dentro de las áreas se encuentran pendientes moderadamente inclinadas con 10,62%, Moderadamente escarpado con el 7,85%, Ligeramente inclinado con un 5,33%, fuertemente escarpado con 4,14% y plano con un 3,29% del área total delimitada.

8. Cobertura de la tierra

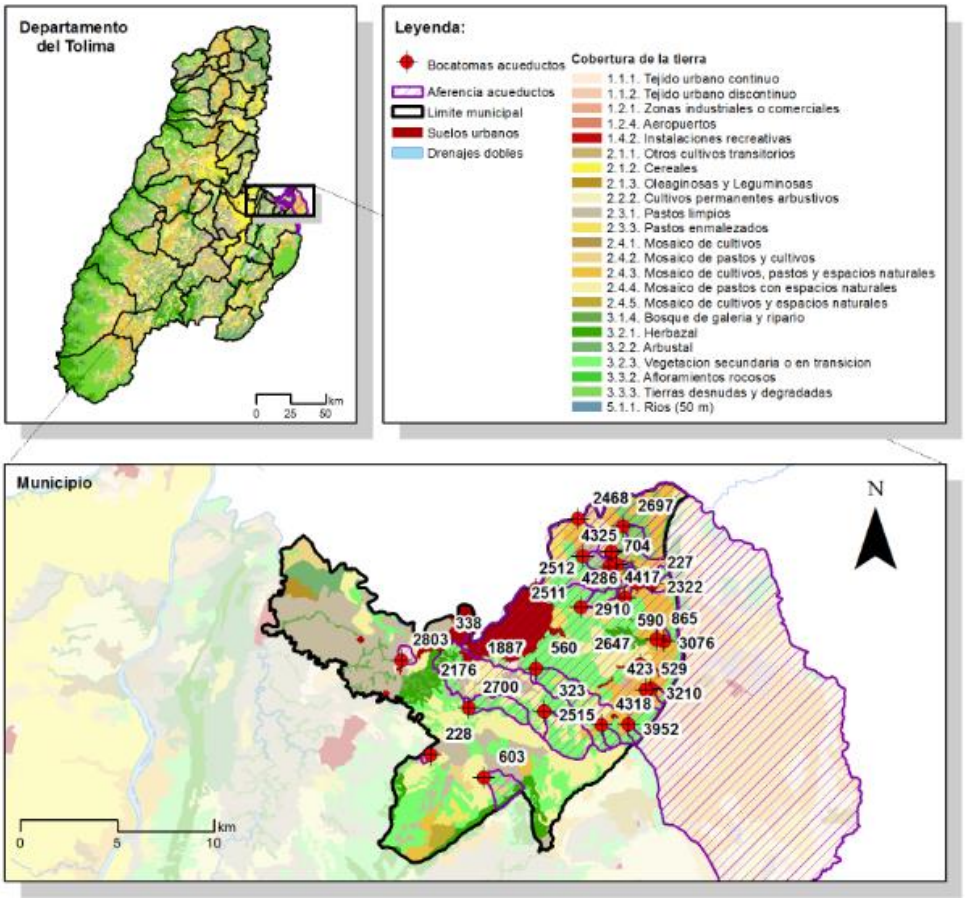
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Melgar se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (HA)	% CUBRIMINETO
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	8766,98	31,75%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	4424,13	16,02%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	3577,57	12,96%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	2343,82	8,49%
2.3.3	Pastos enmalezados	2248,89	8,14%
2.2.2.2	Cultivos permanentes arbustivos	1653,93	5,99%
2.3.1	Pastos limpios	1555,59	5,63%
3.2.1.1.1	Herbazal	735,45	2,66%
1.1.1	Tejido urbano continuo	700,90	2,54%
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	448,41	1,62%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	274,60	0,99%
3.1.1.1.1	Bosque denso	225,16	0,82%
3.1.3.2	Bosque fragmentado	182,68	0,66%
3.3.2	Afloramientos rocosos	130,26	0,47%
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	122,79	0,44%
1.4.2	Instalaciones recreativas	114,30	0,41%
1.2.4	Aeropuertos	78,22	0,28%
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	31,19	0,11%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 7.Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Melgar y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Para las áreas aferentes de los acueductos que abastecen el municipio de Melgar se determinaron tres coberturas de la tierra predominantes. El 31,75% de las áreas aferentes presentan cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, as superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, presenta una distribución donde las coberturas no pueden ser representadas individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.
Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición o áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 16,02% de las áreas presentan cobertura de vegetación secundaria o en transición originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en

zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

En el restante de las coberturas del suelo se destacan la presencia de áreas con tejido urbano continuo con un 2,54%, tejido urbano descontinuo con el 0,44%, instalaciones recreativas con un 0,44% y zonas industriales comerciales con el 0,11% del área total delimitada.

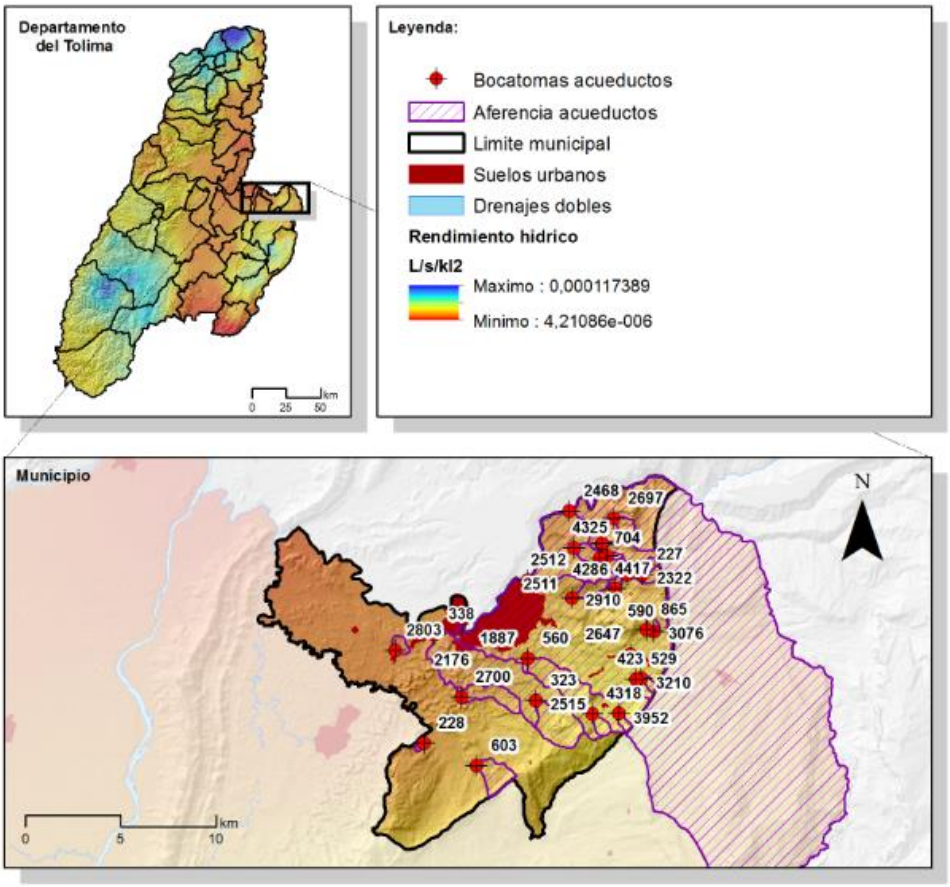
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Melgar y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Melgar

LLAVE	ÁREA AFERENCIA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICRO CUENCA (KM²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO RH MICRO
2697	0,90	0,021	2119.8	Quebrada Las Golondrinas	3,29	0,075	27,90%
2700	2,57	0,064	2119.1.19.5	Quebrada La Colorada	16,59	0,421	15,07%
2322	0,85	0,021	2119.6	Quebrada Palmas	8,41	0,207	10,37%
227							
2910	1,73	0,022					10,76%
704	2,81	0,027					13,13%
2167	0,06	0,001					13,13%
4325	4,54	0,041					19,70%
4417	0,36	0,009	2119.5	Quebrada La Palmara	16,98	0,452	2,06%
2511	0,98	0,026					5,64%
590	0,52	0,014	2119.4.1	Quebrada Batalla	21,87	0,635	2,25%
3210	0,43	0,013					2,04%
529	0,46	0,001					0,19%
423							
3076	0,52	0,014					2,25%
865	0,52	0,014					2,25%
2647	0,10	0,003					0,01%
2515	4,32	0,127	2119.2	Quebrada La Guaduala	20,57	0,510	24,96%
323							
338	17,01	0,312					61,23%
2176	17,01	0,439					86,18%
228	0,21	0,004	2119.1.19.3	Quebrada Las Mieles	6,02	0,138	3,16%
1906	2,05	0,050	2119.7		4,26	0,102	49,32%

4286	2,05	0,050		Quebrada Tinajas			49,32%
2468	181,07	4,353	2119	Rio Sumapaz	553,14	12,954	33,61%
2512	194,45	0,209					1,61%
1887	253,98	1,275					9,84%
2803	0,65	0,013	2119.1.19.6	Quebrada Arenosa	8,63	0,164	7,66%
3952	0,40	0,013	2119.4	Quebrada Agua Fría	15,63	0,448	2,81%
560	10,30	0,281					62,76%
4318	0,69	0,022					4,82%
603	2,21	0,056	2119.1.19.4	Quebrada Volcana	4,98	0,126	44,67%
Total		7,50			680,37		

Las áreas aferentes de los 32 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 7,50 l/s/Km^2, de la cual el municipio aporta el 67%, el restante es aportado por la subzona Hidrográfica del rio Sumapaz, de la cual se abastecen tres acueductos identificados con las llaves 2468 con un 33,61%, 2512 con el 1,61% y 1887 con el 9,84% de incidencia sobre la subzona.

Dentro del municipio de Melgar, se destaca la microcuenca de la Quebrada Batalla con un rendimiento hídrico del 0,635 l/s/Km^2, equivalente al 12,72% del rendimiento del municipio. Esta cuenta con siete puntos de captación determinados por las llaves 590 con un 2,38%, 3210 con el 1,94%, 529-423 con el 2,11%, 3076 con un 2,38%, 865 con el 2,38% y 2647 con un 0,47% de incidencia de las áreas aferentes dentro de la micro cuenca.

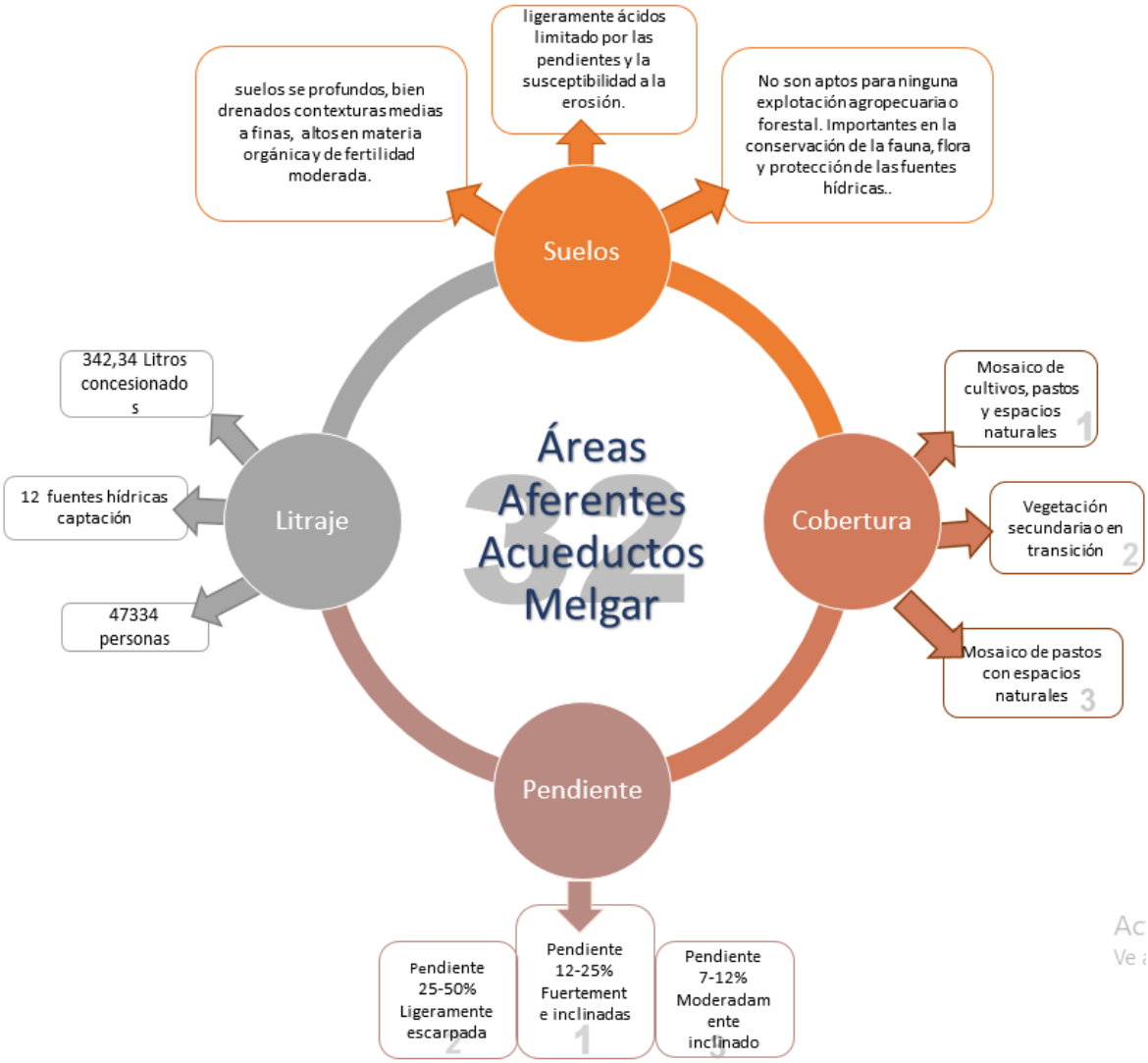
La microcuenca de la quebrada palmas aporta el 4,14% del rendimiento hídrico del municipio con 0,207 l/s/Km^2; los cuales abastecen seis acueductos, identificados bajo las llaves 2322-227 con un 10,06%, 2910 con el 20,61%, 704 con un 33,45%, 2167con el 0,68% y 4417 con un 54,03% de incidencia dentro de la microcuenca.

La microcuenca de la quebrada Guadualas cuenta con un rendimiento del 0,510 l/s/Km^2, con un 10,2% de incidencia sobre el rendimiento del municipio, dentro de esta se identifican cuatro puntos de captación dados por las llaves 2515-323 con un 24,96%, 338 con el 61,23% y 2176 con el 86,18% de incidencia sobre la microcuenca.

La microcuenca de la quebrada agua Fría representa el 9% del rendimiento hídrico del municipio con 0,448 l/s/Km^2, dentro de ella se identifican tres puntos de captación, identificados bajo las llaves 3952 con un 2,57%, 560 con el 65,91% y 4318 con un 44,37% de incidencia sobre el rendimiento de la microcuenca.

Los puntos de captación restantes se ubican sobre las microcuencas de las quebradas golondrina, la colorada, la palmara, las mieles, tinajas, arenosa y Volcana las cuales representan el 29,6% del rendimiento hídrico del municipio con 1,479 l/s/Km^2 y con una incidencia del 29,5% sobre el área total del municipio.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Melgar



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Administradora de Servicios Públicos, Rio Vallecitos -Murillo, Tolima

ANEXO 27 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE MURILLO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE MURILLO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **PH y Temperatura** 7
5. **Unidades de suelo** 8
6. **Capacidad de uso del suelo** 11
7. **Pendientes** 13
8. **Cobertura de la tierra** 15

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Murillo 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Murillo . 4
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Murillo 7
Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo. 7
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo 10
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Murillo 11
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo 14
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo. 16
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Murillo 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Murillo y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes 9
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Murillo y en sus áreas aferentes 14
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes 15
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Murillo y en las áreas aferentes de los acueductos 17

MUNICIPIO DE MURILLO

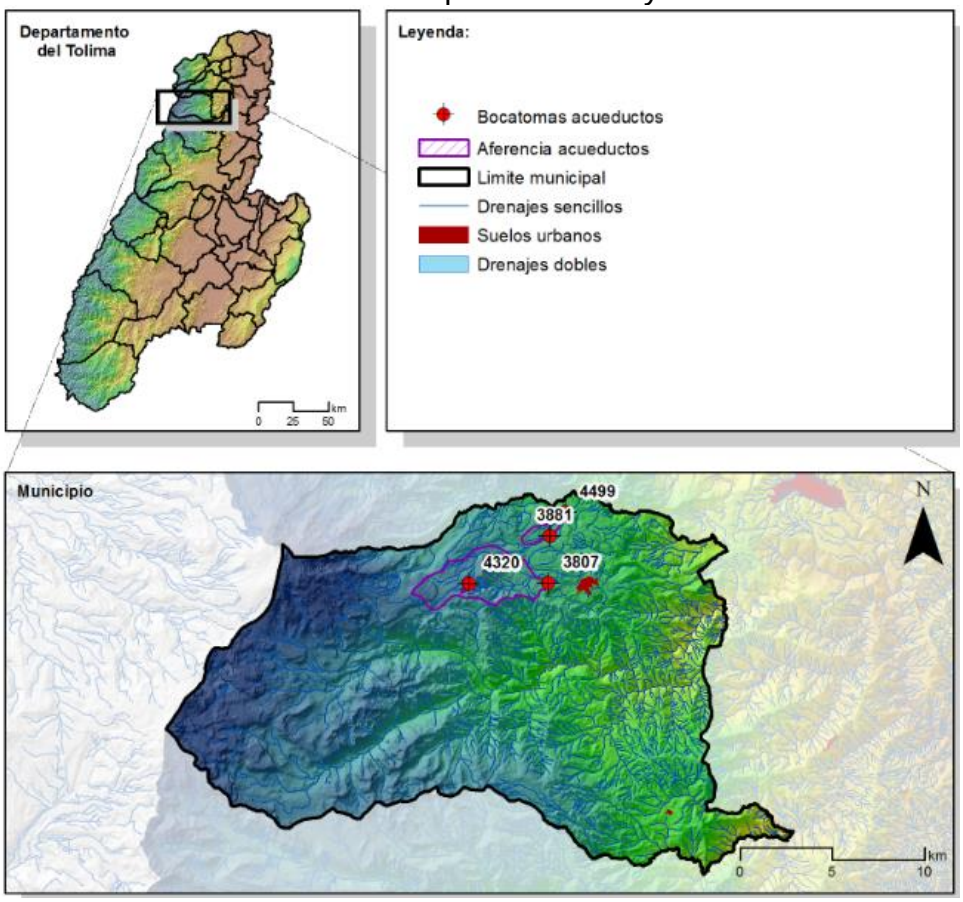
1. Localización

El municipio de Murillo se encuentra ubicado en el norte del departamento del Tolima, su cabecera municipal está localizada sobre los 4°52´25” de latitud norte y 75°10´14” de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a 144 kilómetros de Ibagué. El área urbana se encuentra en una meseta en las estribaciones del nevado del Ruiz. El área rural está conformada por un piedemonte con un promedio de altura de 2500 metros sobre el nivel del mar. Sus principales accidentes topográficos, son los nevados del Ruiz, Santa Isabel y Cisne.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Murillo se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 71% de población ubicada en la zona rural y el restante 29% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con un acueducto veredal y 3 acueductos municipales, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Murillo se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Murillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Murillo

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Latitud	Longitud		
3807	JAC. ADMINISTRADORA DE SERVICIOS PUBLICOS/MURILLO.	Bueno	4,87446	-75,1889	3101	1419,818
4320	MUNICIPIO MURILLO.	Bueno	4,89748	-75,18801	3022	7,874
4499	MUNICIPIO MURILLO.	Bueno	4,87424	-75,22753	3616	172,120
3881	ASOC. DE USUAR SERV. AGUA POTABLE VDA LA GLORIA.	Regular	4,90922	-75,18077	2929	6,433

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Murillo cuenta con 4 concesiones de agua que corresponden a 20,72 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredal y municipales como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	3	16,12
VEREDAL	1	4,60
TOTAL	**4**	**20,72**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Vallecitos la que cuenta con la mayor carga de caudal concesionado para un total de 15,74 Lts.seg, a continuación, se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Murillo

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Sabanalarga	2125-02.2.12	2	4,97
Rio Vallecitos	2125-02.2.14	2	15,74
TOTAL		**4**	**20,72**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Murillo:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	3
Toma sumergida	1
TOTAL	**4**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las visitas realizadas permiten verificar que el 25,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

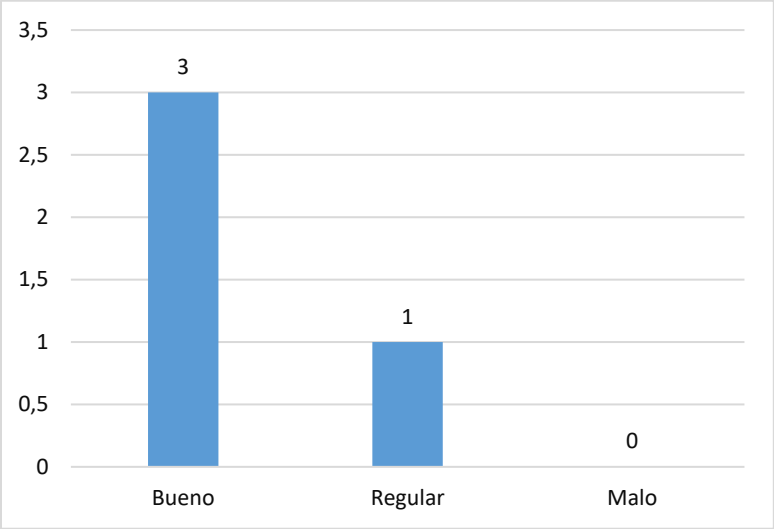
Las visitas realizadas permiten verificar que el 25,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	75,00
Regular	1	25,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Murillo, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	2.920
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Depósitos volcánicos (NgQp): Se agrupan bajo esta denominación depósitos provenientes de la actividad de los volcanes del Complejo o Macizo Ruiz – Tolima.

Expuestos sobre la cordillera Central, entre el río Bermellón - Coello, al sur, y el límite con el departamento de Caldas, al norte. Este vulcanismo, en concepto de numerosos investigadores es calco-alcalino, de composición andesítica, asociado a un margen continental activo.

De acuerdo con Thouret (1989) casi todos los volcanes del complejo son estrato-volcanes compuestos, es decir, encajonados dentro de calderas antiguas, con

domos y domos coladas, a la vez efusivos y explosivos. Thouret (op. cit.), indica que en la zona se han reconocido cinco etapas principales de morfogénesis volcánica, que han edificado y destruido tres cadenas volcánicas sucesivas desde el Plioceno. El vulcanismo debió haberse iniciado a finales del Mioceno, ya que en la parte superior del Grupo Honda se encuentra aporte volcánico que se va intensificando en las formaciones Mesa y Casabianca. Estas edades están soportadas con datos geocronológicos.

4. PH y Temperatura

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Murillo, se determinaron valores de Ph promedio de 7 lo que indica neutralidad (situación ideal) y una temperatura del agua en promedio de 12°C (baja), lo que infiere una alta concentración de oxígeno, indicando con esto que los afluentes de las áreas aferentes de los acueductos, presentan buena conservación y calidad de sus aguas. Ver anexos con mapas de Ph Y temperatura.

Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Murillo

MURILLO			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	X
Neutro = 7	X	Media 14 - 21	
Básico > 7		Alta 21 - 34	

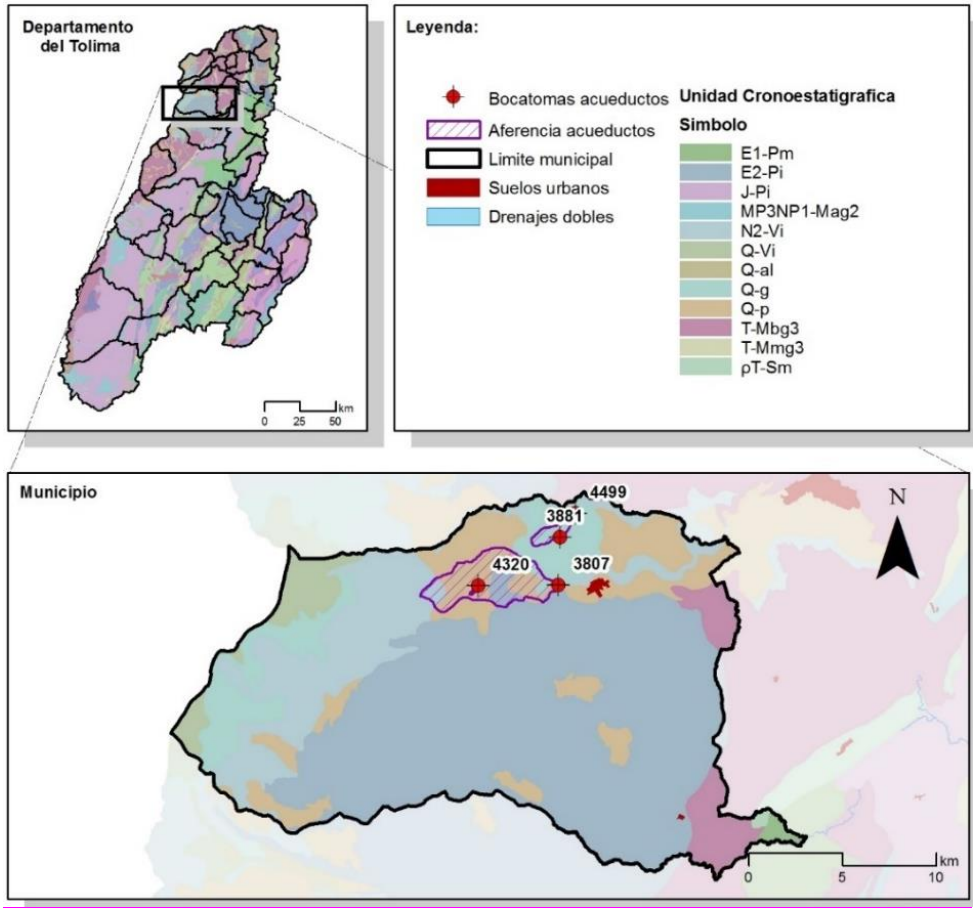
Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q-p	Depósitos de ceniza y lapilli de composición andesítica	Cuaternario		939,170	59,00%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		279,289	17,54%
E2-Pi	Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas	Eoceno	Batolito El Bosque	253,671	15,93%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		119,807	7,53%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

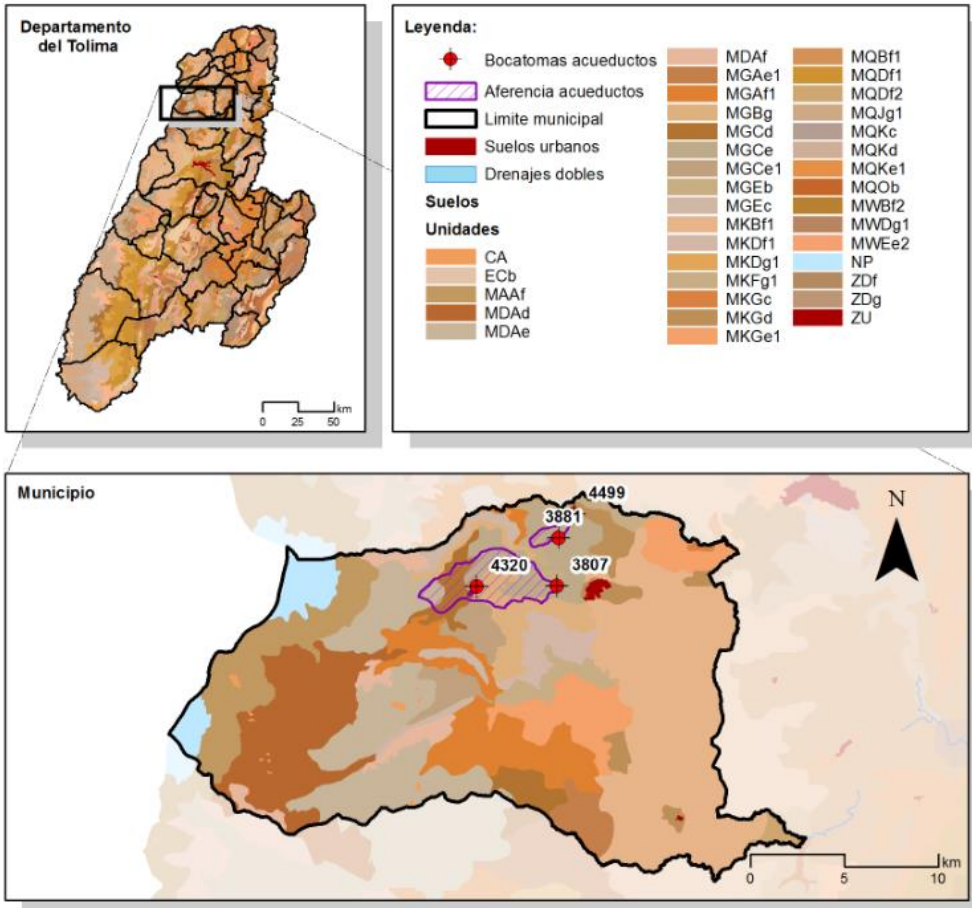
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden,

suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Murillo se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Murillo se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MGCe con el 33,07% del área total, estos son suelos de lomas, caracterizado por domos redondeados y alargados, constituidos por cenizas volcánicas depositados sobre andesitas, profundos , bien drenados, de texturas

medianas, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, estos suelos presentan pendientes cortas de 25 – 50, además la vegetación natural ha sido destruida remplazadas inicialmente por cultivos de papa y luego por potreros para explotación Ganadera Extensiva.

El 24,41% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGBg, muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja, de texturas medias a gruesas, estos suelos presentan erosión hídrica ligera, los materiales geológicos dominantes son tonalitas y andesitas con recubrimiento de cenizas volcánicas, la vegetación natural es arbórea intervenida y herbácea en algunos sectores. Estos suelos presentan pen dientes mayores al 75.

El 21,30% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MDAg son suelos superficiales a moderadamente profundos, pobremente drenados, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad baja, de texturas medias a gruesas, con frecuentes depresiones de origen glaciar, con acumulaciones de material orgánico sin descomponer y otras con acumulaciones de agua formando serie de lagunas, los materiales geológicos dominantes son cenizas volcánicas sobre andesitas; la vegetación natural constituida por frailejones gramíneas, musgos, líquenes y arbustos, la cual tiene la propiedad de comportarse como una enorme esponja, capaz de retener grandes volúmenes de agua lluvia y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas. Estos suelos presentan pendientes mayores al 75.

Los suelos restantes pertenecen a las unidades MDAg (21,30%), MGCd (9,52%), MGC1(8.92%) y MGEb (2,88%).

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MGCe	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	2212,546	33,07%
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	ENTISOLES	1633,415	24,41%

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MDAe	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Campos de lava	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Gruesa y media	ANDISOLES	1425,507	21,30%
MGCd	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	636,764	9,52%
MGCe1	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	590,316	8,82%
MGEb	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	192,912	2,88%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

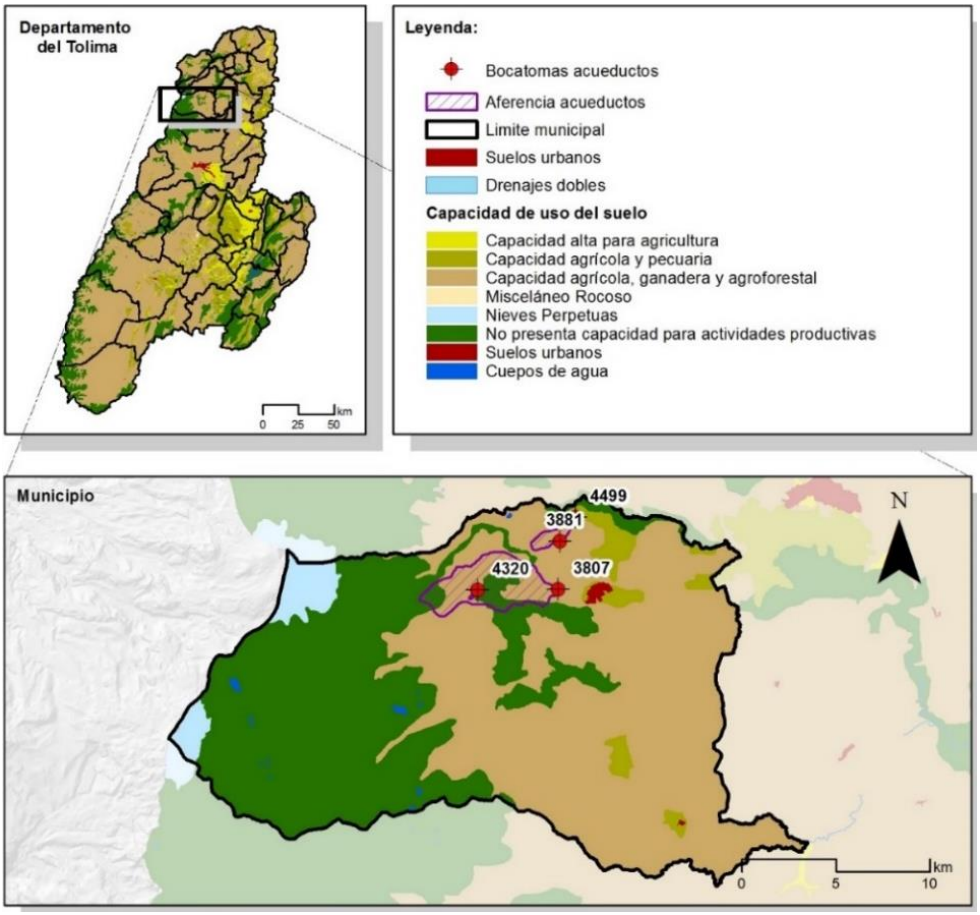
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Murillo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	790,842	**50%**
8	No presenta capacidad para actividades productivas	475,072	**30%**
6c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	326,024	**20%**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 50 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo se encuentra en la clase agroecológica 7c, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos, tienen aptitud forestal, el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas, se puede hacer uso sostenible del recurso forestal de tipo productor.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7c, son suelos con limitación de clima (c).

El 30% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 8, Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su

recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas. Los páramos, humedales y algunas áreas muy escarpadas, son lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica, recreacionales y de turismo ecológico. Debe darse un manejo orientado a la conservación del medio ambiente.

El 20% restante de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 6, que son tierras que presentan limitaciones muy severas que, en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros. La agricultura debe desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos.

7. Pendientes

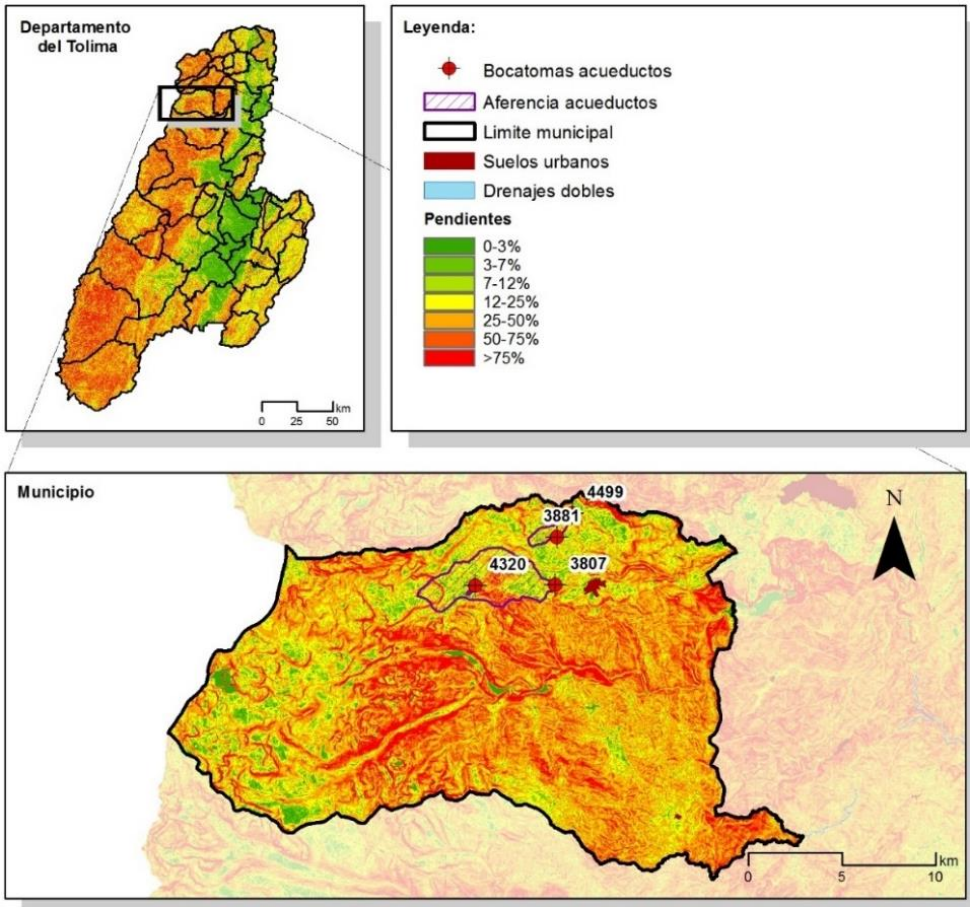
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Murillo y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	49,43	3,10%
3-7%	Ligeramente inclinado	151,50	9,51%
7-12%	Moderadamente inclinado	259,05	16,26%
12-25%	Fuertemente inclinado	562,24	35,30%
25-50%	Ligeramente escarpado	384,37	24,13%
50-75%	Moderadamente escarpado	134,77	8,46%
>75%	Fuertemente escarpado	51,60	3,24%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

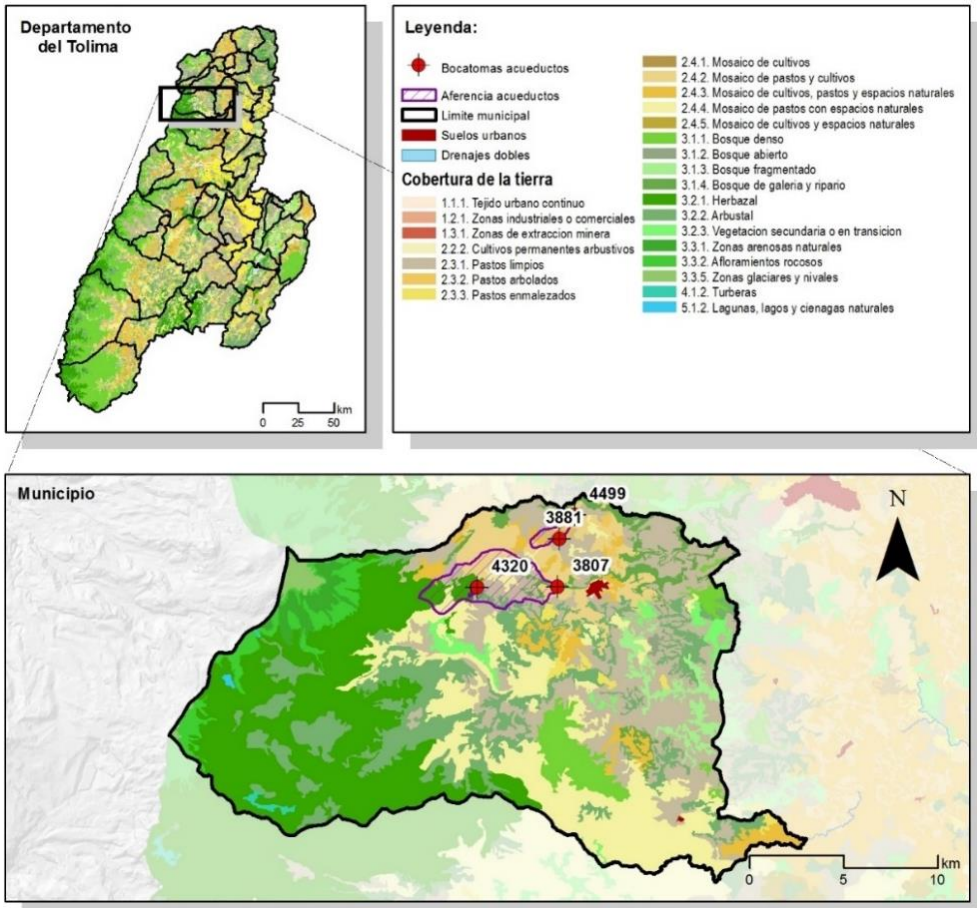
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Murillo se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas

aferentes de los acueductos del municipio de Murillo es de 12-25% conformando una topografía fuertemente inclinada y abarcando un total de 35,30% del área global de las áreas aferentes, seguido de zonas ligeramente escarpadas y moderadamente inclinadas, abarcando un área de 24,13% y 16,26% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Murillo se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Murillo y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	CUBRIMIENTO %
2.3.1.	Pastos limpios	512,222	32,18%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	366,421	23,02%
3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	282,943	17,77%
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	192,704	12,10%
3.2.2.1.	Arbustal denso	81,751	5,14%
3.1.4.	Bosque de galería y ripario	80,751	5,07%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	75,146	4,72%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 32,18% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo presentan cobertura de pastos limpios, está cobertura comprende las tierras con pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, la realización de prácticas de manejo y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

En Colombia se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y cimas con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponibles o las costumbres de cada región.

El 23.,02% de la cobertura presenta mosaico de pastos y cultivos, que comprende tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

El 17,77% de la cobertura presenta Herbazal denso de tierra firme con arbustos, que están constituidos por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, los cuales se localizan principalmente en áreas con limitantes edáficas y climáticas, generalmente en alturas entre 300 a 800 msnm, así como en las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña.

Las áreas restantes las conforman mosaico de pastos con espacios naturales, arbustal denso, bosque de galería y ripario y solamente el 4,72% del área en mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.

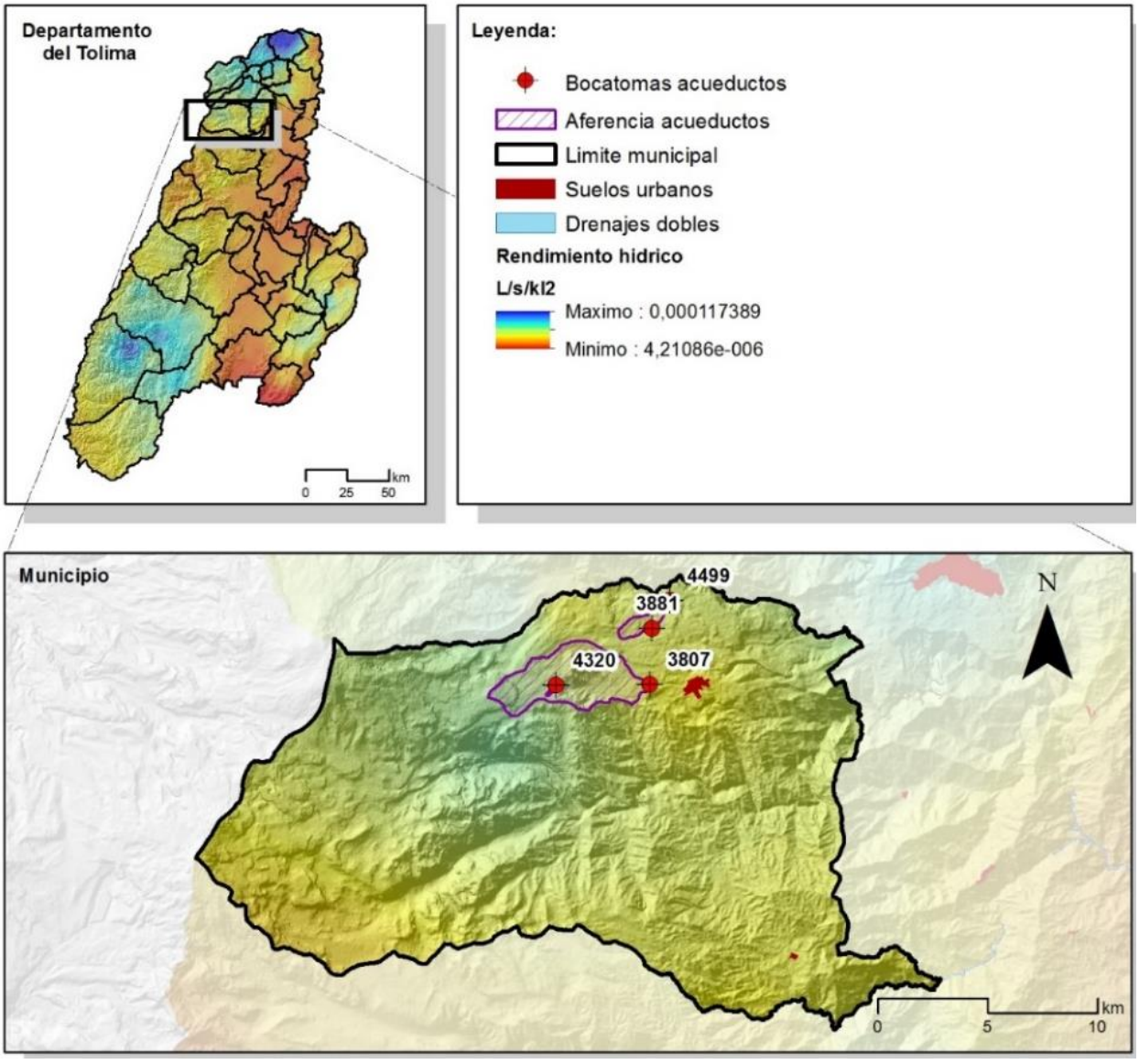
9. Rendimiento Hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Murillo y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

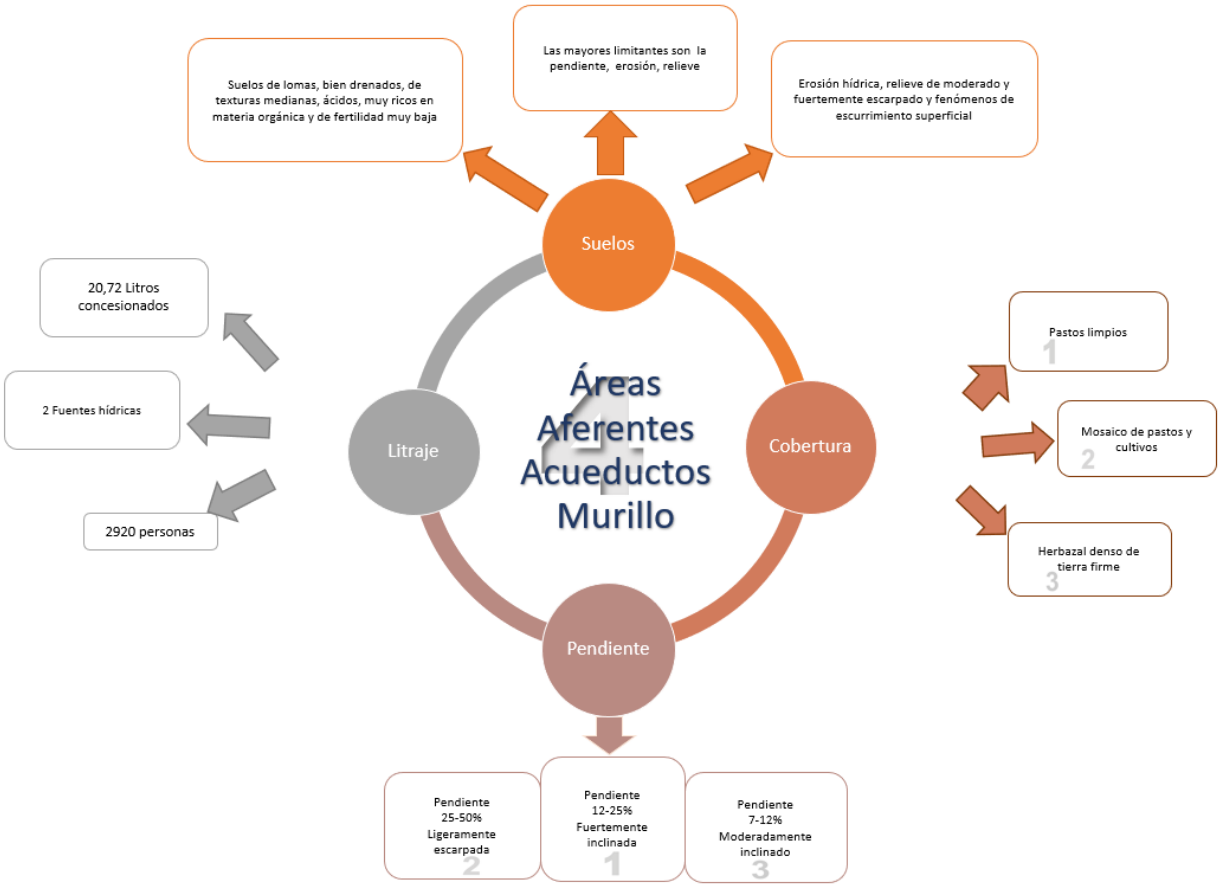
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Murillo

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE REPECTO RH MICRO	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO
3807	14,198	0,556	2125-02.2.14	Rio Vallecitos	26,315	0,986	56%	53,96%
4320	0,079	0,003					0,33%	0,30%
4499	1,721	0,062	2125-02.2.12	Quebrada Sabanalarga	6,361	0,231	26,99%	27,06%
3881	0,064	0,002					1,01%	1,01%
TOTAL	16,062	0,624			32,676	1,217	0,847	0,823

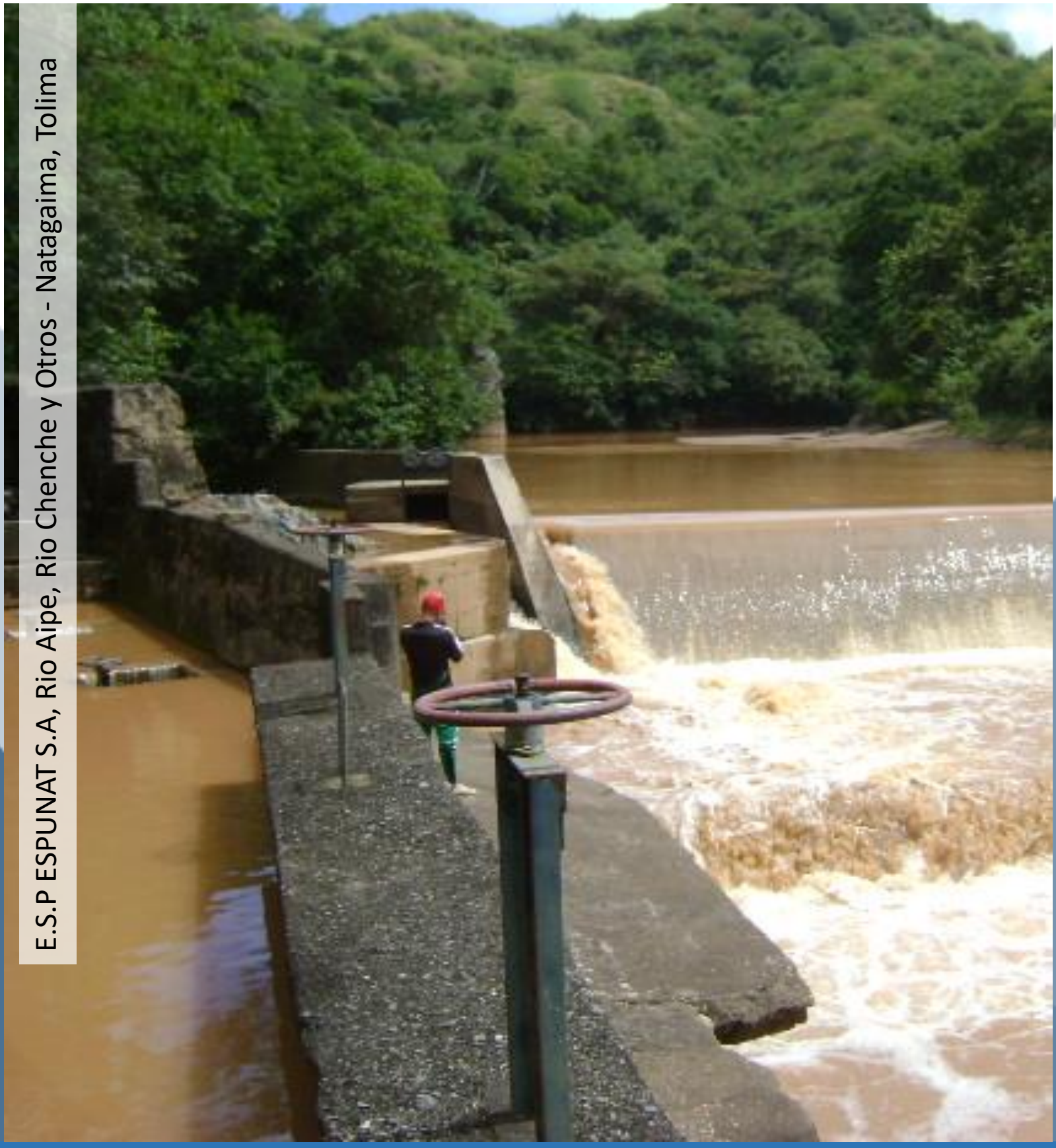
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las áreas aferentes de los 4 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,624 L/s/Km^2 que corresponden al 4,03% del rendimiento hídrico total del municipio de Murillo. El municipio de Murillo figura como responsable de tres concesiones (llaves 3807, 4320 y 4499) y solo una beneficia la cabecera municipal la cual corresponde a la llave 3807, que presenta un rendimiento hídrico de 0.556 L/s/Km^2 que corresponde al 53.96 % del rendimiento hídrico total de la microcuenca Rio Vallecitos. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es el acueducto que beneficia la vereda Requintadero y que figura a nombre del municipio de Murillo, con 0.003 L/s/km^2 el cual corresponde al 0.30% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Rio Vallecitos.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Murillo



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



ANEXO 28 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE NATAGAIMA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE NATAGAIMA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 8
5. **Unidades de suelo** 9
6. **Capacidad de uso del suelo** 12
7. **Pendientes** 14
8. **Cobertura de la tierra** 16
9. **Rendimiento hídrico** 18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Natagaima 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Natagaima. **4**
Tabla 4. Tipo de obras de captación **5**
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación **5**
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios **6**
Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima. 9
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima 11
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Natagaima 12
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima. 14
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima. 17
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Natagaima 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación acueductos municipio de Natagaima y sus áreas aferentes 3
Figura 2 Estado de las obras de captación **5**
Figura 3 Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes **8**
Figura 4 Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes **10**
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes **13**
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Natagaima y en sus áreas aferentes **15**
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio Natagaima áreas aferentes **16**
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Natagaima y en las áreas aferentes de los acueductos **19**
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima 20

MUNICIPIO DE NATAGAIMA

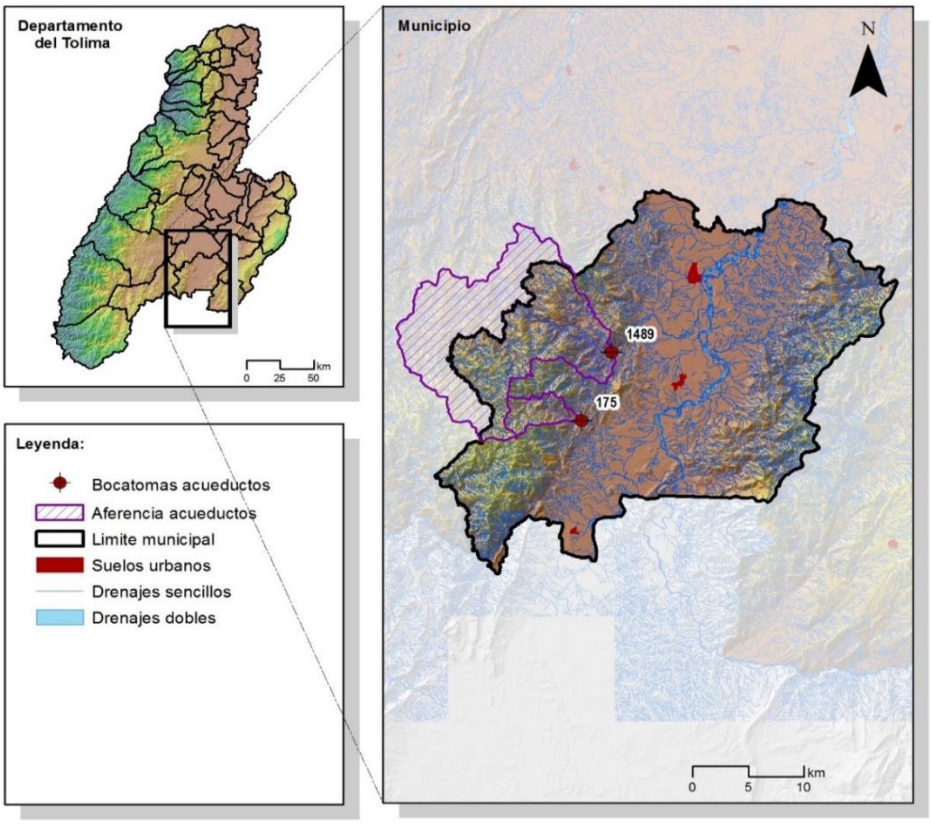
1. Localización

El Municipio de Natagaima, se encuentra situado en el Centro del Departamento del Tolima; con su cabecera municipal bajo las coordenadas de latitud 04°14’34’’ Norte y longitud 75°14’35’’ Oeste del meridiano de Greenwich, con una altura de 900 m.s.n.m. Al norte limita con los municipios de Ibagué y Cajamarca, al occidente con el municipio de Roncesvalles, al oriente con los municipios de San Juan y Valle de San Juan, y al sur con los municipios San Antonio y Ortega.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Natagaima cuenta con 2 acueductos entre veredales y municipales. Los cuales presentan un área aferente de 22575,245 ha que corresponden al 18,54% del área total de la Subzona Hidrográfica. En la tabla 1 se presentan los 2 acueductos del municipio de Natagaima, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1 Ubicación acueductos municipio de Natagaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Natagaima

LLAVE	NOMBRE	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREA AFERENTE
			LONGITUD	LATITUD			
1489	E.S.P DE NATAGAIMA ESPUNAT S.A.	ACTIVOS	-75,159689	3,556259	370	60	20955,19
175	ASOC. DE USUAR ACUED REGIONAL VELU.	ACTIVOS	-75,183956	3,497708	467	21	1620,054

Fuente: Grupo Gestión integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El municipio de Natagaima cuenta con 2 concesiones de agua que corresponden a 81,0 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Corregimiento	1	21,0
Municipal	1	60,0
TOTAL	**2**	**81,0**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de los cuales el río Anchique cuenta con el mayor caudal concesionado de 60,0 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Natagaima.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Anchique	2113-03.11	1	21,00
Quebrada Yaco	2113-03.13	1	60,00
TOTAL		**2**	**81,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Natagaima:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	2
TOTAL	**2**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

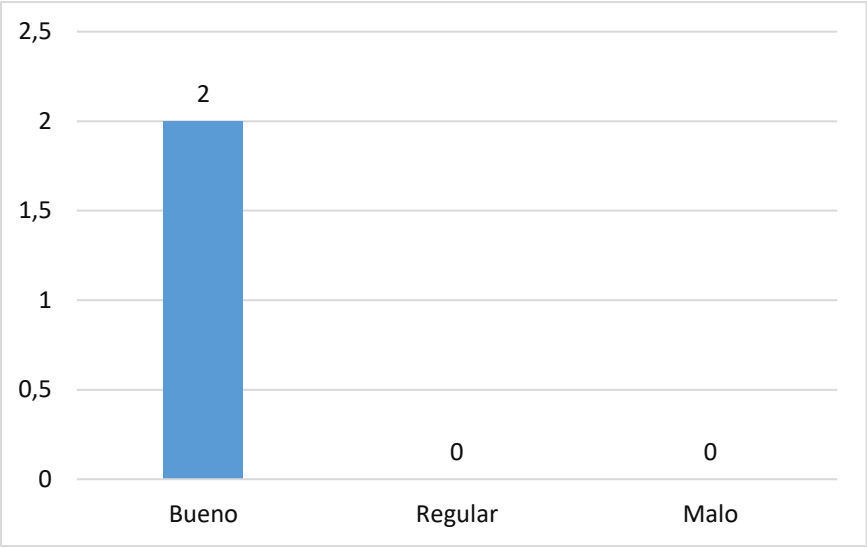
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100% de las concesiones presentan estado “Bueno” en sus obras los que implica que se garantiza la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	2	100,00
Regular	0	0,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2 Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las 2 concesiones cuentan con continuidad del servicio, para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Natagaima, ninguna fue reportada con personal fijo en el área de captación

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos veredales, se clasificaron en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estos acueductos, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	23.555
Personas Transitorias	No definido

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA.

3. Litogeoquímica

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO2, y 0,8% - 6,2% de K2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO2 y se encuentran más enriquecidas en K2O (4% y 6,4%). Así mismo, las tobas muestran mayores valores en K2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K, mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

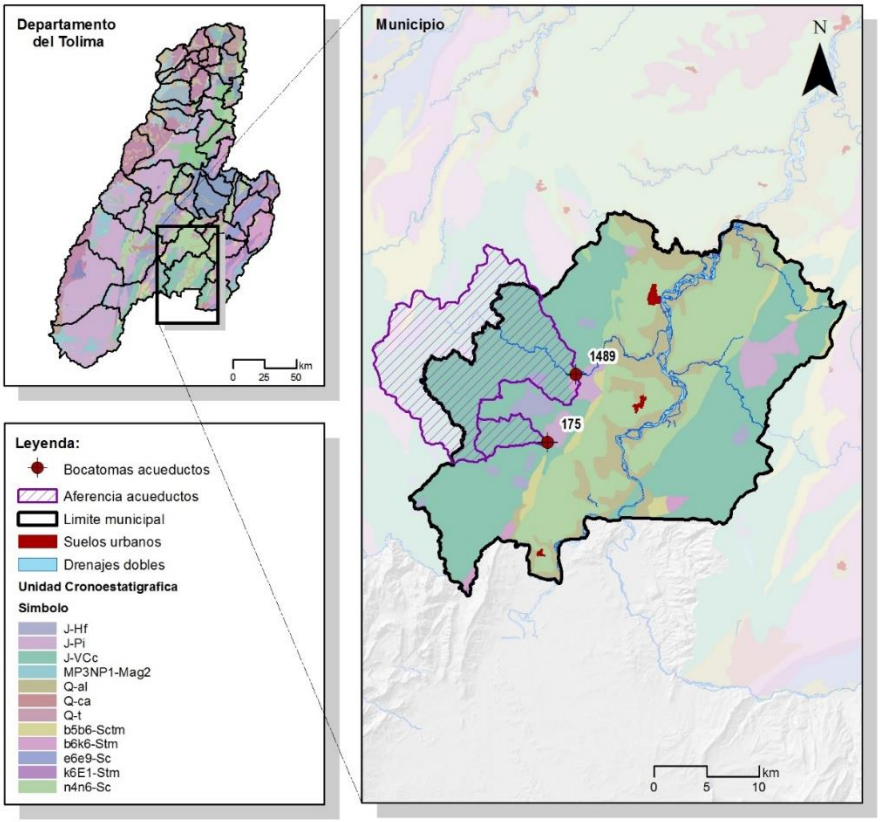
Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO_2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K_2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K_2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan valores de $K_2O<4\%$; los contenidos de Al_2O_3 para valores de SiO_2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe_2O_3, CaO, Na_2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO_2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016).

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente esta unidad es clasificada como un acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3 Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	20650,68	91,475%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña	177,45	4,421%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Stock de San Cayetano	397,63	2,898%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano		272,09	1,205%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

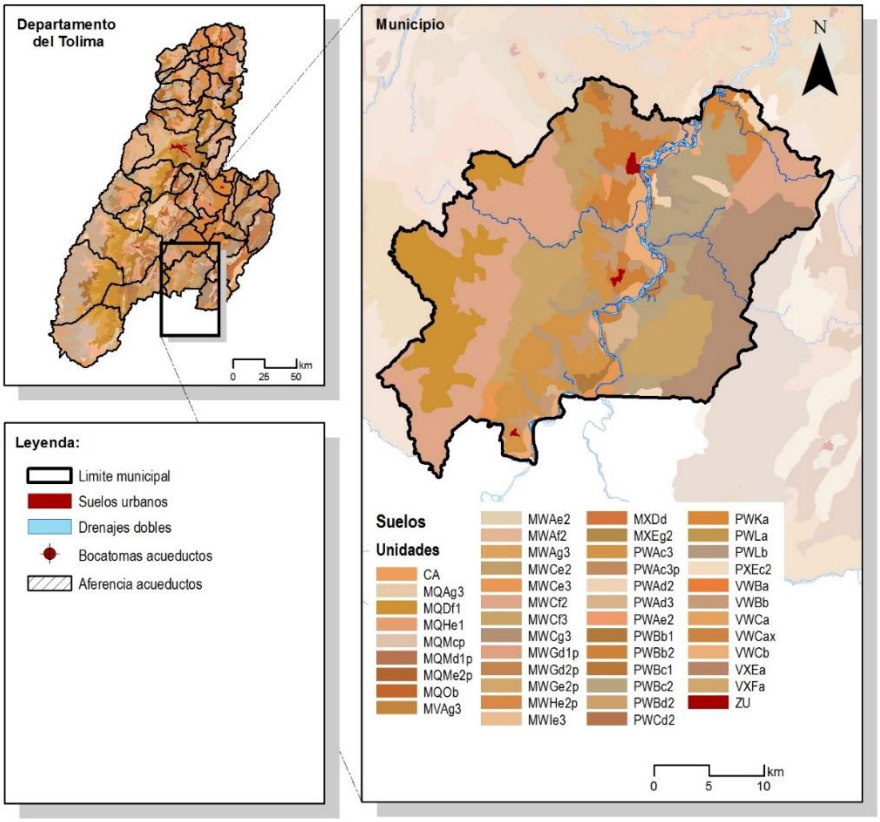
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el

contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Natagaima se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4 Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima se encuentran principalmente en suelos MQDf1, los cuales se encuentran en un 50,434% del total de las áreas, en suelos MWCf2 en el 31,602%, en orden de importancia, seguidos de los suelos MQHe1 en un 12,733%; y en menor área CA en el 0,393%. La unidad MQD es la unidad más extensa dentro del clima templado húmedo. Esta unidad es de relieve quebrado a escarpado con pendientes 25-50-75% y mayores, presenta erosión hídrica ligera con frecuentes deslizamientos.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima

UC Suelo	PAISAJE	TIPO_RELIE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	ARAE HA	%
MQDf1	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y gruesa	INCEPTISOLES	10252,131	11385,695	50,434
MQDf1	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y gruesa	INCEPTISOLES	1133,564		
MQHe1	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	2874,591	2874,591	12,733
MQOb	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media	ENTISOLES	117,377	117,377	0,519
MWCf2	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	7134,251	7134,251	31,602
MWCf3	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	23,007	974,435	4,316
MWCf3	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	1,552		
MWCf3	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	949,875		
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Media	Cuerpos de agua	88,886	88,886	0,393
						22575,2365	**22575,2365**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Los suelos presentados en el municipio de Natagaima, presentan las siguientes características: los suelos MQDf1 son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50-75%, erosión hídrica ligera con frecuentes deslizamientos. El material parental está constituido por tonalitas y granodioritas (Batolito de Ibagué). La vegetación natural ha sido destruida casi totalmente para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva.

Los suelos MWCf2, son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja; fase de

pendiente 50-75%, erosión moderada, relieve fuertemente quebrado a escarpado, erosión moderada a ligera causada por escurrimiento difuso. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.

Finalmente los suelos MQHe1, son suelos moderadamente profundos y superficiales, de texturas medianas y finas, ácidos, de contenidos en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50%, relieve fuertemente ondulado, ligera a moderadamente escarpado, de pendientes cortas y erosión ligera a moderada. La vegetación natural ha sido destruida casi en toda su extensión, pero hay vestigios de balso, palmiche, guamo y helechos.

6. Capacidad de uso del suelo

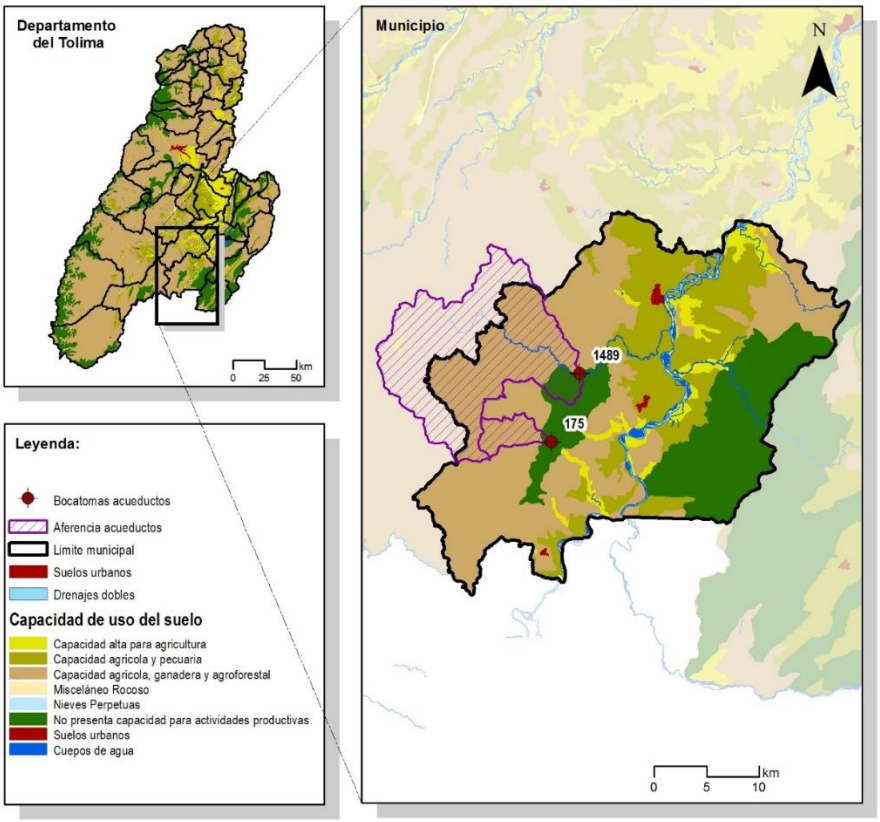
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Natagaima

UC CAPACIDAD	ÁREA (HA)	AREA	%
3s	117,38	117,38	0,52
6ps	64,01	2874,59	12,78
6ps	2806,41		
6ps	4,17		
7p	5621,86	18519,95	82,36
7p	1743,31		
7p	11154,78		
8	23,01	974,44	4,33
8	1,55		
8	949,88		
CA	6,04	88,89	0,40
CA	82,85		
TOTAL	**22486,35**	**22486,35**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Natagaima y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 82,36% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p).

El 12,78% restante de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, las cuales son tierras que presentan limitaciones muy severas que en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes, semi densos y densos, también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.

La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyen prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptadas a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y d sombrío, como caña de azúcar, café, caco, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá. Los suelos presentes en la categoría 6p, son suelos con limitación de pendiente (p).

El restante del área se encuentra en menores proporciones las clases agroecológicos 3s, 8 y CA; 0,52%, 4,33 y 0,39 respectivamente.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

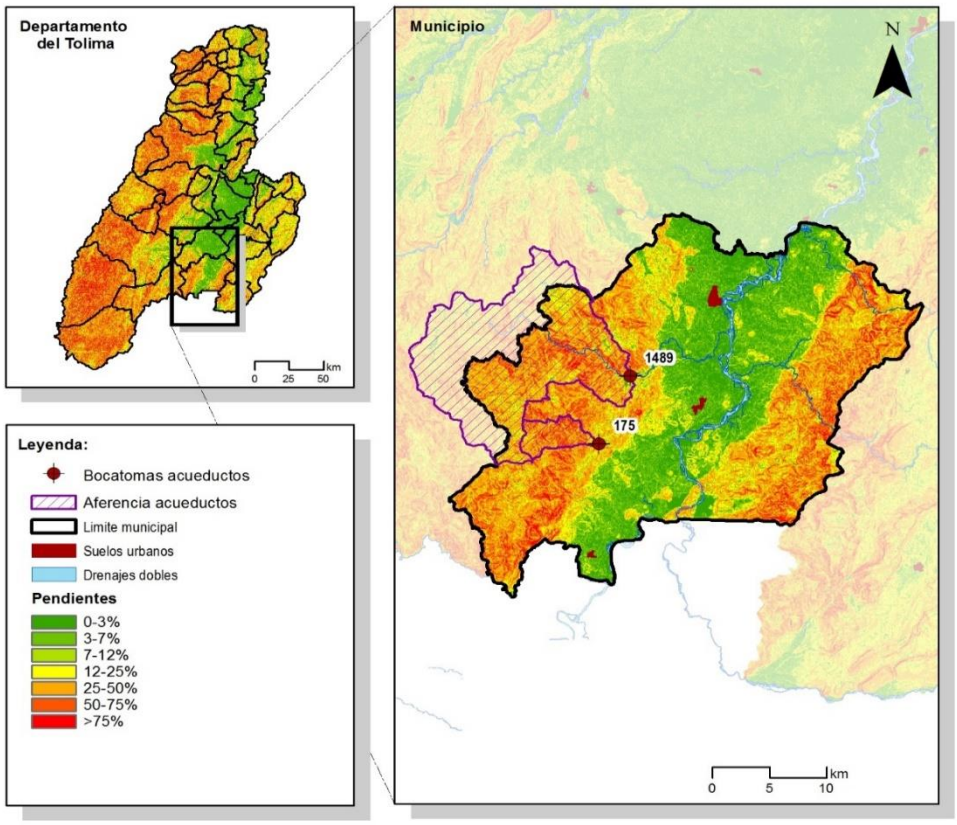
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima.

Rangos	Descripción	Área (Ha)	Porcentaje de cubrimiento
0 - 3	Plano	278,708	1,235
3-7	Ligeramente inclinado	522,920	2,316

Rangos	Descripción	Área (Ha)	Porcentaje de cubrimiento
7-12	Moderadamente inclinado	1052,739	4,663
12-25	Fuertemente inclinado	5053,602	22,386
25 - 50	Ligeramente escarpado	11297,737	50,045
50 - 75	Moderadamente escarpado	3876,772	17,173
>75	Fuertemente escarpado	492,583	2,182
TOTAL	**0**	**22575,06**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Natagaima y en sus áreas aferentes



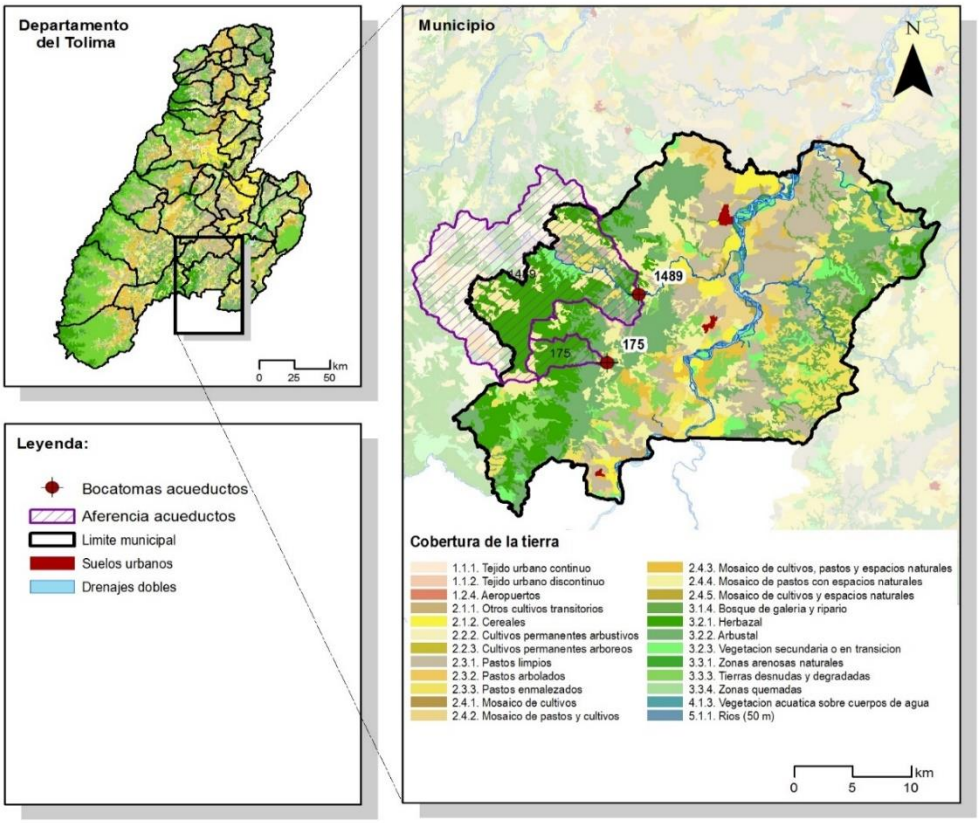
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Natagaima se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 50,045% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, abarcando un área de 22,38% y 17,17% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ataco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio Natagaima áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima.

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	AREA (Ha)	% COBERTURA
2.2.2.2	Cafe	172,43	0,76
2.3.1	Pastos limpios	1306,92	5,75
2.3.3	Pastos enmalezados	1021,52	4,49
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	624,23	2,74
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	7084,67	31,16
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	4336,71	19,07
3.2.1.2.1	Herbazal abierto arenoso	86,78	0,38
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	4589,59	20,19
3.2.2.1	Arbustal denso	2285,24	10,05
3.2.2.2	Arbustal abierto	161,25	0,71
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	823,12	3,62
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	176,22	0,78
5.1.1	Rios (50 m)	67,81	0,30
		22736,48	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 44,90%, corresponde a la cobertura de suelo 2, que comprende Territorios Agrícolas; y son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.

En este 44,90%, se encuentra en mayor proporción la cobertura de suelo, Mosaico de pastos con espacios naturales, con un 31,15% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima, Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado
individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Por otro lado el 54,79%, corresponde a la cobertura de Bosques y áreas seminaturales, comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes

de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. De este grupo de cobertura predomina Herbazal abierto rocoso con un 20,18%, que corresponde a las áreas dominadas por vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura entre 30% y 70%. En ningún caso se pueden presentar elementos arbóreos. Se desarrollan sobre áreas de sustratos predominantemente rocosos y pedregosos que no retienen humedad.

Finalmente con un el 0,29%, Comprende un grupo de coberturas de superficies de agua, donde un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.
Se considera como unidad mínima cartografiable aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

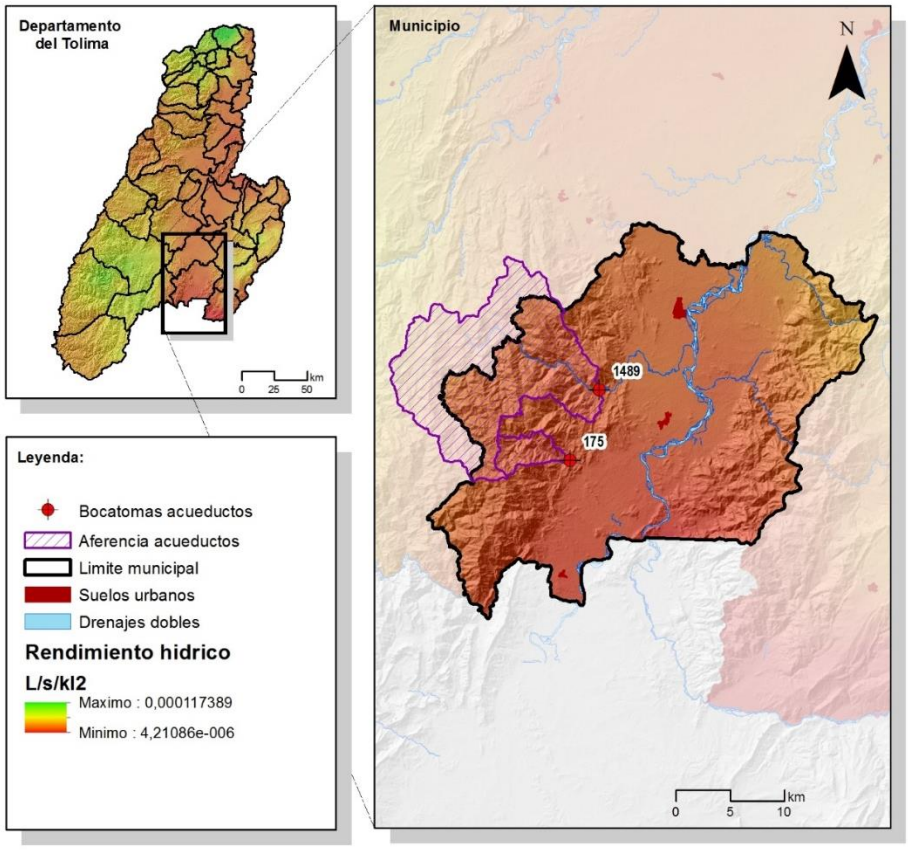
El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Natagaima

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	SUBZONA_HI	AREA SUBZONA_HI	RENDIMIENTO HÍDRICO SUBZONA ZH (l/s)	RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA SUBZONA Hidrográfica
1489	20955,19	0,24	2113	Rio Aipe, Rio Chenche Y Otros Directos Al Magdalena	121700,93	24,00	1,03%
175	1620,05	4,48	2113				18,67%

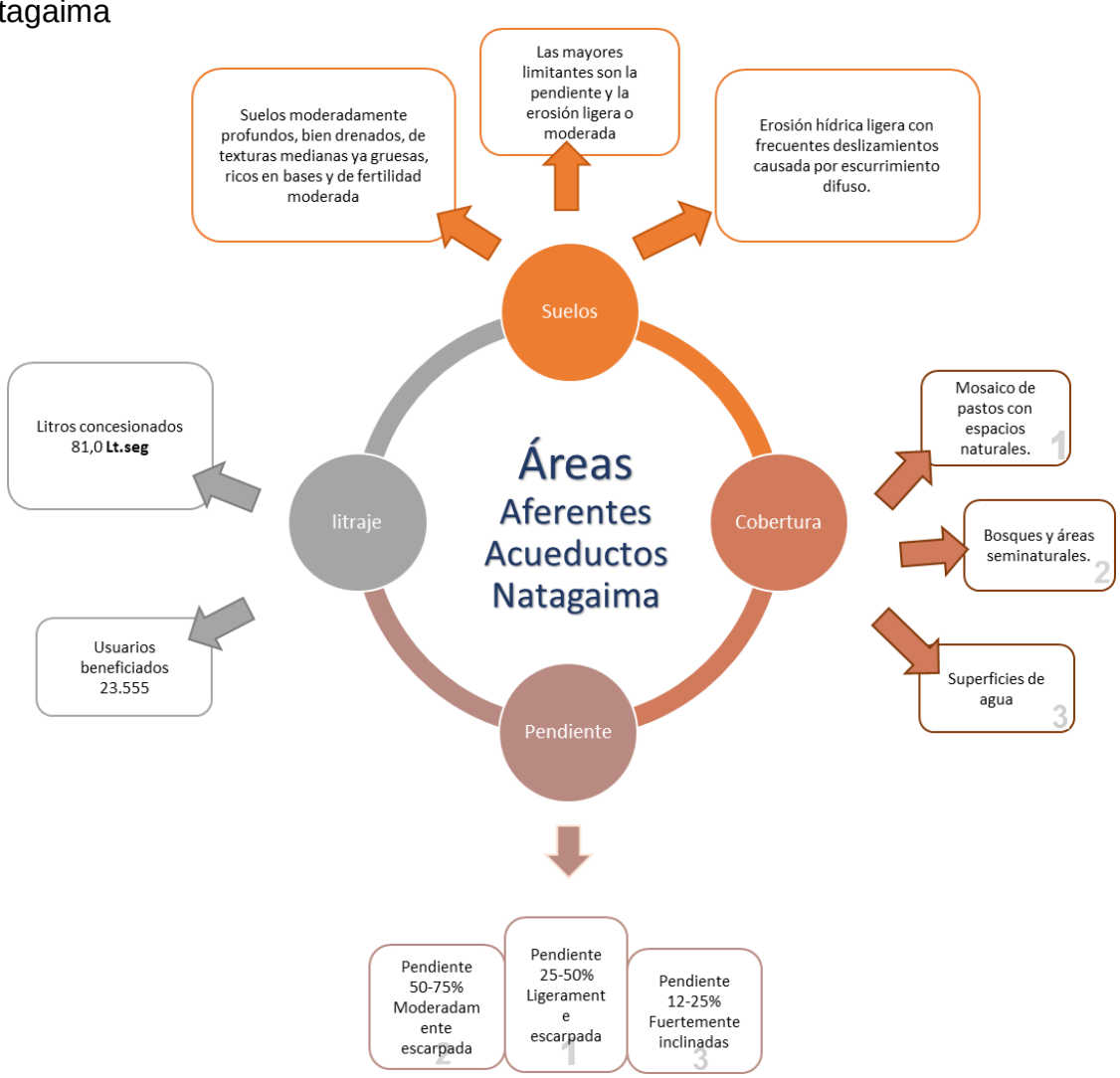
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Natagaima y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 2 acueductos del municipio de Natagaima presentan un rendimiento hídrico de 4,73 l/s/Km^2 que corresponden al 32,61% del rendimiento hídrico total del municipio de Natagaima. El área aferente del acueducto municipal de Natagaima, presenta un rendimiento hídrico de 0,248 l/s/Km^2 que corresponde al 1,03% del rendimiento hídrico total de la Subzona Hidrográfica. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de municipal E.S.P de Natagaima ESPUNAT S.A, el cual corresponde a la subzona hidrográfica del río Aipe, río chinche y otros directos al Magdalena.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Natagaima



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



E.S.P Domiciliarios EMPORTEGA, Qda. Macule-Ortega, Tolima

ANEXO 29 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ORTEGA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ortega 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ortega. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega 11
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega 14
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ortega 15
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega 18
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega. 19
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ortega 23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ortega y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes 12
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ortega y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes 20
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ortega y en las áreas aferentes de los acueductos 23
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega**.** 24

MUNICIPIO DE ORTEGA

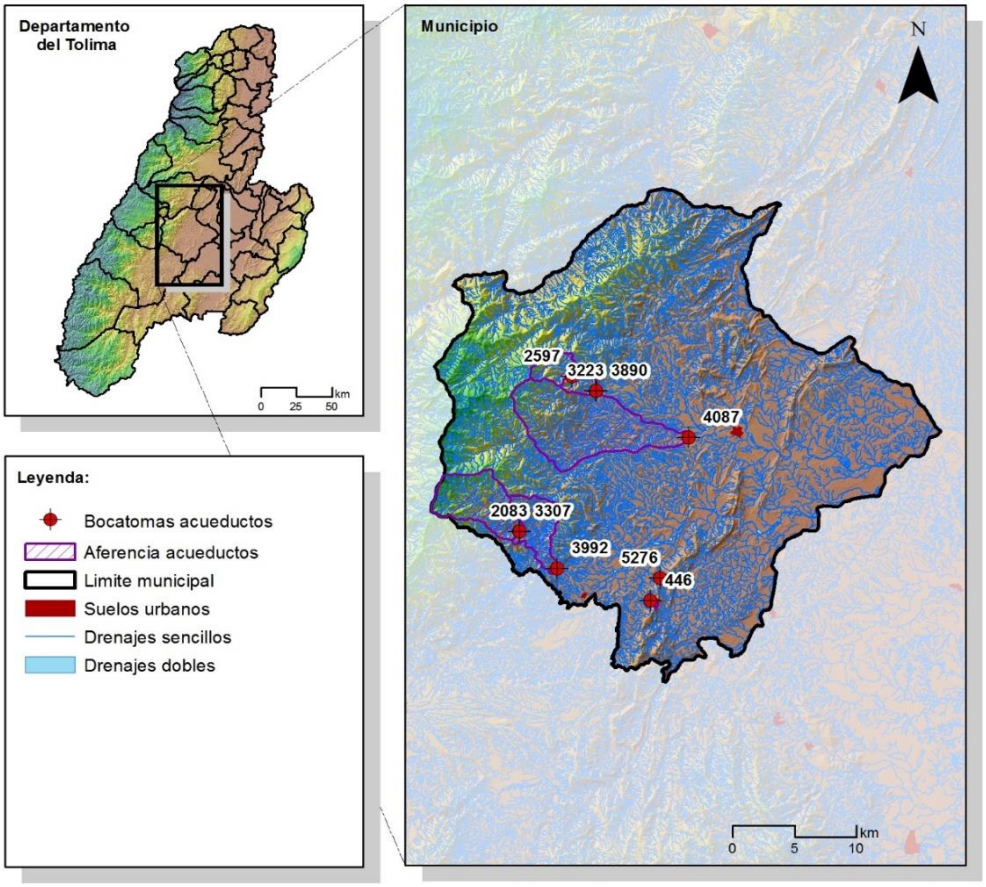
1. Localización

El municipio de Ortega, se encuentra situado en el Centro del departamento del Tolima, su cabecera está a 103 kilómetros de Ibagué; sus coordenadas 4°07´ de latitud Norte y 75°26´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con los municipios de San Luis, Valle de San Juan y Rovira, al oriente con los municipios de Coyaima y Saldaña, al occidente con el municipio de San Antonio y al sur con el municipio de Chaparral y se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 402 m.s.n.m.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El Municipio de Ortega cuenta con un área total de 945,93 km², de los cuales el 0,51%, pertenece al área urbana y 99,49% al área rural. El área urbana del municipio de Ortega está conformada por 15 barrios y el área rural por 123 veredas, 1 centro poblado y 31 caseríos. Debido a esto el municipio cuenta con 9 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Ataco se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Ortega y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Ortega

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
446	ASOC. del Acueducto rural Azufral.	Bueno	3.8078	-75.2837	489	1.00	24.78
5276	ASOC de Usuarios del Acueducto comunitario VDA Chicalá Canalí.	Regular	3.8247	-75.2768	495	0.84	23.16
3992	ASOC. Común Usuar Acued. Rural Olaya Herrera-B/Llan.	Bueno	3.8319	-75.3515	551	9.64	4097.96
2083	JAC. VDA. Balsillas/Ortega.	Bueno	3.8600	-75.3787	785	1.00	2555.48
3307	Municipio de Ortega.	Bueno	3.8600	-75.3787	794	45.41	2555.48
4087	ASOC. de Usuar Acued Regional Playa Verde la Sortu.	Bueno	3.9314	-75.2561	425	21.72	5716.60
3223	E.S.P Domiciliarios de Ortega EMPORTEGA.	Regular	3.9667	-75.3232	820	21.00	1093.65
3890	E.S.P Domiciliarios de Ortega EMPORTEGA.	Regular	3.9667	-75.3232	820	7.00	1093.65
2597	E.S.P Domiciliarios de Ortega EMPORTEGA.	Regular	3.9773	-75.3406	1100	18.00	605.07

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Ortega cuenta con 9 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 125,61 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	4	91,41
VEREDAL	5	34,20
TOTAL	**9**	**125,61**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen

dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 4 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Macule la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 3 concesiones que corresponden al 33,33% del total de concesiones para acueductos del municipio de Ortega, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 56,05 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos:

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Ortega

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Macule	2206.4.7	3	56,05
Rio Anaba	2206.2.9	3	46,00
Rio Tetuán	2206.4	2	1,84
Rio Luaní	2206.2.10	1	21,72
TOTAL		**9**	**125,61**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan en la tabla 4 el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Ortega:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	4
Presa de derivación	2
cámara de toma directa	1
Otra	1
Toma de rejilla	1
TOTAL	**9**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

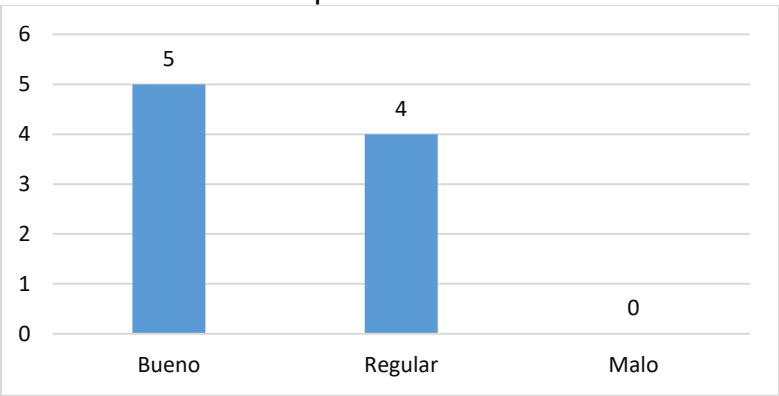
Las visitas realizadas permiten verificar que el 44,44% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	5	55,56
Regular	4	44,44
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Ortega, fue reportado personal fijo en el área de captación de 4 concesiones

- ASOC DE USUAR DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO VDA CHICALA CANALI.
- E.S.P DOMICILIARIOS DE ORTEGA EMPORTEGA. (Llave 2597)
- E.S.P DOMICILIARIOS DE ORTEGA EMPORTEGA. (Llave 3223)
- ASOC. DEL ACUEDUCTO RURAL AZUFRAL.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	30.817
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas:

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.
Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Formación Payandé (Trp).

Excelentes exposiciones de la unidad se encuentran sobre los ríos Coello, Luisa, Amoyá y Saldaña, así como en la carretera Chaparral Puente de Las Señoritas. Los afloramientos más conocidos se aprecian en la región de Payandé El Salitre, en el centro del departamento.

Consta casi exclusivamente de calizas grises y negras, con matices azulosos e intercalaciones menores de areniscas, limolitas, arcillolitas y margas. Las calizas son localmente fosilíferas y brechosas. Los niveles arenosos y clásticos son comunes hacia la parte superior y los materiales limolíticos en la parte inferior; esto permitió a Mojica y Llinás (1984) separar la unidad en los Miembros Inferior y Superior.

El contacto inferior es discordante sobre la Formación Luisa. La Formación Payandé es intruida por el Batolito de Ibagué y el Stock de Payandé, que producen marmorización y zonas de skarn.

El contacto superior con la Formación Saldaña, es concordante y parece tener carácter transicional, con la aparición gradual de material volcánico que representa el vulcanismo de la "Época Saldaña", de acuerdo con la interpretación de Mojica y Llinás (1984), Mojica y Dorado (1987) y Rodríguez y Rodríguez (1990). El espesor de la unidad, dado por los diferentes autores que la han estudiado, varía notablemente entre 150 m (GEYER, 1973) y 600 - 700 m (CEDIEL et al., 1980, 1981).

Las calizas de la Formación Payandé son utilizadas para la producción de cemento y cal. Las zonas marmorizadas son intensamente explotadas para la obtención de rajón y retal de mármol, muy ocasionalmente bloque. Los "skarns" de Mina Vieja y El Sapo, se explotaron en el pasado, para cobre y otros metales; en la actualidad estas explotaciones están abandonadas.

Formación Saldaña (Jsv-Jsp).

La Formación Saldaña aflora, en el Departamento del Tolima, a manera de bloques discontinuos, tanto en la Cordillera Central como en los valles de los ríos Saldaña y Magdalena y la Cordillera Oriental. Las mejores exposiciones se presentan al suroccidente de Natagaima, en el carretéable a la Vereda Monte Frío y en las carreteras Prado - Dolores, Ataco - Planadas y Planadas - Aipe.

La parte volcánica (Jsv) consta de tobas de ceniza y lapilli y aglomerados de composición lítica, vítrea o cristalina, flujos de lava andesíticos a riolíticos e intercalaciones de areniscas tobáceas, areniscas feldespáticas y lutitas rojizas. También se encuentran zonas conglomeráticas con can tos de caliza y limolita, areniscas sucias, limolitas grises y verdosas, calizas bioclásticas, limolitas, lodolitas, areniscas finogranulares y chert, que conforman los Miembros Chicalá (MOJICA y LLINÁS, 1984) y la secuencia de Monte Frío (RODRÍGUEZ y RODRÍGUEZ, 1990).

Formación Anabá (Pzan)

Núñez y Murillo (1982) emplearon este nombre para identificar una secuencia litológica de origen sedimentario, con zonas de muy bajo grado de metamorfismo, que aflora como una franja estrecha al oriente de la cabecera municipal de Ortega, en las estribaciones de la Cordillera Central. Los mejores afloramientos se presentan sobre los ríos Anabá, de donde toma su nombre, Ortega, Loany y Toy.

La litología consta de lutitas y limolitas, con algunas filitas de color gris oscuro a negro; estas rocas son cuarzosas con contenido variable de biotita, muscovita, sericita y a veces clorita. Con menos frecuencia se encuentran areniscas de grano fino cuarzosas. En algunos sitios se intercalan niveles calcáreos, levemente marmorizados, de color verde con abundante cuarzo.

La Formación Anabá está intruida por el Batolito de Ibagué, por lo que su edad es claramente prejurásica. Sin embargo, la ausencia de fósiles no permite dar una certeza sobre su época de depositación. Por comparaciones regionales y,

especialmente, con base en las semejanzas litológicas con la Formación Amoyá, se propone una edad paleozoica para esta unidad, no pudiéndose confirmar otra más precisa.

Grupo Gualanday (PgG)

El Grupo Gualanday aflora en el valle de los ríos Magdalena y Saldaña y en las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental. Las mejores exposiciones se conocen en la localidad tipo, alrededores de Gualanday; en Ortega, en donde conforma los cerros de Los Avechucos; en la vía Coyaima - Chaparral, en el sitio conocido como El Túnel; en la vía Carmen de Apicalá - Cunday y en los alrededores de la represa de Hidroprado.

La Formación Gualanday Inferior está conformada por conglomerados con clastos de cuarzo (predominantes) y chert. El tamaño de los clastos varía desde grava fina hasta gruesa. La matriz es arenosa y arcillosa de la misma composición de los fragmentos gruesos; el color dominante es amarillo a pardo oscuro. Posee intercalaciones menores de arcillolitas, limolitas y areniscas de colores rojizo, violáceo y blanco, que separan los paquetes de conglomerados.

La Formación Gualanday Medio consta de un conjunto donde predominan arcillolitas de colores rojo, amarillo, azul, gris y gris púrpura, con intercalaciones menores de limolitas, areniscas y lentes de conglomerados.

La Formación Gualanday Superior consta, principalmente, de bancos potentes de conglomerados rojizos, con forma de rellenos de canal y clastos hasta de 20 cm, de lodolita silícea y chert, principalmente con cuarzo, rocas ígneas y metamórficas en forma subordinada; están soportados por matriz arenosa con fragmentos de la misma naturaleza; en menor proporción se presentan capas delgadas de arcillolitas y areniscas de tono amarillento y verdoso. Es la unidad más fácilmente identificable debido al relieve abrupto que conforma.

4. Hidrogeología

Acuífero Gualanday (PgG): Está constituido de base a techo por tres miembros, el inferior compuesto por conglomerados con guijos de chert y cuarzo dentro de una matriz arenosa e intercalaciones de arcillolitas, lodolitas y areniscas con textura “sal y pimienta”. El miembro medio consiste de un conjunto monótono de arcillolitas de diversos colores, con intercalaciones hacia el nivel inferior, de capas de areniscas de grano medio a fino, que no tienen continuidad lateral y el miembro superior compuesto por conglomerados con guijos de cuarzo y rocas metamórficas y delgados niveles de areniscas de grano fino a medio y lodolitas. El espesor total es cercano a los 2000 m, depositados en un ambiente fluvial durante el Eoceno Superior – Oligoceno Medio, (Raasvelt, 1956).

La Formación Gualanday Inferior, al estar constituida por paquetes conglomeráticos muy compactos, con algunas fisuras por efectos de fallamiento, se considera de baja porosidad primaria y secundaria y baja permeabilidad; en la Formación Gualanday Medio los niveles arenosos presentan buena porosidad y permeabilidad y no se hallan tan cementados como las capas conglomeráticas de los miembros inferior y superior: La Formación Gualanday Superior al igual que la Formación Gualanday Inferior, se halla muy cementada por lo que su porosidad primaria y secundaria es baja.

En general el Acuífero Gualanday en el área carece de estudios hidrogeológicos; por su litología se le considera continuo, de extensión regional con porosidad primaria, constituyendo sus afloramientos zonas de recarga de baja capacidad de infiltración.

Acuífero Payandé (Trp):
Su nombre lo toma de la Formación Payandé, que consta de calizas grises, en parte arenosas y silíceas, con intercalaciones de chert. La caliza localmente se encuentra metamorfizada a mármol, con un espesor aproximado de 650 m (Cediel y otros, 1981), depositada durante el Triásico.
No se encuentran estudios hidrogeológicos de este acuífero, pero dada su litología, afectada fácilmente por fracturamiento y disolución cárstica; puede desarrollar una permeabilidad secundaria, por lo que se categoriza como un acuífero potencial con buenas posibilidades de almacenamiento y explotación de agua subterránea, además se considera que sus zonas de recarga son de alta capacidad de infiltración.

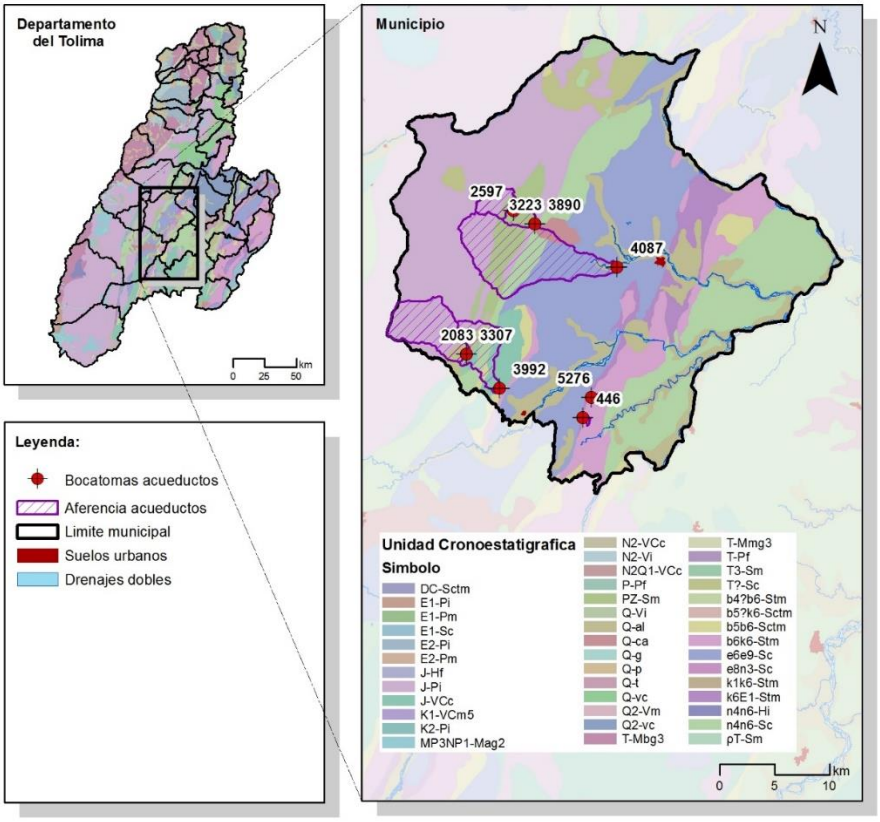
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EDAD	UNIDAD INTEGRADA	ÁREA (HA)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano	Grupo Gualanday	47.14	0.43
b5b6-Sctm				73.98	0.68
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	469.63	4.29
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	157.95	1.44
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	1700.98	15.53
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario	Depositos	112.73	1.03

J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	4574.39	41.75
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravalia no-Mesiniano	Grupo Honda	1353.83	12.36
PZ-Sm	Pizarras, filitas y limolitas micáceas intercaladas con cuarzoarenitas	Paleozoic o	Formación Anaba	1840.11	16.80

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

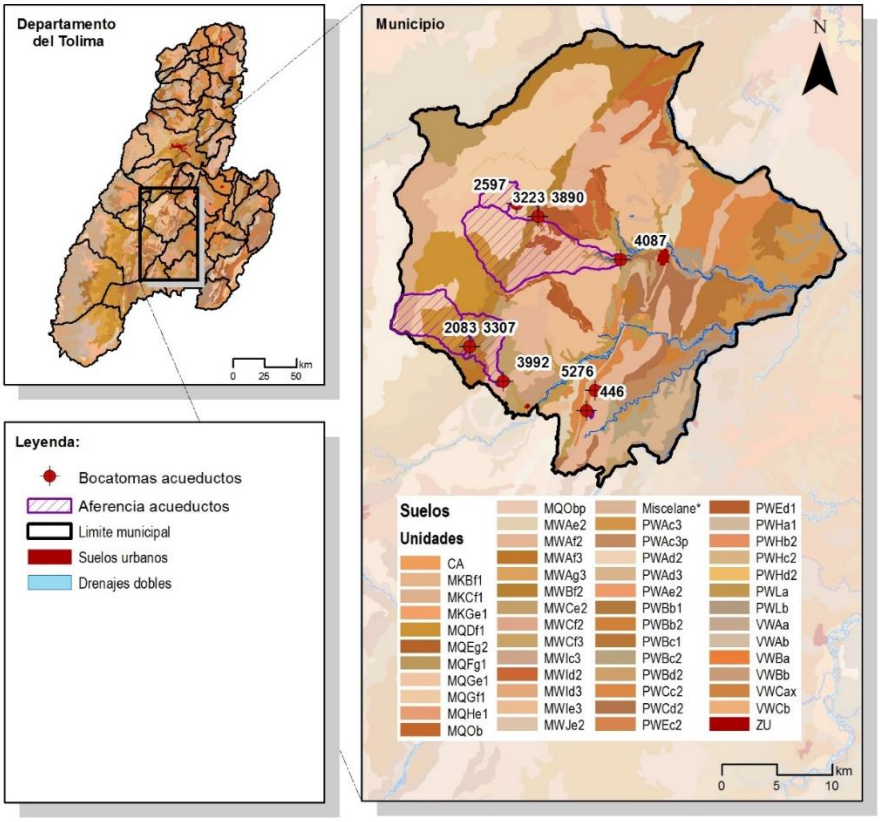
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas:

correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Ortega se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Ortega se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQGf1 con el 30,2% del área total, estos son suelos moderadamente profundos, de drenaje excesivo, de texturas medias; fuertemente ácidos; ricos en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada. El 16,22% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQDf1, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada. El 13,3% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWBf2, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, excesivamente drenados de reacción neutra y de fertilidad moderada. El 13,27% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWAf2, estos son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, reacción neutra, pobres en materia orgánica y fertilidad muy baja.

El 11,86% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWle3, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas medias y finas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja. El 11,86% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKCf1, estos son suelos profundos y moderadamente profundos, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada.

Los suelos restantes pertenecen a las unidades PWEd1 (4,2%), MWCe2 (2,7%), PWLa (1,4%), MWAf3 (1,0%) y CA (0,35%), que corresponden a cuerpos de agua.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQGf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	INCEPTISOLES	3309.26	30.20
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	1777.50	16.22
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	1456.96	13.30
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	1453.34	13.27
MWle3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1299.39	11.86

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	522.07	4.77
PWEd1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo	Fina	INCEPTISOLES	460.12	4.20
MWCe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	295.39	2.70
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	153.34	1.40
MWAf3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	119.95	1.09
MQGe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	INCEPTISOLES	70.71	0.65
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	38.12	0.35

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

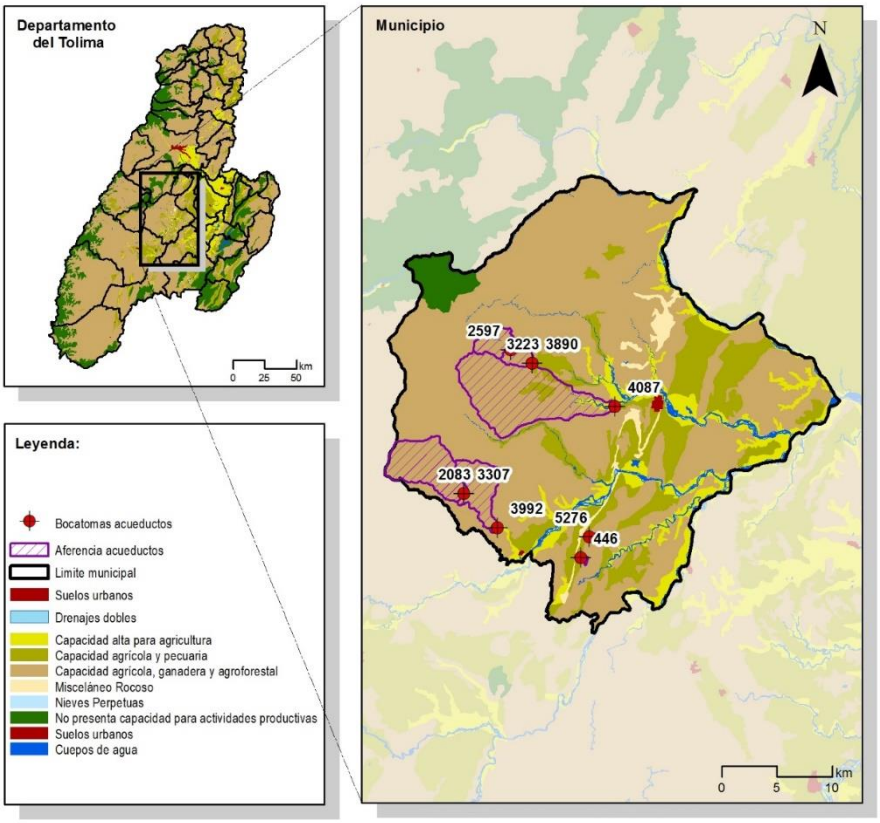
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Ortega

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	5086.8	46.43
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2910.3	26.56
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1941.4	17.72
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	460.1	4.20
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	295.4	2.70
3s	Capacidad alta para agricultura	153.3	1.40
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	70.7	0.65
CA	CA	38.1	0.35

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 90,71 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p (46,43%), son suelos con limitación de pendiente (p), los suelos categoría 7es (26,56%), son suelos con limitación de erosión y suelo y los suelos categoría 7pe (17,72%), son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 2,70% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas

únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo (s).

El 4,2% de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 4, que son tierras con limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener; La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erosionadas y susceptibles al deterioro. Los suelos categoría 4ps, son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo (s).

Los suelos presentes en la clase 3 son los de la subclase 3s (1.4%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión.

El 0.35 % de la capacidad de uso de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega se encuentra en CA (cuerpos de Agua).

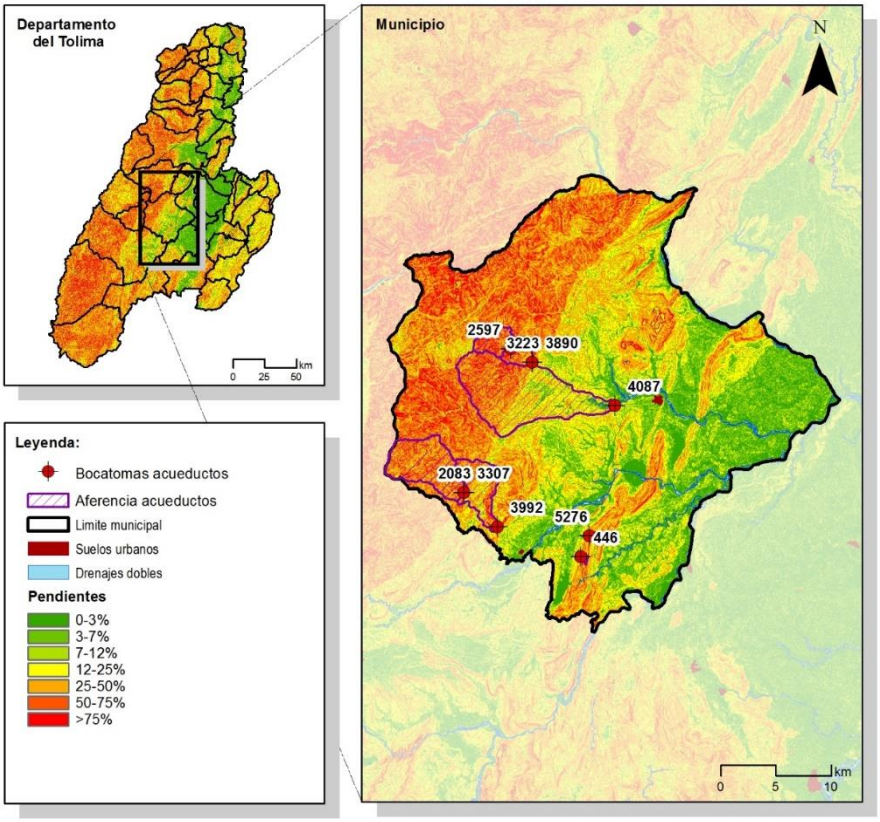
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Ortega y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	168.59	1.5
3-7%	Ligeramente inclinado	363.83	3.3
7-12%	Moderadamente inclinado	597.24	5.5
12-25%	Fuertemente inclinado	1926.29	17.6
25-50%	Ligeramente escarpado	4112.64	37.5
50-75%	Moderadamente escarpado	3109.14	28.4
>75%	Fuertemente escarpado	675.58	6.2

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

La pendiente presente en las bocatomas de los acueductos del municipio de Ortega se observan en la tabla 9, luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, es de (25-50%) conformando una topografía ligeramente escarpada abarcando un total de 37,5% del área global de las áreas aferentes; seguido de zonas moderadamente escarpadas (50-75%), abarcando un área de 28.4% del total del área aferente; seguido de zonas con un porcentaje de (12-25%) de cubrimiento con una topografía moderadamente inclinada, abarcando un área de 17.6 del total del área aferente; seguido de zonas fuertemente escarpadas (>75%) con 6.2% del total del área aferente; seguido de zonas moderadamente escarpadas (7-12%), abarcando un área de 5.5% del total del área aferente; seguido de zonas de pendiente ligeramente inclinadas (3-7%), abarcando un área de 3.3% del total del área aferente; y el 1,5% respectivamente del total del área aferente con los rangos de pendiente plano de (0-3%).

8. Cobertura de la tierra

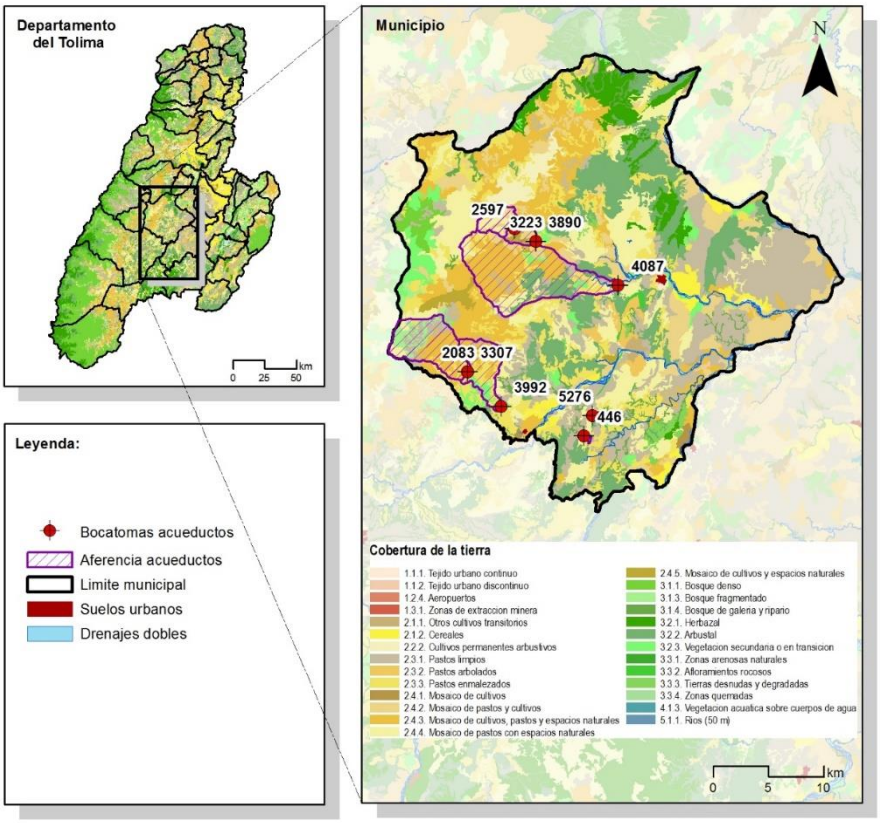
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Ortega se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	515,890	40,67%
2.4.3.	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3980.3	36.33
2.3.3.	2.3.3. Pastos enmalezados	1852.6	16.91
2.4.4.	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1344.3	12.27
2.3.1.	2.3.1. Pastos limpios	1088.9	9.94
3.2.2.1.	3.2.2.1. Arbustal denso	883.1	8.06
2.4.2.	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	730.3	6.67
3.1.3.2.	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	519.0	4.74
3.2.3.	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	360.7	3.29
2.4.5.	2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	184.7	1.69
5.1.1.	5.1.1. Ríos (50 m)	11.8	0.11
2.2.2.2.	2.2.2.2. Café	0.4	0.00
3.1.4.	3.1.4. Bosque de galería y ripario	0.1	0.00
3.2.2.2.	3.2.2.2. Arbustal abierto	0.0	0.00

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Ortega y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 36,33% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. El 16,91% de la cobertura de la tierra presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios;

El 12,27% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales: Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de

pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 9.94% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Pastos limpios. Los pastos comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

La cobertura de pastos limpios con alto grado de manejo también puede presentar confusión con las coberturas de cultivos herbáceos transitorios o permanentes, especialmente cuando los pastos presentan arreglos espaciales geométricos, debido a la variedad de tonos y colores que se observan en la imagen. Para su diferenciación se hace necesaria la utilización de información auxiliar como fotografías aéreas, mapas temáticos y otra información agrícola, así como un buen nivel de referencia local del intérprete. Los pastos limpios la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región. El 8,06% arbustales densos, que están constituidos por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos que forman un dosel irregular.

El 6,67% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Mosaico de pastos y cultivos: en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. El mosaico de pastos y cultivos presenta en la imagen arreglos geométricos característicos que facilitan su interpretación; así como también una amplia gama de tonos y colores debido a sus diferentes estados vegetativos y las variadas prácticas de manejo.

El 4,74% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Bosque fragmentado con vegetación secundaria: Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó

intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

El 3,29% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega, presentan cobertura de Vegetación secundaria o en transición: Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

Las áreas restantes las conforman Mosaico de cultivos y espacios naturales; ríos, café, Bosque de galería y ripario y Arbustal abierto con área muy pequeñas.

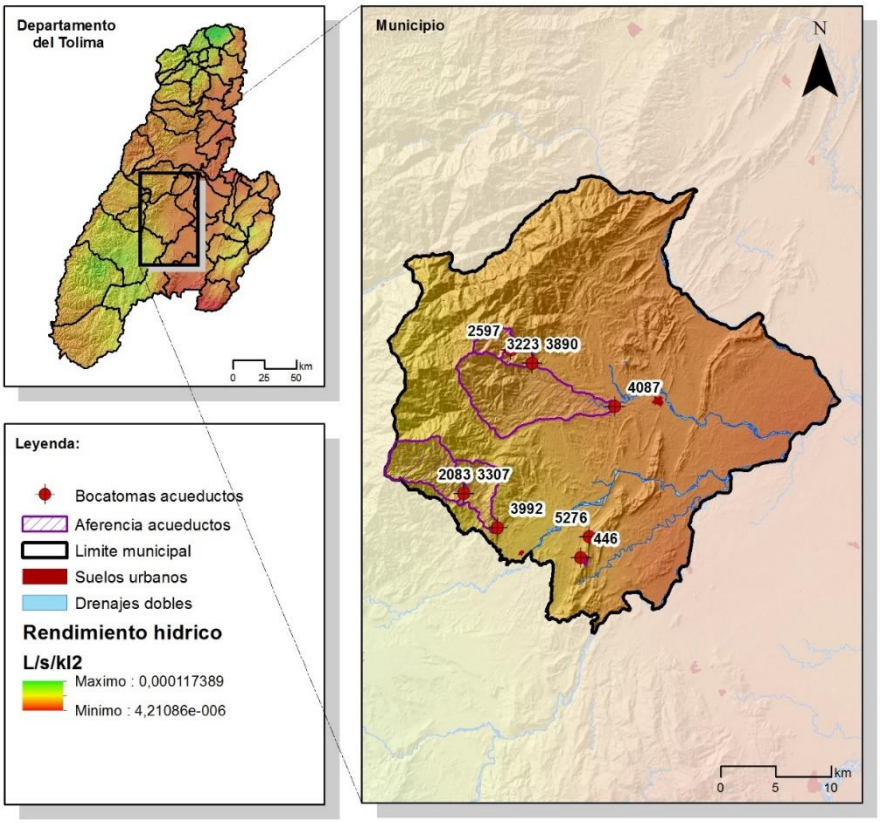
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes del municipio de Ortega, se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Ortega y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

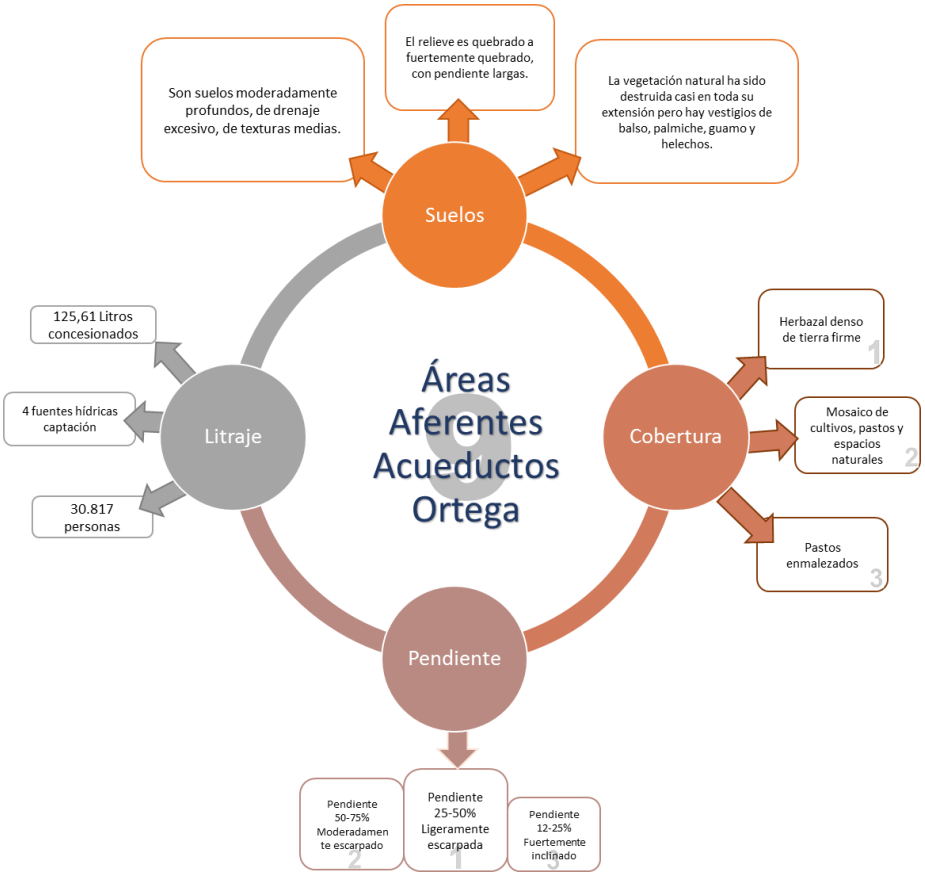
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Ortega

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
446	0.2478	0.00795	2206.4	Rio Tetuán	194.423	7.165	0.13	0.11
2083	25.5548	0.99263	2206.4	Rio Tetuán	194.423	7.165	13.14	13.81
2597	6.0507	0.19452	2206.4.7	Quebrada Macule	45.463	1.724	13.30	11.28
3223	10.9365	0.15160	2206.4.7	Quebrada Macule	45.463	1.724	24.0	8.79
3992	40.9796	0.56780	2206.4.7	Quebrada Macule	45.463	1.724	89.96	32.9
4087	57.1660	1.80229	2206.2.10	Rio Luani	58.316	1.829	98.00	98.4

5276	0.2316	0.00695	2206.2.9	Rio Anaba	44.783	1.266	0.52	0.55
3307	25.5548	0.99263	2206.2.9	Rio Anaba	44.783	1.266	57.0	78.4
3890	10.9365	0.34613	2206.2.9	Rio Anaba	44.783	1.266	24.40	27.3
TOTAL	**177.6583**	**5.0625**			**342.984**		**320,45**	**271,54**

Las áreas aferentes de los 9 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 5,0625 l/s/Km^2 que corresponden al 18,81% del rendimiento hídrico total del municipio de Ortega. El área aferente del acueducto del Municipio de Ortega, presenta un rendimiento hídrico de 0,99 l/s/Km^2 que corresponde al 78.4% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada Macule, pues abarca el 57.0% del área de la misma. El área aferente del acueducto de EMPORTEGA, presenta un rendimiento hídrico de 0,6922 l/s/Km^2 que corresponde al 36.1% del rendimiento hídrico total de la microcuenca río Anaba, pues abarca el 48.4.0% del área de la misma y corresponde al 11.28% del rendimiento hídrico total de la microcuenca río Directos al Magdalena entre los ríos Cabrera y Sumapaz, pues abarca el 13.3% del área de la misma.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ortega**.**



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Barrio el Progreso, Rio Sabandija -Palocabildo, Tolima

ANEXO 30 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE PALOCABILDO

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE PALOCABILDO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Palocabildo 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Palocabildo 5
Tabla 4. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7 Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 8
Tabla 8 pH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Palocabildo . 11
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo 12
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo 14
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Palocabildo 15
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo 17
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo 19
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Palocabildo 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes... 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes 12
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes 14
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes..... 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Palocabildo y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes..... 18
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Palocabildo y en las áreas aferentes de los acueductos. 20

MUNICIPIO DE PALOCABILDO

1. Localización

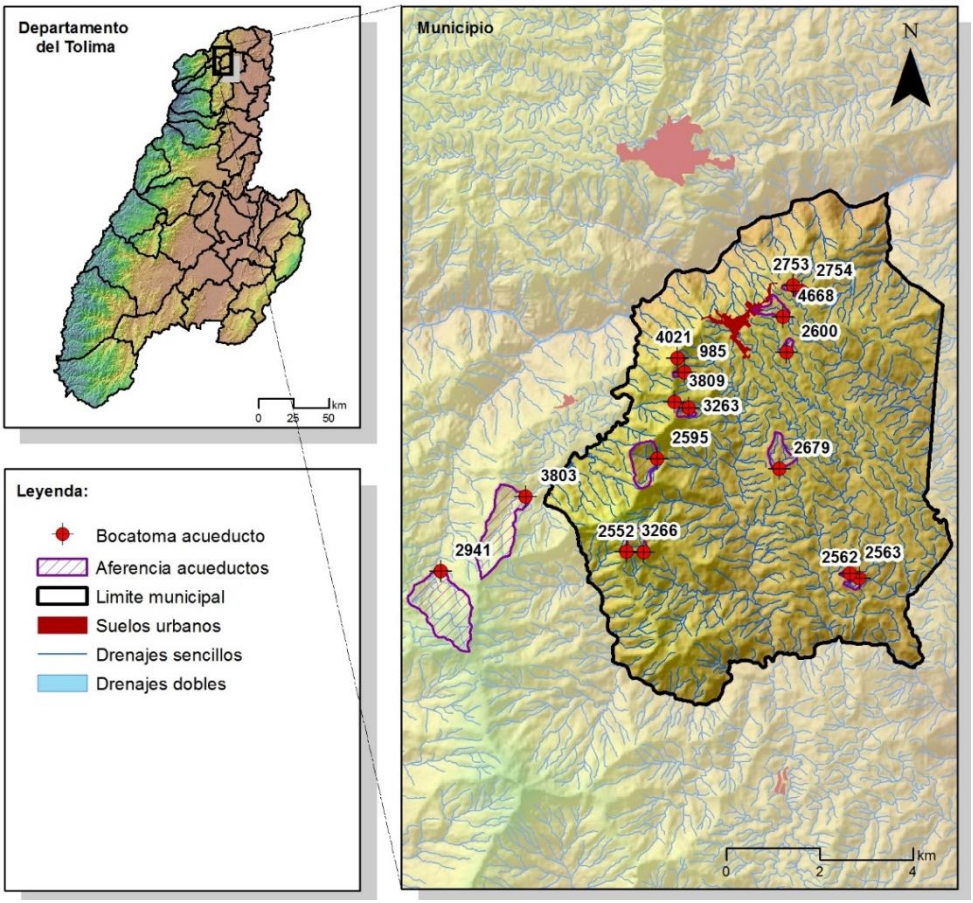
El municipio de Palocabildo se encuentra situado al norte del departamento del Tolima, localizado geográficamente en latitud norte de 5°10', longitud oeste 74°57', a una altura sobre el nivel del mar de 1.458 y una temperatura de 23°C

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

Palocabildo cuenta con un área total de 64 km^2 de los cuales el 6,8% pertenece al área urbana y 57,2% al área rural, su área urbana está conformada por 16 barrios y el área rural por 24 veredas y un centro poblado. Limita al norte con el municipio de Fresno, al sur con Falan, al oriente con Casabianca, y al occidente con Falan.

Respondiendo a su extensión y población, Palocabildo cuenta con 16 acueductos veredales, en la tabla 1 se describen detalladamente.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Palocabildo

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCE CIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
2941	Asoc. De Usuarios Acueducto Rural Regional Palocabildo.	Regular	5,0721600	-75,08052	1722,00	19,32	138,269
3803	JAC. Central De Palocabildo/Palocabildo.	Bueno	5,0866389	-75,064083	1616,00	21,99	109,865
2595	ASOC. de Usuarios Acueducto Rural Asturias Buenos Aires.	Regular	5,0940900	-75,038700	1492,00	3,50	43,357
2552	ASOC-Usuarios Acueducto. Vda Alto Bonito.	Regular	5,0759280	-75,04137	1650,90	0,60	18,034
2562	ASOC. de USUAR Acued Rural La María/Palocabildo.	Bueno	5,0708900	-74,999680	1233,60	1,20	5,974
2563	ASOC. de USUAR Acued Rural La María/Palocabildo.	Bueno	5,0718800	-75,001450	1224,80	0,30	3,477
2679	ASOC. de USUAR Acueducto rural Asturias Bajo/Palocabildo.	Bueno	5,0921500	-75,015140	1374,00	1,44	26,412
2600	ASOC. de USUAR Acued Rural Pajuil Sector.	Bueno	5,1147600	-75,013740	1467,00	1,30	4,315
4668	JAC. Barrio El Porvenir/Palocabildo.	Bueno	5,1216750	-75,014440	1464,00	2,57	17,825
3263	JAC. de La Vereda El Olimpo/Palocabildo.	Bueno	5,10390	-75,032720	1496,20	1,10	8,072
985	ASOC. Comunitaria La Rivera	Bueno	5,1108600	-75,03350	1594,40	0,25	3,401
4021	JAC. del Barrio El Progreso/Palocabildo.	Regular	5,1135700	-75,034820	1536,80	0,248	2,388
3809	JAC. Vda. San José/Palocabildo.	Regular	5,1051200	-75,035450	1639,60	0,373	1,839
2753	JAC. Vda. El Triunfo/Palocabildo.	Bueno	5,1277100	-75,012530	1374,00	0,10	2,626
2754	JAC. Vda. El Triunfo/Palocabildo.	Bueno	5,126550	-75,010870	1402,50	0,27	3,185
3266	JAC. Vda. Altobonito/Villahermosa.	Regular	5,07600	-75,044610	1575,00	2,082	2,051

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Palocabildo cuenta con 16 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 56,64 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	14	53,83
MUNICIPAL	2	2,82
TOTAL	**16**	**56,64**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 7 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Sabandija la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 6 concesiones que corresponden al 37,50% del total de concesiones para acueductos del municipio de Palocabildo, adicional Quebrada San José 2 cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 22,36 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Palocabildo

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Sabandija	2125-03.2	6	7,14
Quebrada Del Rompe	2125-03.2.9	3	2,80
Rio Gualí	2301.2	2	0,37
Quebrada San José 2	2301.2.19	2	22,36
Quebrada Pompona	2125-03.2.10	1	2,08
Quebrada Agua De Dios	2301.2.18	1	19,32
Rio Jiménez	2125-03.2.5	1	2,57
TOTAL		**16**	**56,64**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Palocabildo:

Tabla 4. Estado actual de las obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	9
Otra	3
Toma sumergida	2
Toma lateral	2
TOTAL	**16**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

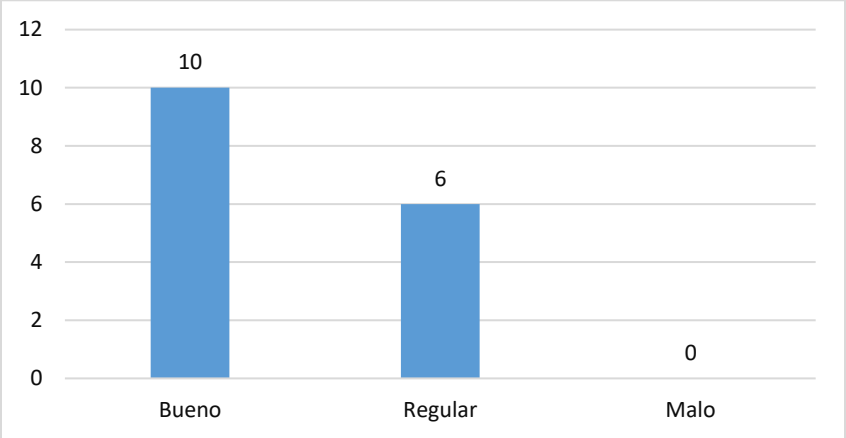
Las visitas realizadas permiten verificar que el 37,50% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	10	62,50
Regular	6	37,50
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Palocabildo, no fue reportado personal fijo en el área de captación.
La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas

captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	4.901
Personas Transitorias	Sin definido

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%). Ver tabla 6 y figura 3.

A continuación se presenta la tabla 6, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7 Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Formación Mesa (N2Q1-VCc): La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

El autor de este término. Butler (1942) indica como localidad tipo de la unidad la sección que se encuentra al NW de Honda; Porta (1965) propone como sección de referencia el camino que de Mariquita conduce al cerro Lumbí, en donde destaca tres miembros: Las Palmas, Bernal y Lumbí, con un espesor total de 431 m. Otros autores plantean espesores diferentes, dependiendo del sitio de observación.

La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena.

De acuerdo con la descripción de Porta (1965), el miembro inferior consta de bancos de gravas arenosas formadas por cantos de rocas volcánicas dacíticas y andesíticas (65%), cantos de rocas metamórficas, plutónicas, cuarzo y chert (35%), con algunos bancos de arenas tobáceas y arcillas caoliníticas blancas. El Miembro Bernal está constituido por bancos de gravas y gravas arenosas con predominio de cantos de rocas efusivas (70%) y gravas con cantos de pumitas que, en muchas ocasiones, son el constituyente único. El miembro superior o Lumbí, consiste en bancos de arenas tobáceas, con lentejones a manera de rellenos de canal de pómez, y algunos bancos de arcillas blancas, caoliníticas.

La descripción general de Thouret (1989), para la Formación Mesa, es: "en la base pelitas, arcillolitas y areniscas con algunos lentes de lapilli de pómez, cenizas y tobas; luego unidades de coladas piroclásticas de tobas dacíticas y, finalmente, arenas y areniscas volcánicas, lentes de pómez y de conglomerados de andesita, dacita y granodiorita, más frecuentes hacia el tope".

De la Formación Mesa se extraen gravas y arenas para uso en construcción; algunos niveles arcillosos son bentoníticos y como tal han tenido alguna aplicación.

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE PALOCABILDO

Tabla 8 pH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Palocabildo

PALOCABILDO			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	X
Básico > 7	X	Alta 21 - 34	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

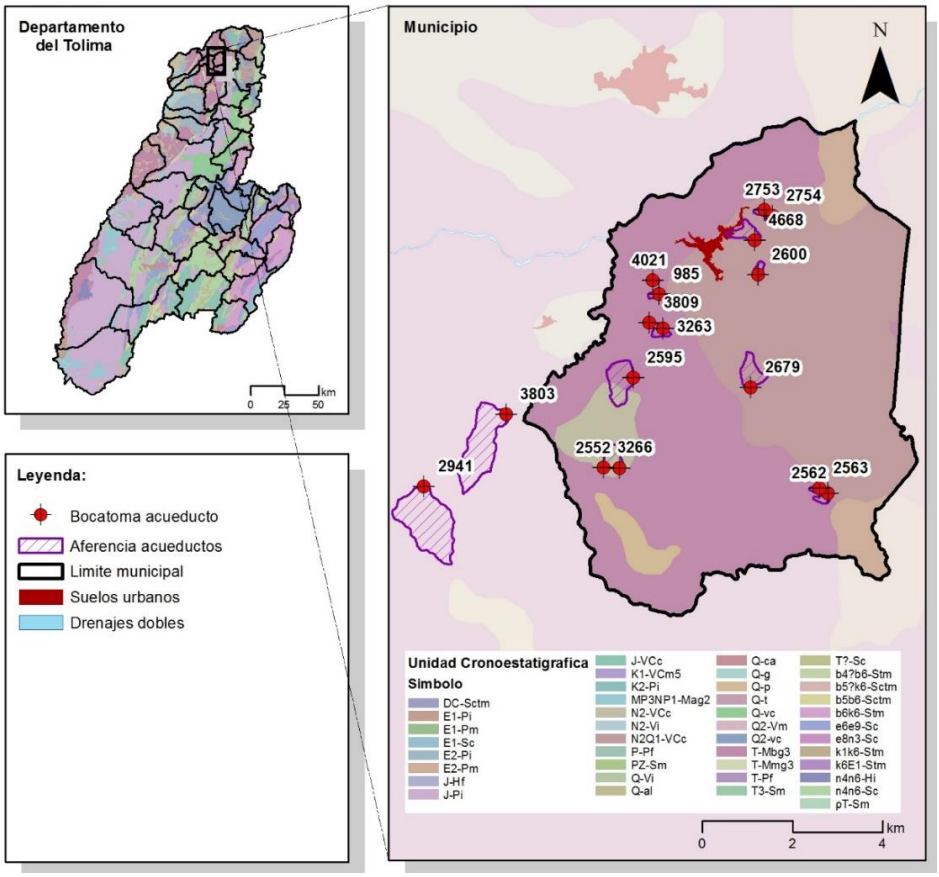
Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Palocabildo, se determinaron valores de Ph promedio de 7,33 lo que indica un PH básico y una temperatura del agua en promedio de 20,88 °C (media), lo que infiere mediana concentración de oxígeno, indicando con esto que se debe preservar y mejorar la cobertura vegetal de las áreas aferentes de los acueductos.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Complejo Cajamarca está clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

El miembro inferior de la Formación Mesa (Palmas), presenta un espesor de 40m aproximadamente, con porosidad y permeabilidad baja, con posibilidades de acuífero por sus características litológicas; para el miembro Bernal un espesor de 330m, porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado como acuífero; el miembro superior (Lumbí), con porosidad y permeabilidad muy bajas, es descartado también con potencial como acuífero.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	300,24	76,77%
N2Q1-VCc	Arenitas feldespáticas y líticas; arcillolitas, y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.	Plioceno-Pleistoceno	Formación Mesa	56,81	14,53%
N2-VCc	Tobas intercaladas con aglomerados, brechas, conglomerados, lodolitas y arenitas.	Plioceno		34,03	8,70%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo con sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

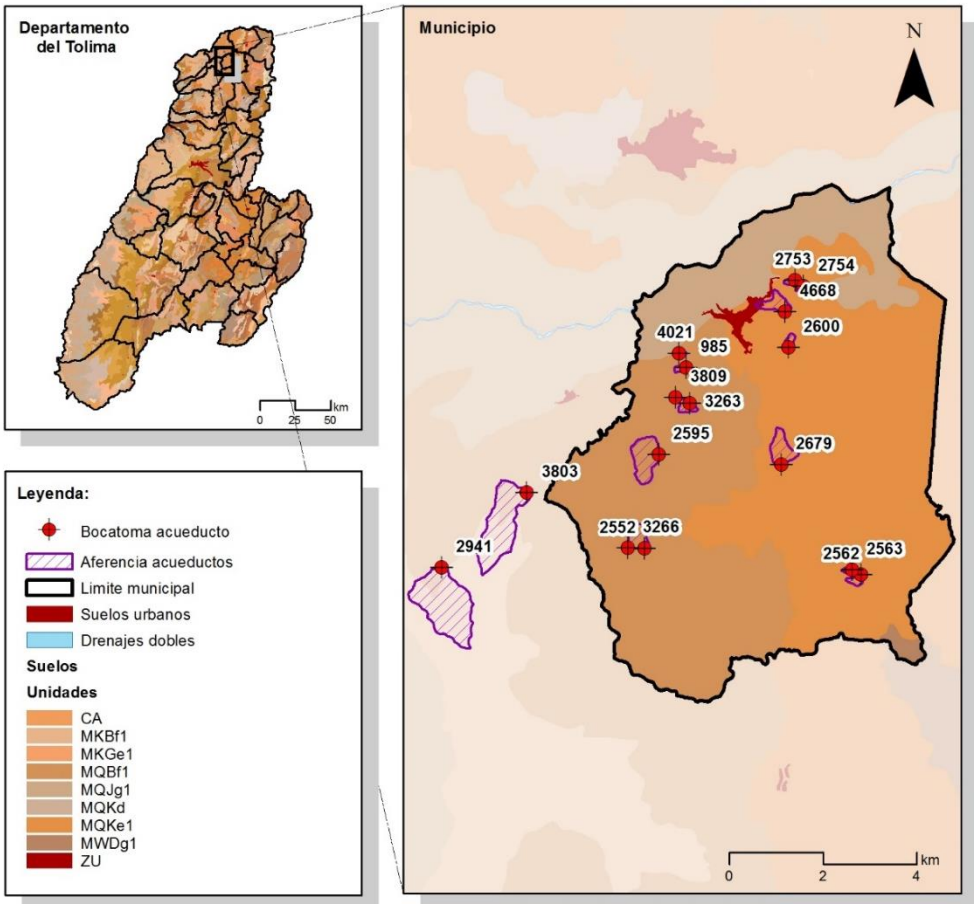
El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Anzoátegui se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Principalmente el municipio de Palocabildo presenta suelos de clase VII en el área total del municipio, reconociéndolas como tierras de usos limitados debido a las fuertes pendientes, el drenaje natural excesivo, los suelos pobres, la erosión, el exceso o la deficiencia de lluvia, la alta pedregosidad o rocosidad en algunas unidades de tierras y la poca profundidad efectiva baja retención de humedad, a la presencia de sales de sodio, o de fragmentos gruesos y a la posibilidad de inundaciones, características que reducen las posibilidades de explotación de cultivos de la zona, haciendo más efectivo el sistema silvoagricola por sus condiciones que limitan las actividades agrícolas

Los suelos del municipio de Palocabildo pertenecen a la subclase VIIt caracterizados por clima frio húmedo, con relieves moderadamente escarpado, con pendientes de 50 a 75%; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, bien drenados y de fertilidad baja. Se recomienda la práctica de cultivos mediante el sistema multiestrata de frutales, café, caña y plátano, adoptando medidas de manejo y control de la erosión.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo

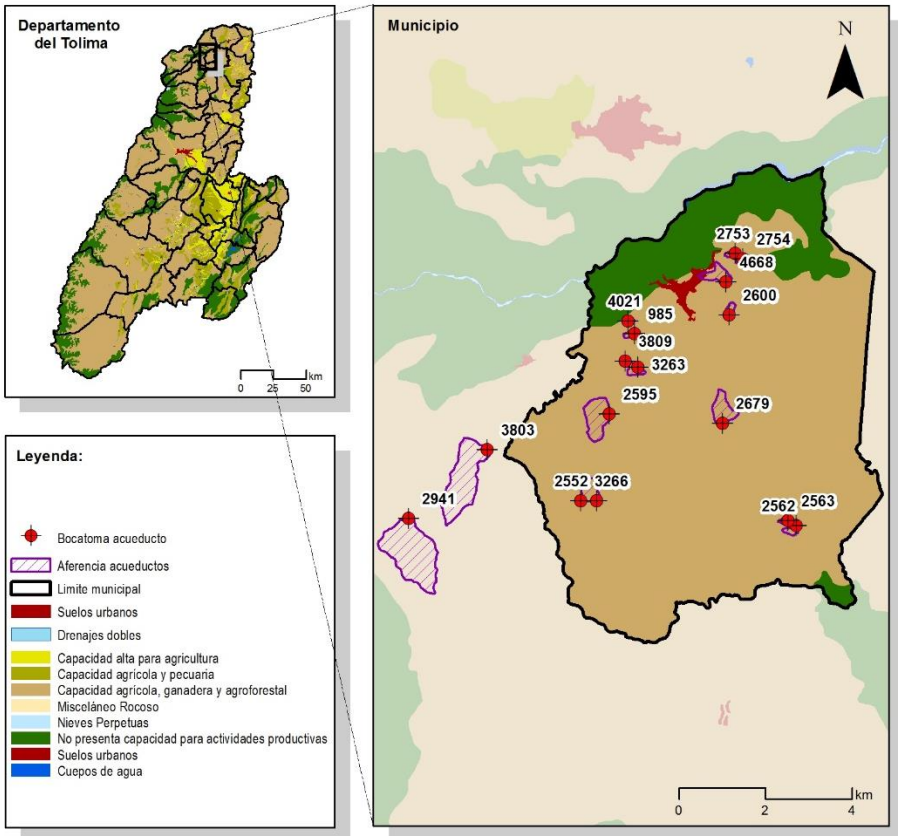
UC Suelo	Clima	Paisaje	Tipo Relieve	Material Parental	Textura	Orden
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	Andisoles
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	Inceptisoles
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	Andisoles

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Palocabildo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	183,04	34,19
ZU	Zona Urbano	145,90	27,25
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	144,24	26,94
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	62,15	11,61

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Palocabildo cuenta con tierras de clase agroecológica 7 que presentan limitaciones fuertemente severas, fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser

excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) en un 11,6% para el municipio, los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e) con un 26,94% de participación y los suelos de categoría 7pc, son suelos de limitación pendiente (p) y clima limitante por déficit o exceso de humedad (c) que hacen referencia al 34,19% de presencia, con mayor participación en las características agroecológicas que describen el suelo del municipio de Palocabildo.

7. Pendientes

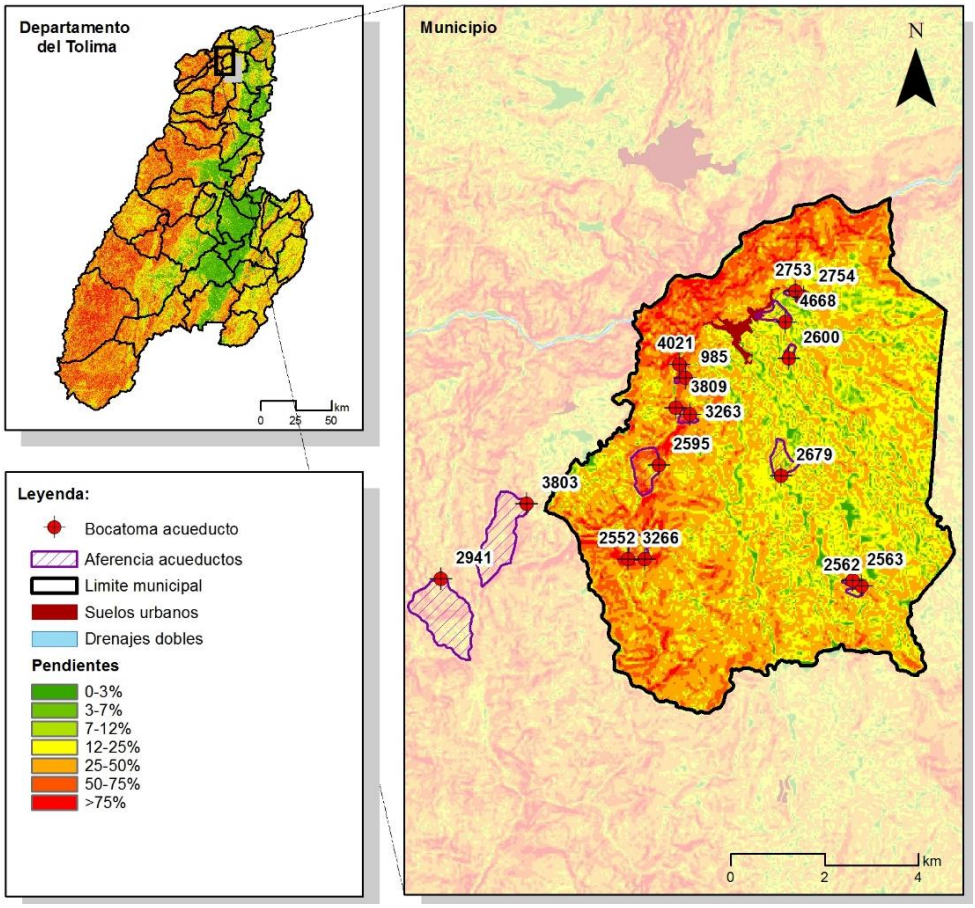
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Palocabildo y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	3,78	0,96%
3-7%	Ligeramente inclinado	7,75	1,98%
7-12%	Moderadamente inclinado	15,59	3,98%
12-25%	Fuertemente inclinado	78,82	20,12%
25-50%	Ligeramente escarpado	164,73	42,04%
50-75%	Moderadamente escarpado	100,56	25,66%
>75%	Fuertemente escarpado	20,60	5,26%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Palocabildo comprende pendientes entre los rangos de 25 a 50%, poca predominancia de pendientes planas como puede observarse con claridad en

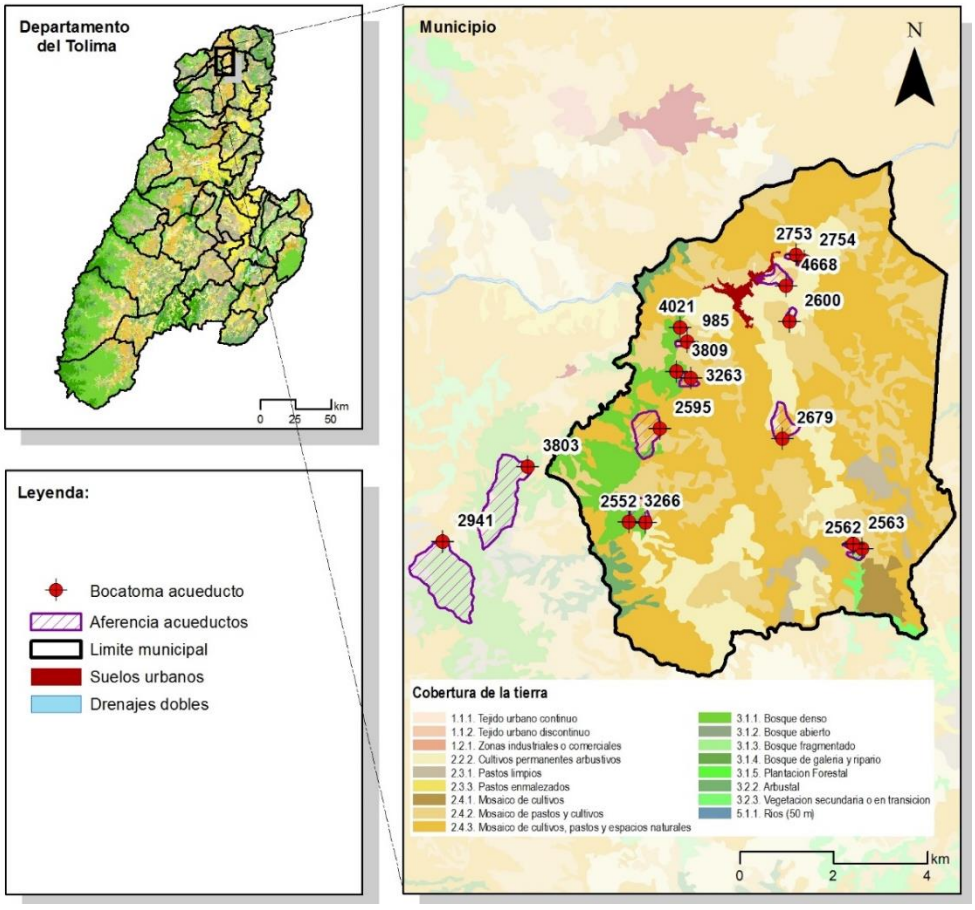
la figura 6. El porcentaje de pendientes encontradas en las áreas aferentes de los acueductos del municipio describe la presencia de pendientes moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas, con mayor predominancia en aquellas áreas de pendientes ligeramente escarpadas presentes en 164,73 Ha.

Las llaves de los acueductos que se reportan para el municipio de Palocabildo están ubicadas en pendientes ligeramente escarpado en su mayoría, y otras llaves de acueductos se presentan en pendientes moderadamente escarpados.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Palocabildo se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Palocabildo y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	232,65	59,49
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	53,03	13,56
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	48,82	12,48
2.2.2.2	Café	32,08	8,20
2.3.1	Pastos limpios	20,24	5,18
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	2,86	0,73
1.1.1	Tejido urbano continuo	1,41	0,36

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 59,48% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo presentan cobertura de bosque denso alto de tierra firme, esta es una cobertura que se caracteriza por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70%, localizados en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos y una altura del dosel superior a 15 metros.

Coberturas que describen la presencia de mosaico de pastos y cultivos con un 13,56%, en donde se incluyen tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño, inferior a 25 ha, y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual; suelos de superficies ocupadas principalmente por cultivos con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes demasiado intrincado (relictos), las áreas de los cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total, pertenecientes al 12,48% del suelo del municipio de Palocabildo; este municipio es caracterizado por presencia de suelos aptos para el café, cultivos permanentes, arbustivos y arbóreos representando el 8,2%

En cuanto al porcentaje restante presente en los suelos del municipio de Palocabildo se encuentran pastos limpios representan el 5,17% del área aferente a los acueductos en donde se realizan prácticas de manejo como limpieza, encalamiento y/o fertilización; vegetación secundaria o en transición 0,73% y finalmente tejido urbano continuo con una representatividad del 0,36%.

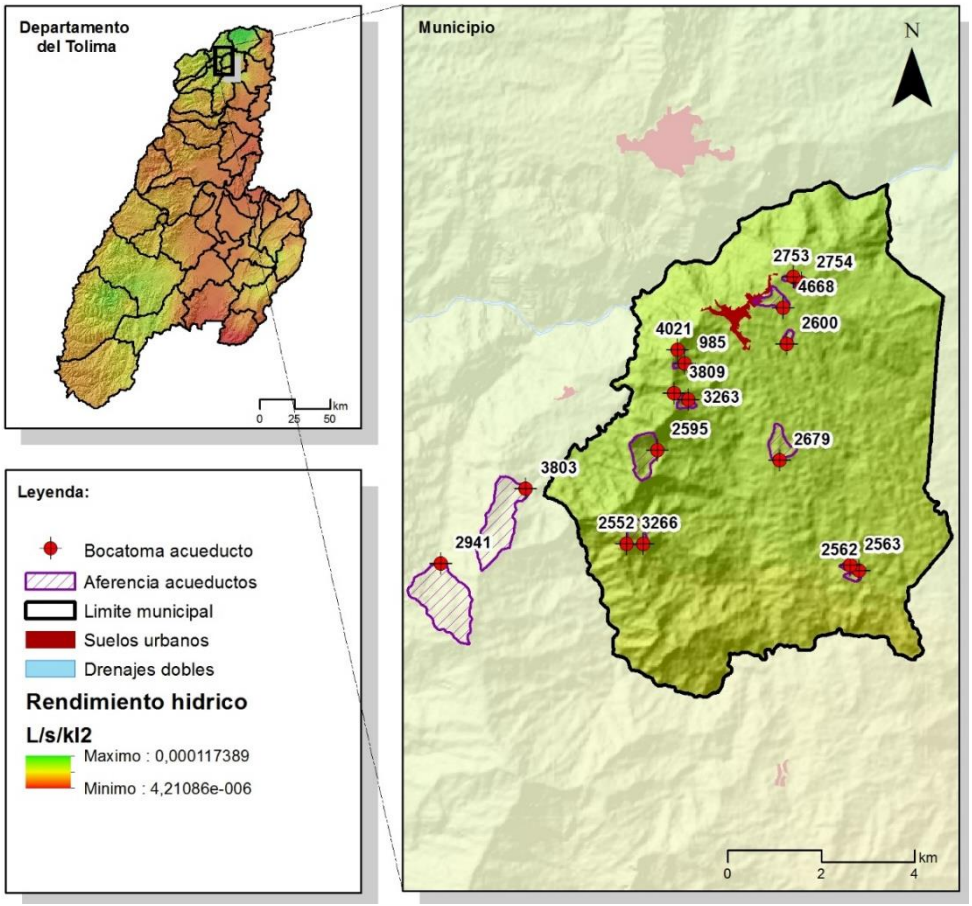
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Palocabildo y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

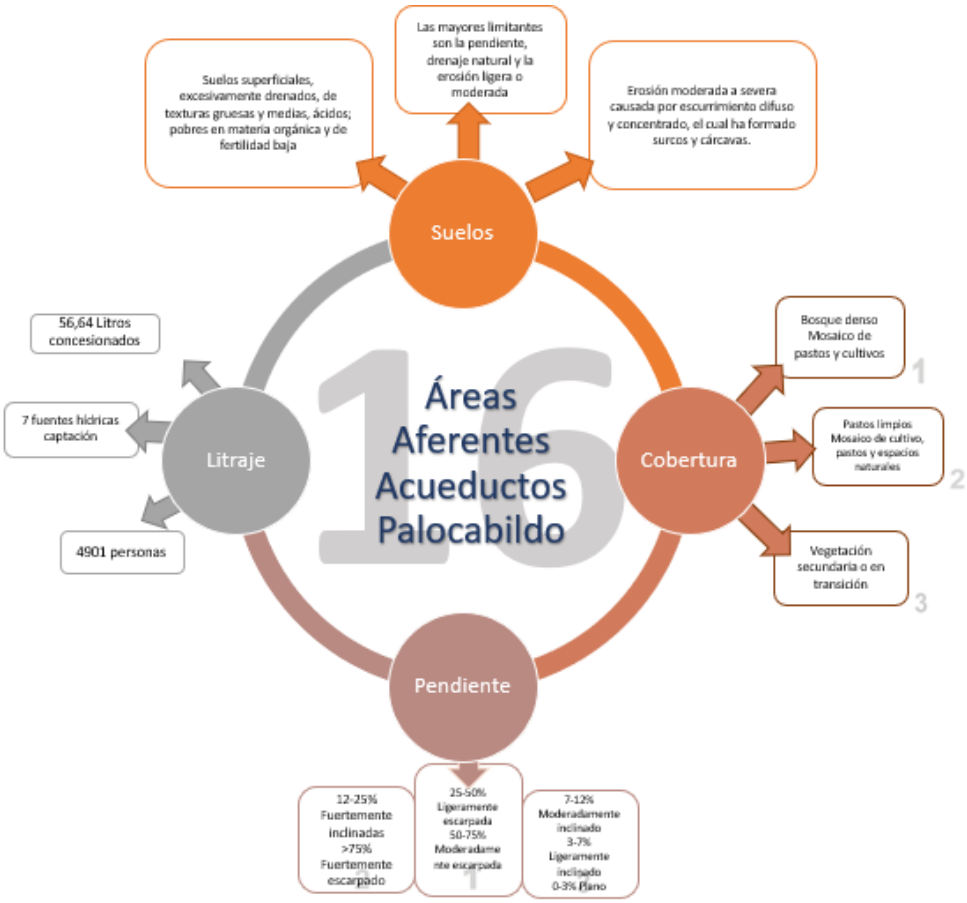
Las áreas aferentes de los 16 acueductos del municipio de Palocabildo presentan un rendimiento hídrico de 0,96 l/s/Km^2 que corresponden al 1,11% del rendimiento hídrico total municipal. El área aferente de las llaves de los acueductos municipales encontrados en la quebrada Agua de Dios presenta el rendimiento hídrico mayor en el municipio con un 0.071 l/s/Km^2 que equivale al 9,028% del rendimiento hídrico aferente y 39,9% del rendimiento hídrico del municipio; la quebrada San José 2 que abastece los acueductos municipales de Palocabildo mantiene una relación porcentual relacionada al área de la microcuenca del 10,32% con respecto al área aferente de dichos acueductos. Las áreas que intervienen los acueductos en el rio sabandija es de 0,85%, el rio Jiménez tiene una participación del 0,74% en la cuenca, la quebrada del Rompe con un 1,3% en su rendimiento hídrico para abastecer el acueducto, la quebrada Pompona con 0,012% y el rio Gualí con 0,027% de rendimiento en la cuenca.

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Palocabildo

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
2941	1,38269	0,071105	2301.2	Quebrada Agua De Dios	15,315745	0,8162279	9,028
3803	1,09865	0,058763	2301.2	Quebrada San José 2	10,641546	0,5887419	10,324
3809	0,01839	0,000958					0,173
2595	0,43357	0,024294	2125-03.2	Rio Sabandija	119,62604	4,3009601	0,362
2552	0,18033	0,009307					0,151
2679	0,26412	0,014559					0,221
3263	0,080717	0,004688					0,067
985	0,034013	0,001965					0,028
4021	0,023877	0,001208					0,020
4668	0,178248	0,010101	2125-03.2	Rio Jiménez	24,193145	1,1445042	0,737
2562	0,059739	0,003185	2125-03.2	Quebrada Del Rompe	10,646910	0,5668422	0,561
2563	0,034771	0,001874					0,327
2600	0,043147	0,002310					0,405
3266	0,020514	0,001089	2125-03.2	Quebrada Pompona	14,352971	0,7073495	0,143
2753	0,026265	0,001416	2301.2	Rio Gualí	210,431053	10,6664859	0,012
2754	0,031851	0,001767					0,015
TOTAL	3,910906	0,208588			405,207414	18,7911116	22,575

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Palocabildo



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Vda. Góngora, Qda. La Cristalina–Piedras, Tolima

ANEXO 31 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE PIEDRAS

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE PIEDRAS 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Unidades de suelo** 10
5. **Capacidad de uso del suelo** 13
6. **Pendientes** 15
7. **Cobertura de la tierra** 17
8. **Rendimiento hídrico** 18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Piedras 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Piedras. 4
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Piedras. 8
Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras 10
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras 12
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Piedras 13
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras 16
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras 17
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Piedras 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Piedras y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 5
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes 9
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes 11
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes 14
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Piedras y en sus áreas aferentes 16
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes 17
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Piedras y en las áreas aferentes de los acueductos 19
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras 20

MUNICIPIO DE PIEDRAS

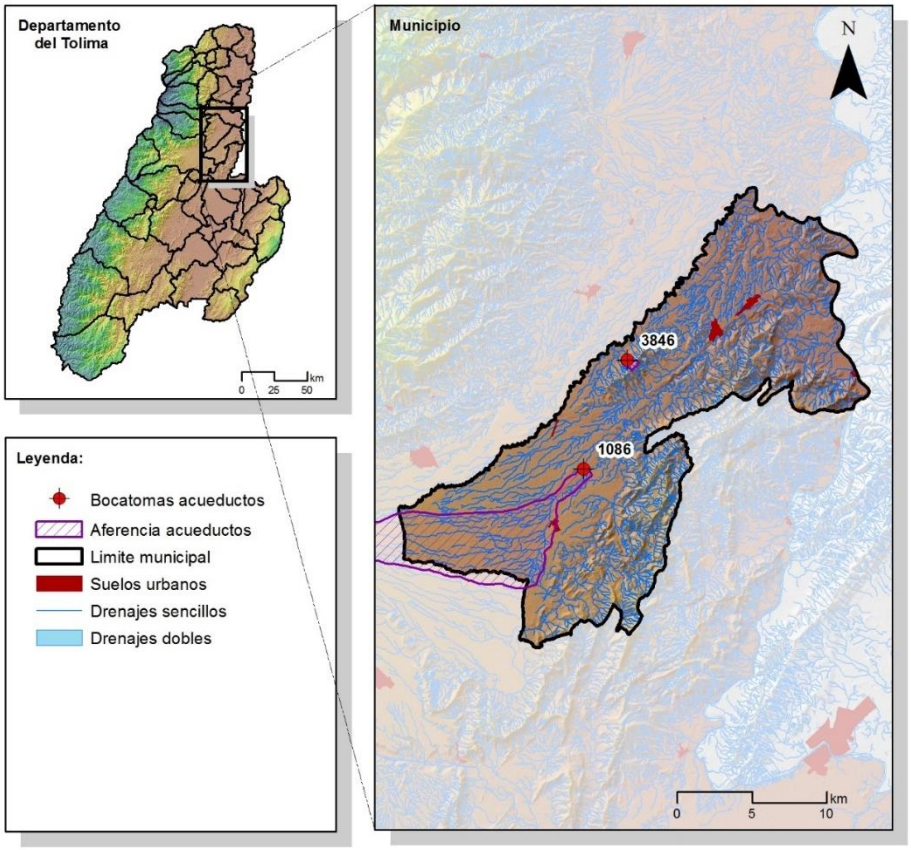
1. Localización

El municipio de Piedras, cuya cabecera se encuentra ubicad aproximadamente a 47 Km, al Oriente de la ciudad de Ibagué, contempla territorios planos o ligeramente ondulados, sobre los que al sur está una zona montañosa de alturas menores a los 700 m.s.n.m. Limita al norte con Alvarado y Venadillo; al occidente con Alvarado e Ibagué; al oriente con Guataquí – Cundinamarca y al sur con Ibagué y Coello.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Piedras se considera como un Patrimonio Ecológico y turístico: En Piedras se cuenta con el Río OPIA lugar en el que parece como si la naturaleza se hubiera ensañado por dejar más de 200 piscinas naturales, que soportan crecidas de agua enormes y como caso curioso conservan siempre su profundidad, la que en algún caso supera los 7 mts. Entre estos se destacan los Balnearios Caracolí, la Fragua, la jabonera, Guadual.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Piedras y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Piedras

LLAVE	NOMBRE	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENTE
			LONGITUD	LATITUD			
3846	J.A.C. VDA. GONGORA	ACTIVOS	-74,931667	4,525444	513	1,15	35,54
1086	MUNICIPIO DE PIEDRAS	ACTIVOS	-74,957810	4,459650	540	16,09	7174,30

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Piedras cuenta con 2 concesiones de agua de activas con un caudal concesionado que corresponden a 17,24 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	16,09
VEREDAL	1	1,15
TOTAL	**2**	**17,24**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de las cuales el río Opía, es la fuente hídrica que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 16,09 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Piedras.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Opía	2122.1	1	16,09
Quebrada La Cristalina	2124.2.46.5	1	1,15
TOTAL		**2**	**17,24**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Piedras:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	2
TOTAL	**2**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

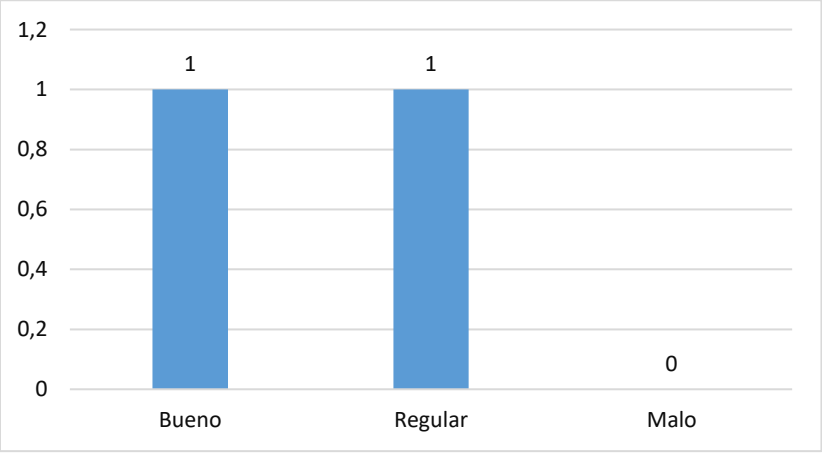
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras lo que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	1	50,00
Regular	1	50,00
Malo	0	0

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las 2 concesiones cuentan con continuidad del servicio, para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Piedras, no fue reportado personal fijo en el área de captación

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	1.206
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

No se identifican usuarios que se encuentren en la informalidad, si las autoridades municipales identifican deben hacer referencia a los usuarios para adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA, a continuación la relación de estos usuarios.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

El promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura

en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura. Ver tabla8 y figura 3.

Abanico de Ibagué

No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, hacia la parte inferior se localizan coladas piroclásticas, flujos de ceniza y flujos de pumita, asociados actividad explosiva del volcán (Thouretet al., 1985); hacia la parte superior del cono o abanico está compuesto por depósitos aluviales, con facies torrenciales.

De acuerdo a Acosta y Ramírez (1985), los fragmentos líticos del Abanico corresponden a un 85% a rocas volcánicas andesíticas, 10% rocas metamórficas (neises, cuarcitas y esquistos) y el 5% restante son rocas intrusivas del batolito de Ibagué. La composición incluye también arenas, limos y arcillas los cuales presentan estructuras sedimentarias. Ver tabla 8 y figura 3.

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE PIEDRAS

Tabla 7. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Piedras.

Ambalema			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

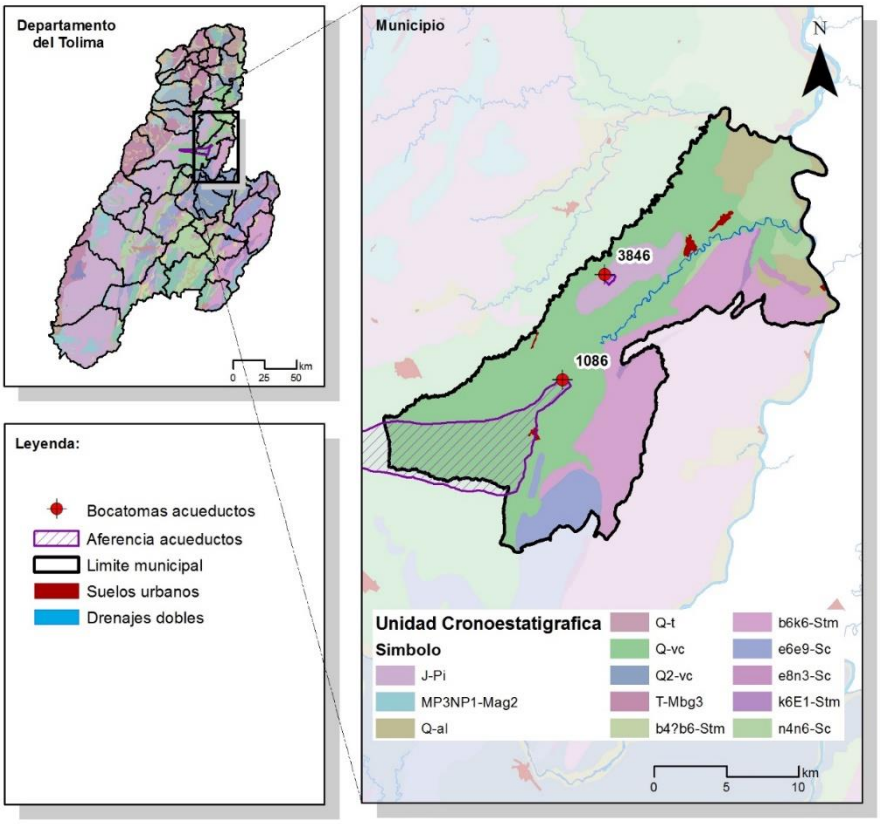
Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Piedras, se determinaron valores de Ph en promedio de 7.74 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 25.54 °C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

Hidrogeología

Hidrogeológicamente estas unidades como el Batolito de Ibagué son clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Los depósitos del Abanico de Ibagué son clasificados como un acuífero libre con agua de buena calidad química, es un acuífero continuo de extensión más regional, de alta productividad (18,1^{3}m/s), según (Plan de Manejo Ambiental Cortolima, 2015). Conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, volcánico.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario	Abanico de Ibagué	7174,307	99,51%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	35,546	0,49%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

4. Unidades de suelo

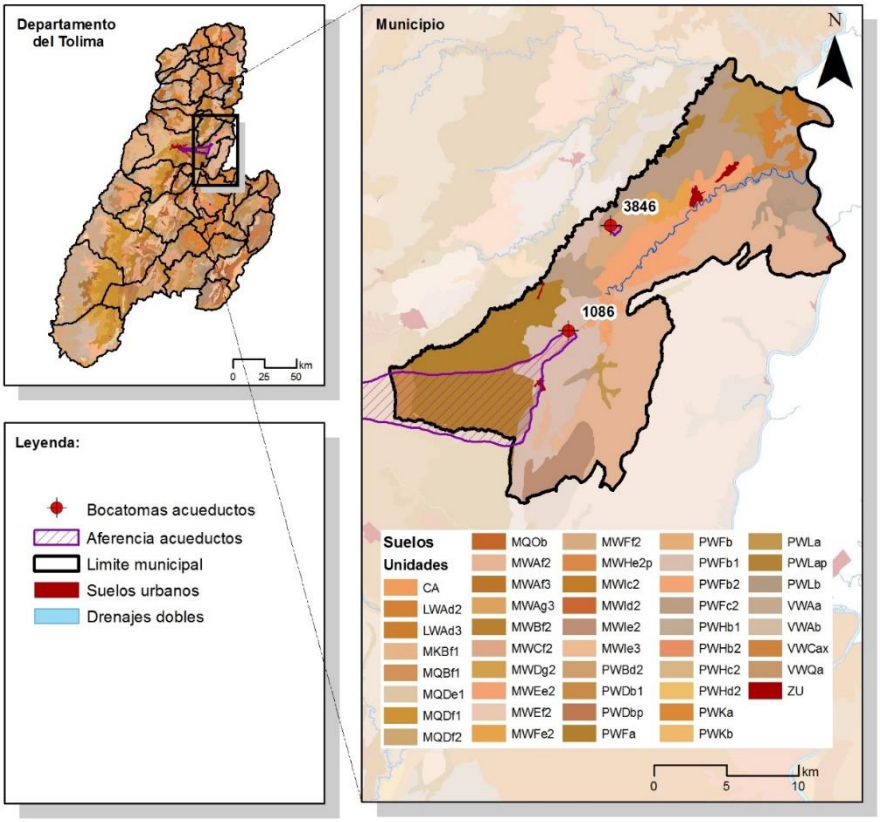
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Piedras se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Piedras se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad PWFa con el 49,123% del área total, estos son suelos superficiales, limitados por piedras, de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos; de fertilidad baja a moderada, estos suelos presentan erosión ligera a moderada, localizado en alturas entre 300 y 600 m, precipitación promedio anual de 1200 mm y temperatura suprior a 24°C.
Relieve ligeramente inclinado, con pendientes de 1-3-12%. Suelos utilizados actualmente en ganadería extensiva y cultivos de arroz, sorgo y maíz, pero baja disponibilidad de agua.

El 34,50% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad PWDb1, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, de texturas variables, de reacción ácida a neutra y de fertilidad moderada, estos suelos presentan erosión ligera, con relieve inclinado, con piedra sobre la superficie en algunos sectores.
Esta unidad corresponde al abanico antiguo de Ibagué, pendientes del 3-7%, la vegetación natural ha sido sustituida por pastos y cultivos de arroz, sorgo y algodón.

Es importante anotar que se encuentran también en menor porcentaje las unidades PWFb1, PWFc2, MWFf2, así como cuerpos de agua y zonas urbanas.

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras

UC Suelo	PAISAJE	TIPO_RELIEVE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	ARAEHA	%
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	2,589	35,839	0,497
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	6,955		
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	1,313		
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	24,980		
MWFf2	Montaña	Lomas	Rocas metamórficas (anfibolitas, neiss y esquistos)	Media	ENTISOLES	35,545	35,545	0,493
MWIe2	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	20,913	20,913	0,290
PWDb1	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ALFISOLES	2487,84	2487,84	34,506
PWFb1	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	492,412	492,412	6,829
PWFa	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	3541,72	3541,72	49,123

UC Suelo	PAISAJE	TIPO_RELIEVE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	ARAEHA	%
PWFc2	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	161,15	161,15	2,235
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	0,84	434,40	6,0251
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	1,11		
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	1,17		
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	431,2		
						7209,85	**7209,85**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

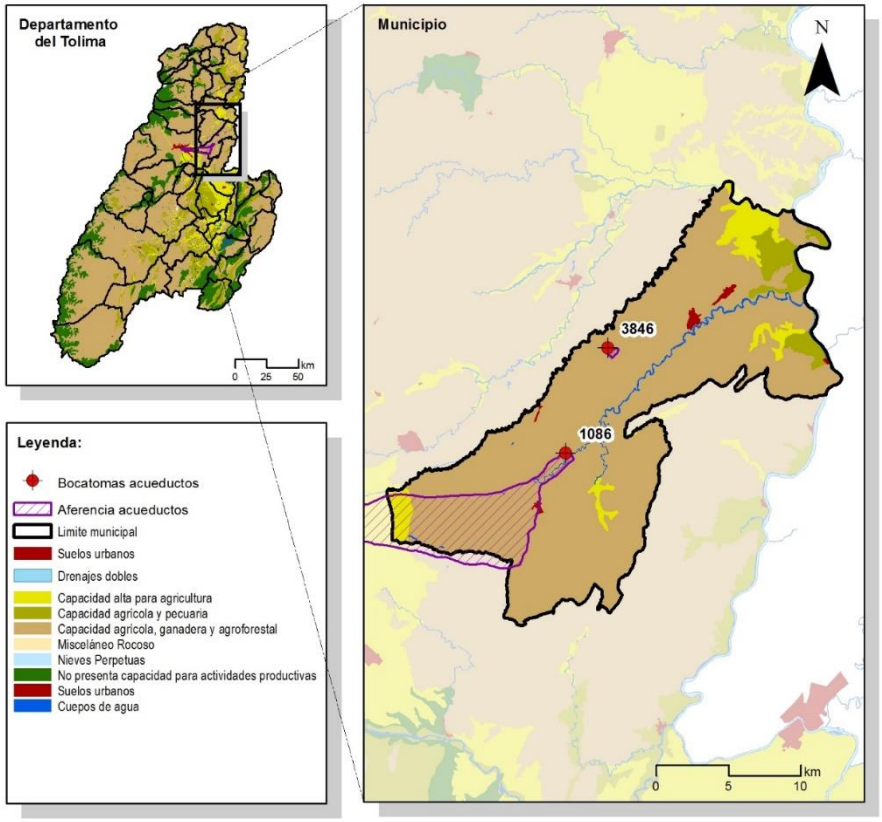
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Piedras

UC CAPACIDAD	ÁREA (HA)	AREA	%
3s	2052,50	2487,85	34,51
3s	435,35		
6s	405,60	4195,30	58,19
6s	3789,70		
7pe	19,77	20,91	0,29
7pe	1,14		
7ps	35,55	35,55	0,49
CA	2,59	11,70	0,16
CA	6,96		

CA	1,31		
CA	0,84		
ZU	1,12	458,55	6,36
ZU	1,17		
ZU	431,27		
ZU	24,98		
TOTAL	7209,85	7209,85	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 58,18% de los suelos de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 6, las cuales son tierras que presentan limitaciones muy severas que en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes, semi densos y densos, también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.

La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyen prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptadas a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y d sombrío, como caña de azúcar, café, caco, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá. Los suelos presentes en la categoría 6s, son suelos con limitación de suelos (s).

El 34,50% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 3, estos suelos agrupan tierras con moderadas limitaciones y restricciones para el uso por erosión, pendiente, suelo, humedad o daño, solos o combinados. Estas disminuyen las posibilidades de selección de cultivos y las épocas de siembra e implican prácticas adecuadas de labranza y cosecha.
Estas tierras se pueden utilizar en agricultura con prácticas moderadas a intensivas de conservación y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento.

El área restante, se encuentra en menores proporciones en las clases agroecológicas 7, CA y ZU.

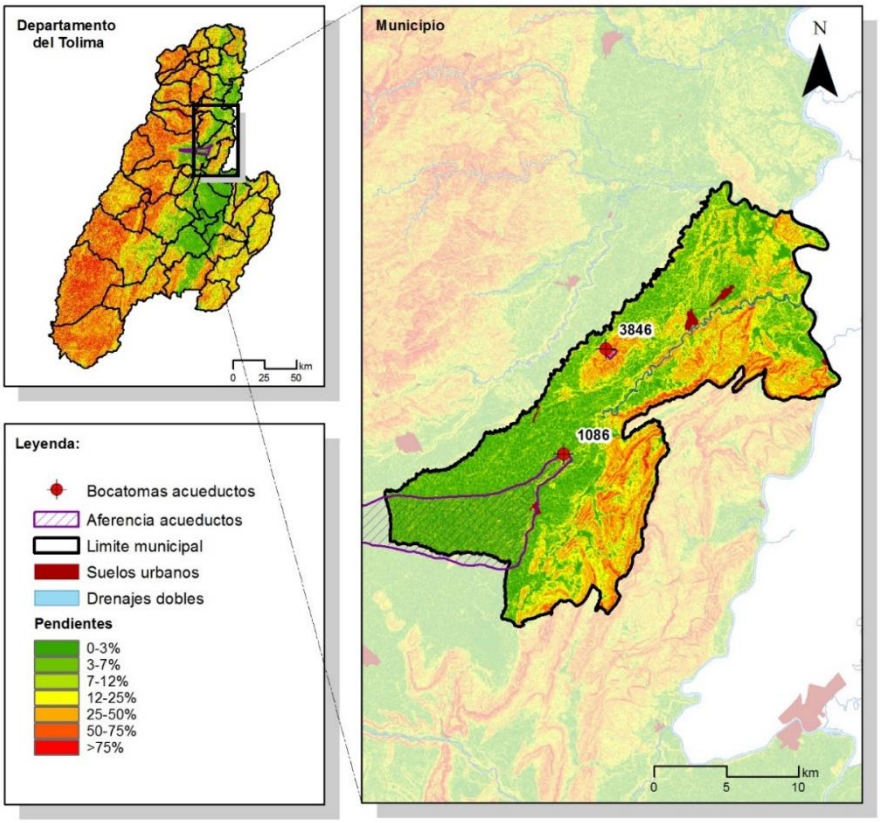
6. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Piedras y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	5,49	0,45
3-7%	Ligeramente inclinado	11,34	0,94
7-12%	Moderadamente inclinado	23,4	1,94
12-25%	Fuertemente inclinado	151,2	12,52
25-50%	Ligeramente escarpado	560,61	46,42
50-75%	Moderadamente escarpado	378,99	31,38
>75%	Fuertemente escarpado	76,77	6,36

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

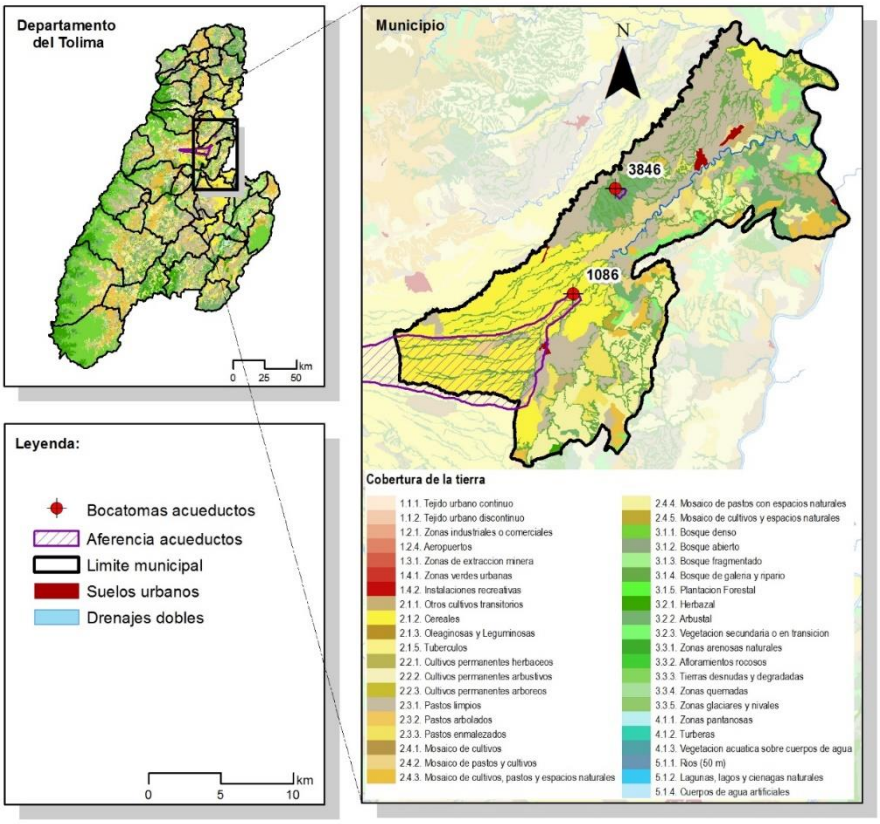
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Piedras se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras es de 25-50% conformando

una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 46,42% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 31,38% y 12,52% respectivamente del total del área.

7. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Piedras se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Piedras y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	515,890	40,67%
2.3.3	Pastos enmalezados	151,204	11,92%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.2.2.1	Arbustal denso	143,009	11,27%
3.1.4	Bosque de galería y ripario	128,136	10,10%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	115,660	9,12%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	76,907	6,06%
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	62,933	4,96%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	39,694	3,13%
2.3.1	Pastos limpios	28,683	2,26%
2.2.2.2	Café	6,449	0,51%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 40,67% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras presentan cobertura de herbazal denso de tierra firme, esta es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación), el herbazal denso de tierra firme se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. El 11,92% de la cobertura presenta pastos enmalezados, que son tierras con pastos y malezas que conforman asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a las escasas prácticas de manejo o a procesos de abandono de los predios; el 11,27% arbustales densos, que están constituidos por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos que forman un dosel irregular y el 10,10% presenta bosque de galería y/o ripario, que hace referencia a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales.

Las áreas restantes las conforman, los herbazales abiertos rocosos y solamente el 3,13% del área en mosaico de pastos y cultivos.

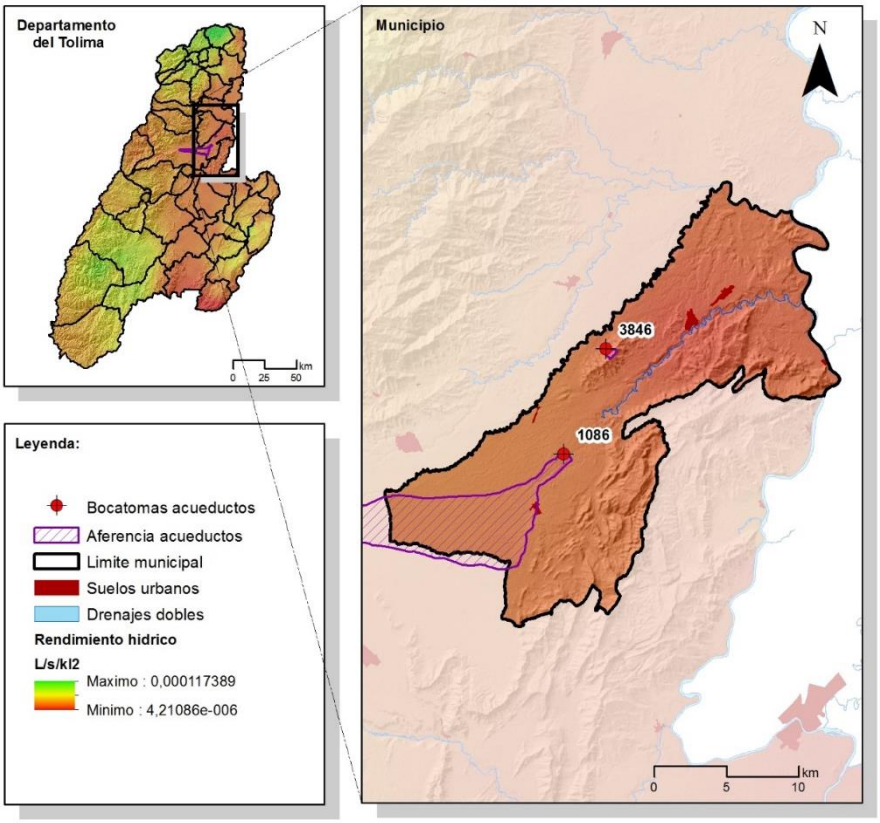
8. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Piedras y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Piedras

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	Microcuenca	Área de la Microcuenca	RENDIMIENTO HÍDRICO SUBZONA ZH (l/s)	RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA MICROCUENCA
3846	35,545802	0,005491	2124	Quebrada La Cristalina	109,323297	2,29	0,239%
1086	7174,307335	1,45467	2122	Rio Opía*	70,364859	1,20	63,322%

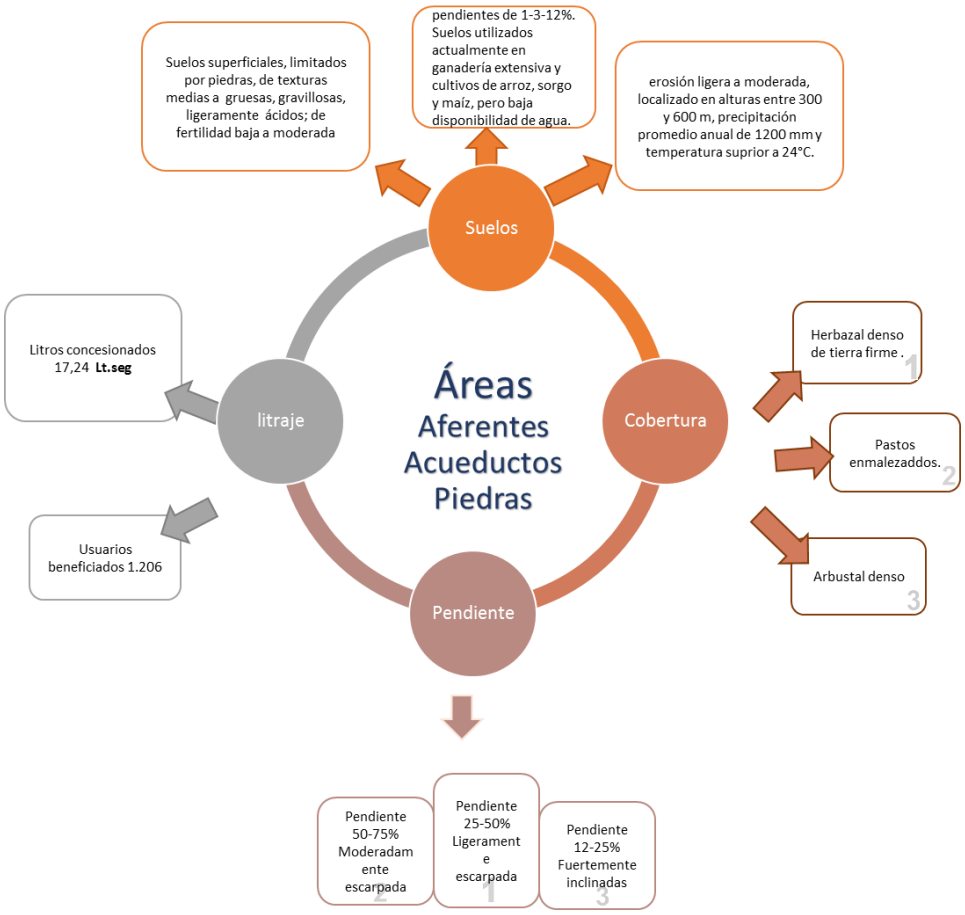
*Microcuencas inmersas en el área aferente afluentes del río Opía.

Microcuenca	Área de la Microcuenca	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA
Quebrada Seis Palmas	10,782574	0,222
Quebrada Miragatos	10,011396	0,205
Quebrada San Javier	16,7752	0,337

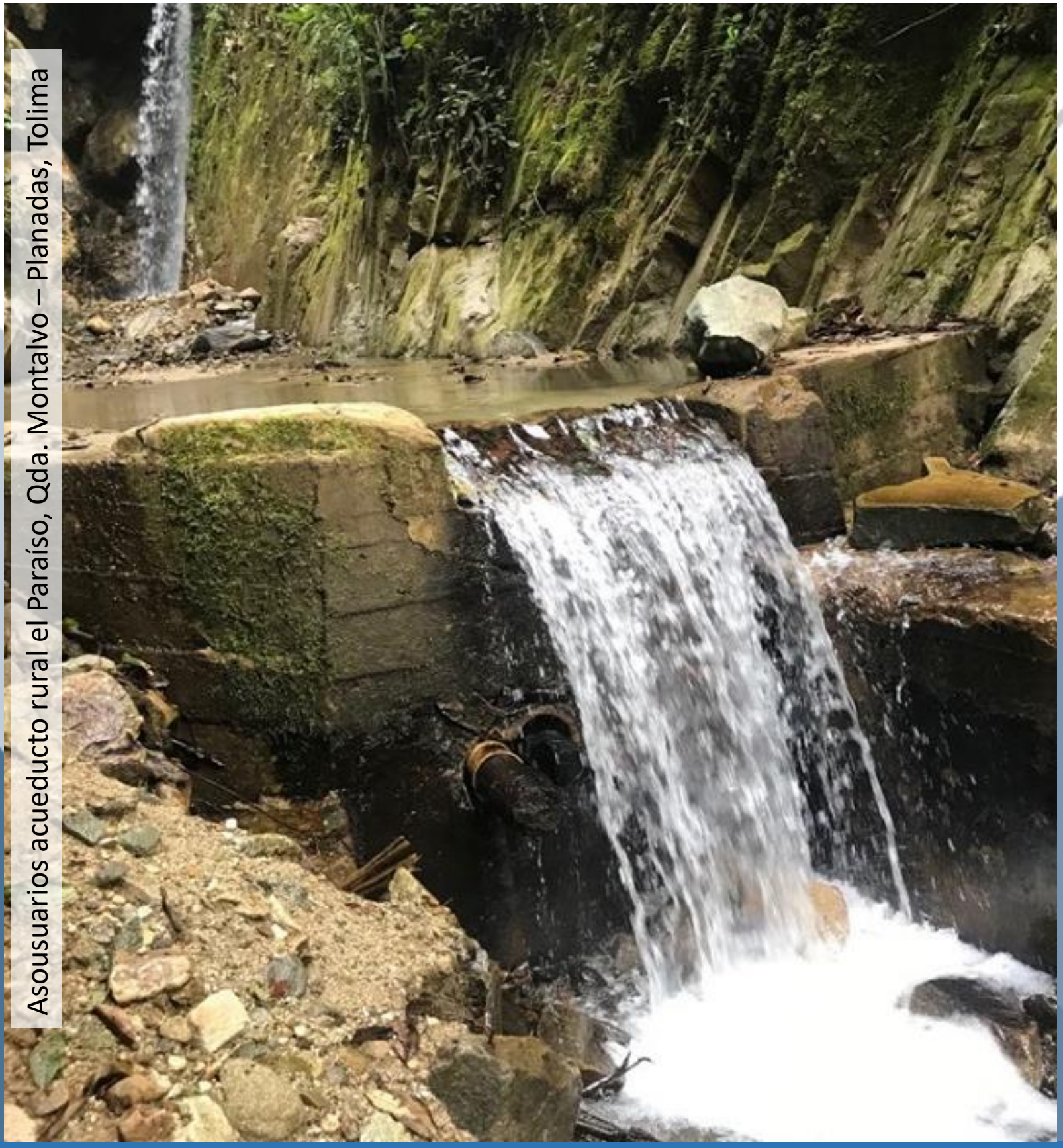
Las áreas aferentes de los 2 acueductos del municipio de Piedras presentan un rendimiento hídrico de 1,46 l/s/Km^2, el cual se encuentra el 40,35% en el municipio de Ibagué y el 59,65% en el municipio de Piedras. El área aferente del acueducto municipal de Piedras, presenta un rendimiento hídrico de 1,45 l/s/Km^2 que corresponde al 63,32% del rendimiento hídrico total de la microcuenca río Opía, Sin embargo dentro del área aferente también se encuentran inmersas las microcuencas Quebrada Seis Palmas, Quebrada Miragatos, Quebrada San Javier, en su totalidad.

El área aferente del acueducto J.A.C. VDA. GONGORA, presenta un rendimiento hídrico de 0,005 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,23% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada la Cristalina.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Piedras



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asousuarios acueducto rural el Paraíso, Qda. Montalvo – Planadas, Tolima

ANEXO 32 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE PLANADAS

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

Municipio de Planadas 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
4. **Unidades de suelo** 18
5. **Capacidad de uso del suelo** 20
6. **Pendientes** 21
7. **Cobertura de la tierra** 23
8. **Rendimiento hídrico** 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Planadas **4**
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA **4**
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Planadas. **5**
Tabla 4. Tipo de obras de captación **5**
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación **6**
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios **6**
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. **9**
Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas **17**
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas. 19
Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Planadas 21
Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas. 23
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas. 23
Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Planadas 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Planadas y sus áreas aferentes **3**
Figura 2. Estado de las obras de captación **6**
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes **16**
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes **18**
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferente**s** **20**
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Planadas y en sus áreas aferentes **22**
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes. 24
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Planadas y en las áreas aferentes de los acueductos. 26
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas 27

Municipio de Planadas

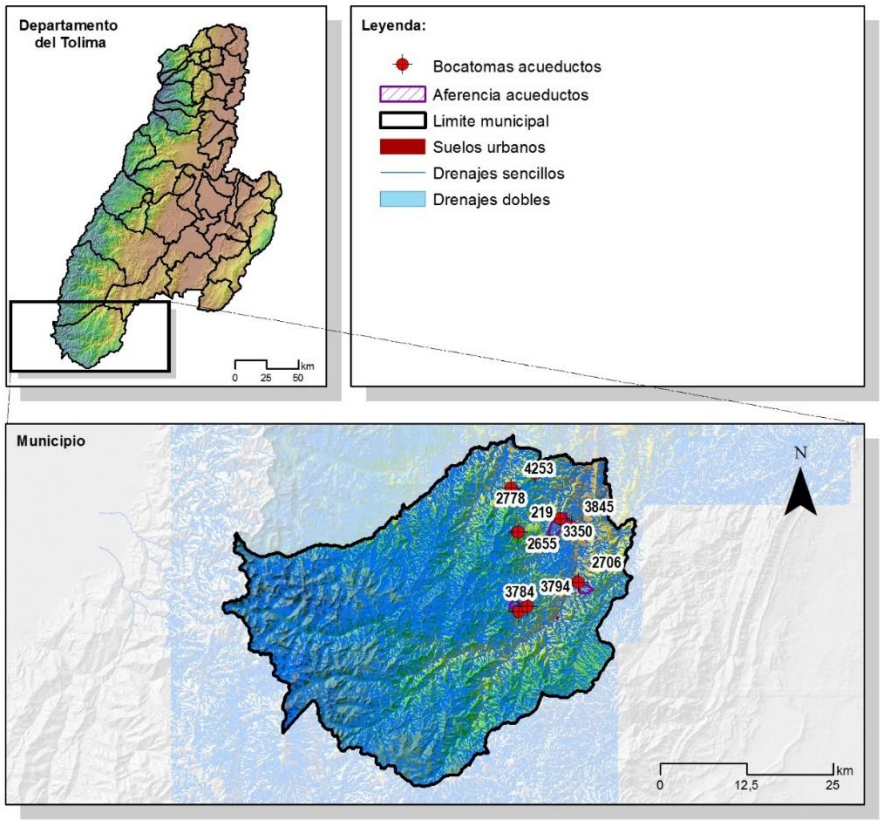
1. Localización

El Municipio de Planadas está ubicado al sur del departamento del Tolima, en las estribaciones de la cordillera central, rama de los Andes colombianos, El área municipal es de 1.646,10 Km2. El territorio es montañoso, su relieve corresponde a la cordillera central de los andes. La mayor altura (5.750 m.s.n.m.) la tiene en el nevado del Huila, que está situado en el extremo sur oeste, en el límite con los Departamentos del Cauca y Huila., ubicado en la subzona hidrográfica del Río Atá.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Planadas cuenta con 11 acueductos entre veredales, corregimiento y municipal. Los cuales presentan un área aferente de 331,195 ha que corresponden al 0,18% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 11 acueductos del municipio de Planadas, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Planadas y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Planadas

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITROS CONCESIONADOS	AREA AFERENTE
				LONGITUD	LATITUD			
219	ASOUSUARIOS ACUED RURAL EL PARAISO	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,72352	3,202932	2458	3	73,351
2655	JAC. VDA. SAN PABLO/PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,6691	3,220492	1866	6,37	23,66
2706	JAC. VDA. SAN ISIDRO/PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,6252	3,137055	1835	4,65	209,625
3350	J.A.C. DE LA VDA. PUEBLITOS DEL MUNICIPIO DE PLA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,68197	3,191195	2008	4	26,626
3784	JAC. VDA. ALTAMIRA/PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,72272	3,098975	2346	64,44	142,345
2778	JAC. VDA. EL EDEN /PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	75,7013	3,27939	2169	5,78	31,961
3845	MUNICIPIO DE PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	75, 65424	3,20955	1467	6,94	601,113
4253	ASO. DE USUARIOS DEL ACUED DEL CORREGIMIENTO DE BILBAO/PLANADS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	75,73267	3,25973	2050	2,32	113,881
3794	JAC. VDA EL OASIS ALTO/PLANADAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	75,71125	3,10592	2400	0,9	10,616

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Planadas cuenta con 11 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 104,08 Lts.seg-1 destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	9	33,86
CORREGIMIENTO	1	5,78
MUNICIPAL	1	64,44
TOTAL	**11**	**104,08**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 11 concesiones mencionadas inicialmente, solo 9 cuentan con continuidad del servicio ya que dos (2) de estas, en la vereda no se cuenta con acueducto ni infraestructura para la captación, transporte y distribución del agua, por tal motivo se están agotando los términos administrativos para poder garantizar la captación del recurso hídrico que corresponde a 5,68 Lts.seg-1.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 5 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de las el río Ata, cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 3 concesiones que corresponden al 33,33% del total de concesiones para acueductos del municipio de Planadas, adicional la Quebrada San Pablo cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 67,44 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Planadas.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Ata	2202	3	9,59
Quebrada San Pablo	2202.11	2	67,44
Quebrada Montalvo	2202.9	2	11,59
Quebrada Cristalina	2201-01.32.7	1	5,78
Quebrada El Quebradon	2202.12	1	4,00
TOTAL		**9**	**98,40**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Planadas:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	6
Otra	2
Presa de derivación	1
TOTAL	**9**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

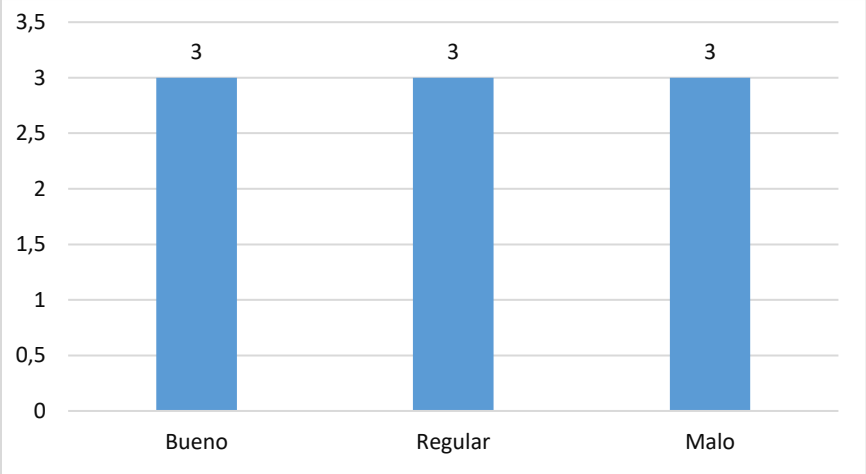
Las visitas realizadas permiten verificar que el 66,66% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	33,33
Regular	3	33,33
Malo	3	33,33

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Planadas, ninguna fue reportada con personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	3.910
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita

separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO2, y 0,8% - 6,2% de K2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO2 y se encuentran más enriquecidas en K2O (4% y 6,4%). Así mismo, las tobas muestran mayores valores en K2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K, mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan

valores de K2O<4%; los contenidos de Al2O3 para valores de SiO2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe2O3, CaO, Na2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016). Ver tabla 8 y figura 4.

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y

otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura. Ver tabla 8 y figura 4.

Grupo Honda (Ngh)

En la región estudiada el Grupo Honda está representado por una secuencia de rocas sedimentarias elásticas, principalmente areniscas gris verdosas, arcillolitas abigarradas y delgados lentes conglomeráticos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada y gradada. El Grupo Honda aparece en contacto fallado con el borde oriental del Batolito de lbagué y tiene un rumbo regional N-NE con buzamiento variable al este y al oeste formando un sinclinal. Stirton (en DE PORTA 1974, p. 313) le asigna al Grupo Honda una edad Oligoceno superior - Mioceno superior. Ver tabla 8 y figura 4.

Grupo Gualanday (PPg)

Este grupo se divide en tres unidades según Raasveldt (1956):

Formación Gualanday Inferior (PPgi)

Está compuesta por una secuencia que a grandes rasgos muestra una tendencia granocreciente; hacia la parte media inferior predominan las areniscas con ocasionales lentes conglomeráticos sobre arcillolitas de color rojizo, que subiendo en la secuencia se van haciendo cada vez más delgados y escasos; en la parte superior predominan los conglomerados finos sobre areniscas y areniscas conglomeráticas; en este sector las arcillolitas aparecen ocasionalmente en capas delgadas cuneiformes. La franja de afloramiento más próxima a Cunday forma parte de la vereda San Antonio, las fincas El Balso, Los Ángeles y los Delfines. La segunda área situada más hacia el Oriente forma parte de las fincas El Corinto, Campo Alegre, entre otras. En el área, la Formación Gualanday Inferior está constituida por areniscas cuarzosas amarillentas a rojizas intercaladas con bancos de arcillolitas abigarradas.

Formación Gualanday Medio (PPgm)

Está constituida por dos niveles; la parte inferior (200 a 300 m) está compuesta por intercalaciones de arcillolitas rojas con areniscas lodosas de color amarillo crema, verdoso y gris, con lentes delgados de conglomerados de chert, cuarzo y ocasionalmente con fragmentos volcánicos y metamórficos, localmente con cemento calcáreo. La parte superior (400 m) está constituida principalmente por arcillolitas de color rojizo, formando un nivel blando con morfología suave que contrasta con las rocas del Gualanday Superior.

Formación Gualanday Superior (PPgs)

Se encuentra sólo en el Sinclinal de Colombia (esta unidad forma el núcleo del Sinclinal de Prado al norte de la zona de estudio); es una unidad predominantemente de litoarenitas conglomeráticas de color amarillo claro, con guijos de cuarzo, chert, roca ígnea y esporádicamente metamórfica con

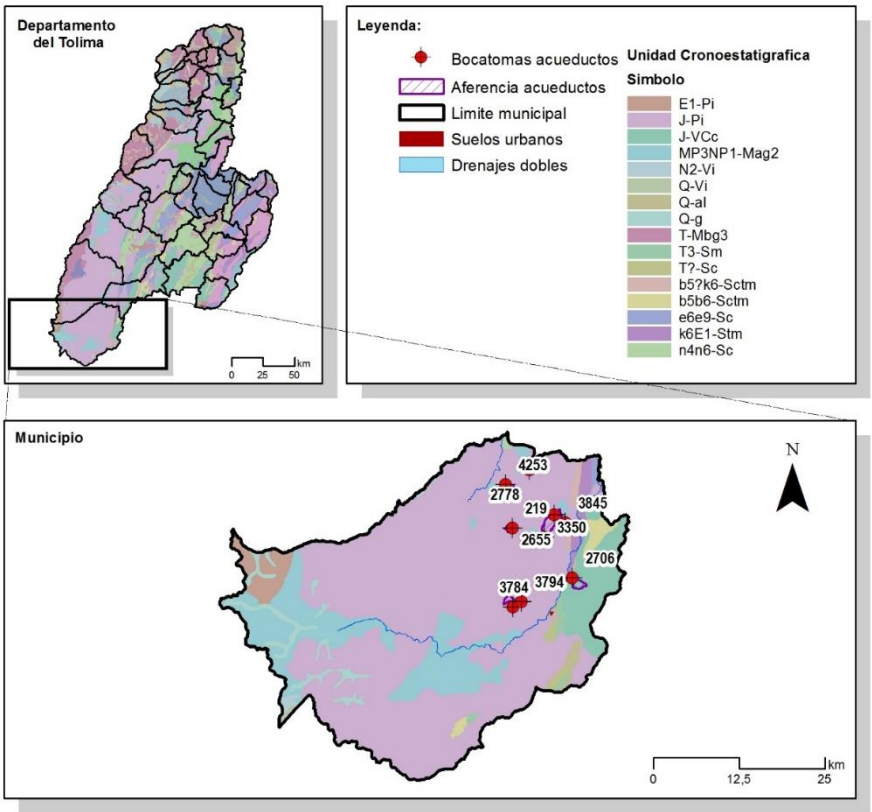
interdigitaciones con areniscas y areniscas conglomeráticas separados por capas convergentes de arcillolitas. Cossio y otros (1995). Ver tabla 8 y figura 4.

3. HIDROGEOLOGÍA

Hidrogeológicamente la formación Saldaña, los Neis y Esquistos de Tierradentro, el Batolito de Ibagué y el Complejo Cajamarca son clasificados como acuífugos, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

La formación Honda y el Grupo Gualanday, se pueden clasificar como acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y volcanoclástico acuíferos generalmente confinados; capacidad de baja a media 0.05 a 2.0 litros por segundo.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas

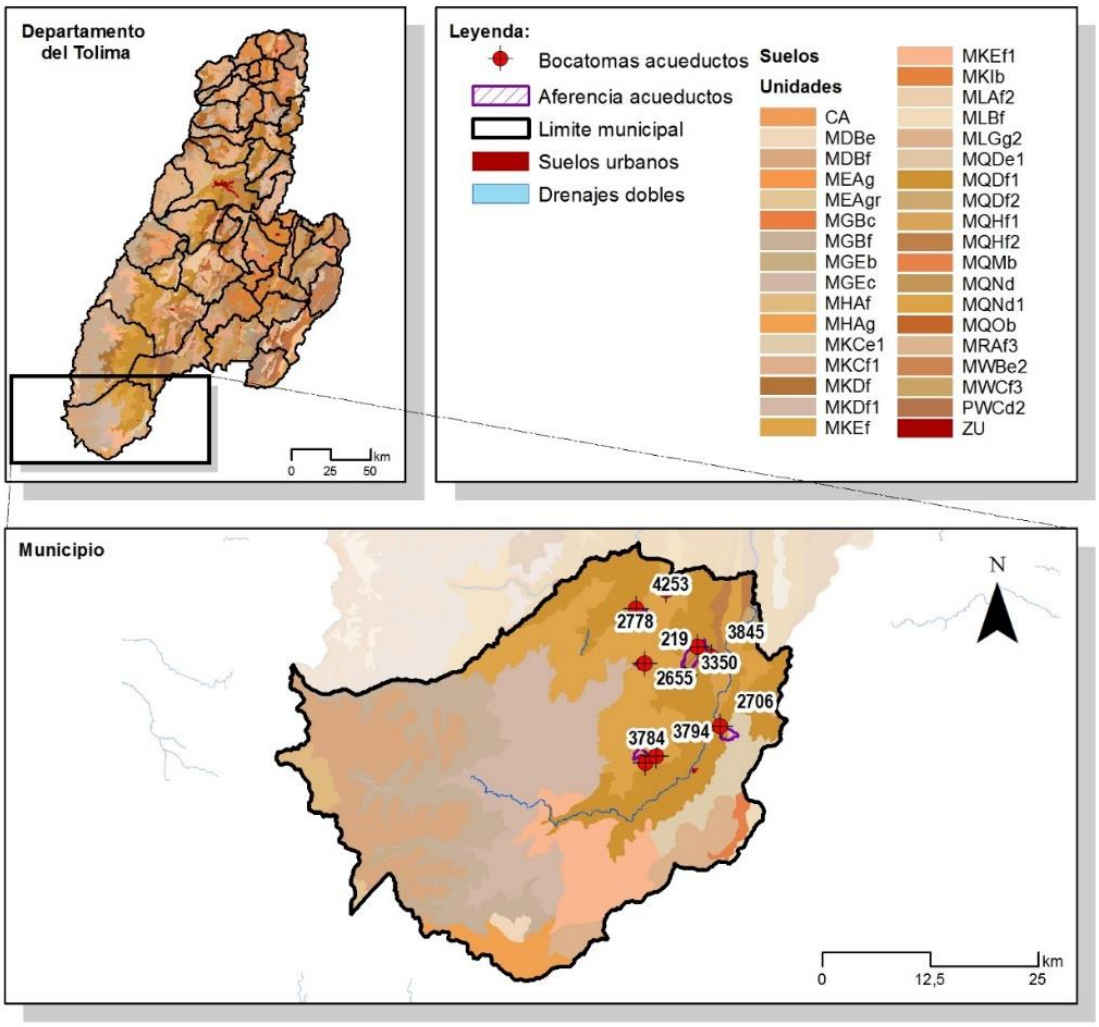
Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
E1-Pi	Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros.	Paleoceno	Batolito de Santa Bárbara	11530,85	1,489%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	48787,23	6,302%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña	676,59	0,087%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de San Cayetano	413570,82	53,421%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	43016,19	5,556%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	6232,15	0,805%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro, Complejo Icarco, Gneis del Davis	51056,71	6,595%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano	Stock de La Albania	3099,56	1,277%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda	17496,31	5,664%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		11530,85	3,172%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		48787,23	1,184%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		676,59	1,438%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		413570,82	0,258%
T-Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico	Formación Luisa	43016,19	0,246%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	6232,15	0,905%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	51056,71	6,526%

4. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de Planadas se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas se encuentran principalmente en suelos MKEf, los cuales se encuentran en un 82,74% del total de las áreas, en suelos MKCe1 en el 10,09% y en suelos MQDf1 en un 7,16%; la unidad MKE es la unidad más extensa dentro del clima frío húmedo; en altitudes de 2000 a 3000 m, con precipitaciones de 2500 a 2800 mm y temperaturas de 12 a 18°C. Presenta suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas, ácidos y rico en materia orgánica y de fertilidad moderada. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar crestas longitudinales inclinadas, con flancos abruptos de relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas, mayores de 50%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se separaron las siguientes fases, (ambas de la subclase VIIt, por su capacidad de uso).

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA(HA)	%
MKCe1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	Andisoles	33,449	10,093
MKEf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	Andisoles	274,212	82,744
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	23,733	7,161

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Los suelos presentados en el municipio de Planadas, presentan las siguientes características: los suelos **MQDf1** son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 50-75%, erosión ligera, relieve quebrado a escarpado. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva.

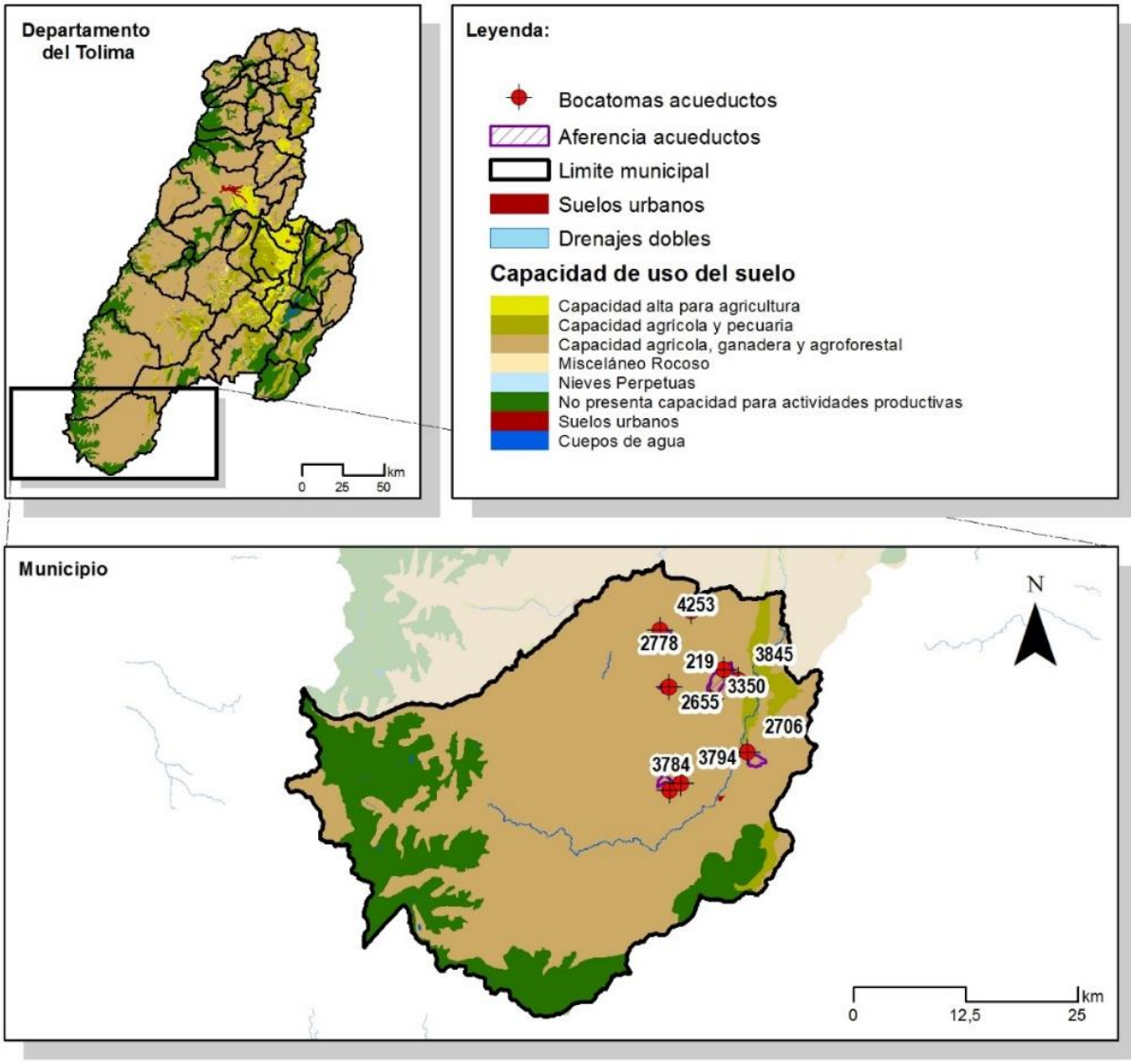
Los suelos **MKCe1**, son suelos profundos y moderadamente profundos, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50%, erosión ligera, relieve fuertemente ondulado a quebrado. Tierras dedicadas a la ganadería extensiva con pastos naturales y muy poco mejorados, también existen algunos sectores con vegetación arbórea.

Finalmente los suelos **MKEf,** son suelos profundos y superficiales, bien drenados, de texturas medias, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 50-75%, relieve fuertemente ondulado a quebrado. Tierras dedicadas a la ganadería extensiva con pastos naturales y muy poco mejorados, también existen algunos sectores con vegetación arbórea.

Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Planadas

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	33,44	10,09
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	23,73	7,16
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	274,21	82,74

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 89,906% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7ps, son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo(s).

El 10,094 % restante de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas se encuentra en la clase agroecológica 6, las cuales son tierras que presentan limitaciones muy severas que en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes, semi densos y densos, también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.

La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.

La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyen prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptadas a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y d sombrío, como caña de azúcar, café, caco, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá. Los suelos presentes en la categoría 6p, son suelos con limitación de pendiente (p)

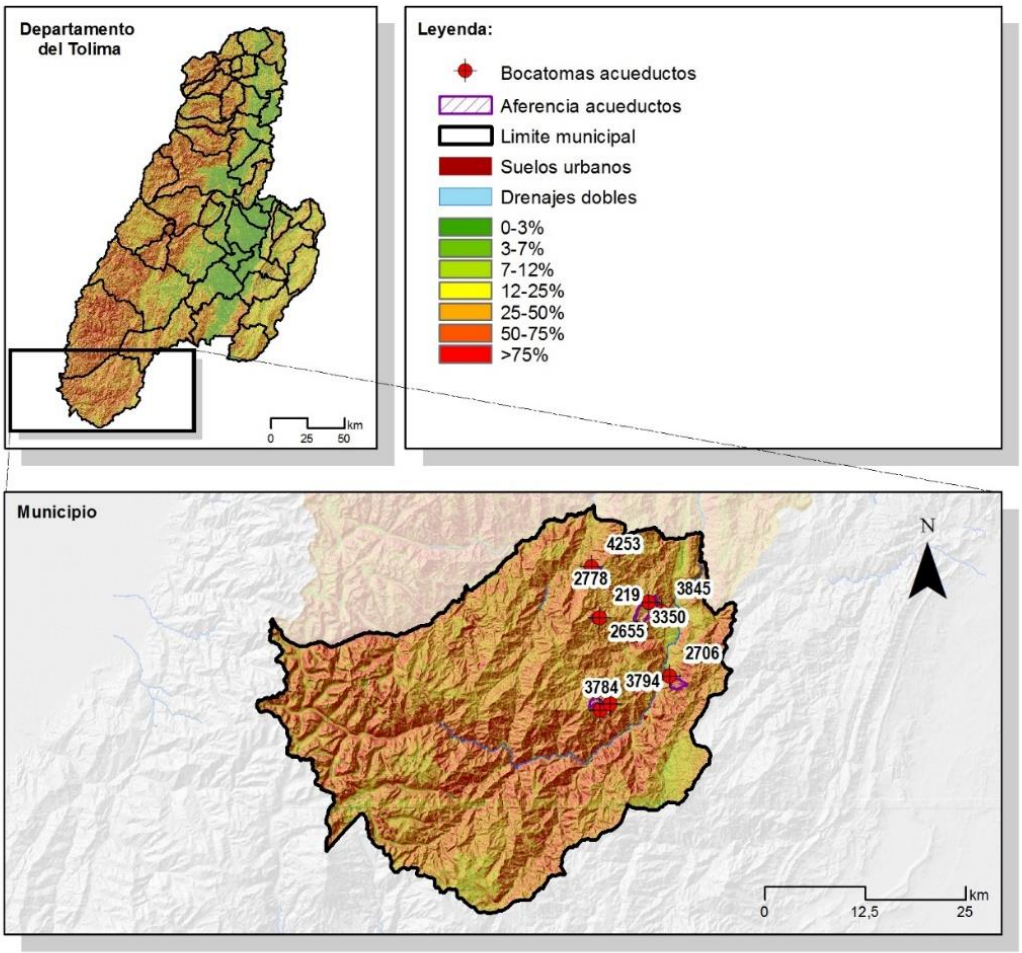
5. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Planadas y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Planadas se observan en la tabla 10, relacionando las mayores pendientes en los acueductos de las llaves 2655, 219 y 2706, con pendientes entre el 12-25%, y las menores pendientes en el acueducto de las llaves 2778, 3350 y 3784 con pendientes entre el 7-12%.

Tabla 11. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas.

Rangos	Descripción	Cantidad de pixeles	Porcentaje de cubrimiento
0 - 3	Plano	11	0,313
3 - 7	Ligeramente inclinado	26	0,74
7 - 12	Moderadamente inclinado	54	1,54
12 - 25	Fuertemente inclinado	393	11,20
25 - 50	Ligeramente escarpado	1973	56,27
50 - 75	Moderadamente escarpado	876	24,98
>75	Fuertemente escarpado	173	4,93
TOTAL		**3506**	**100**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

6. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Rovira se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

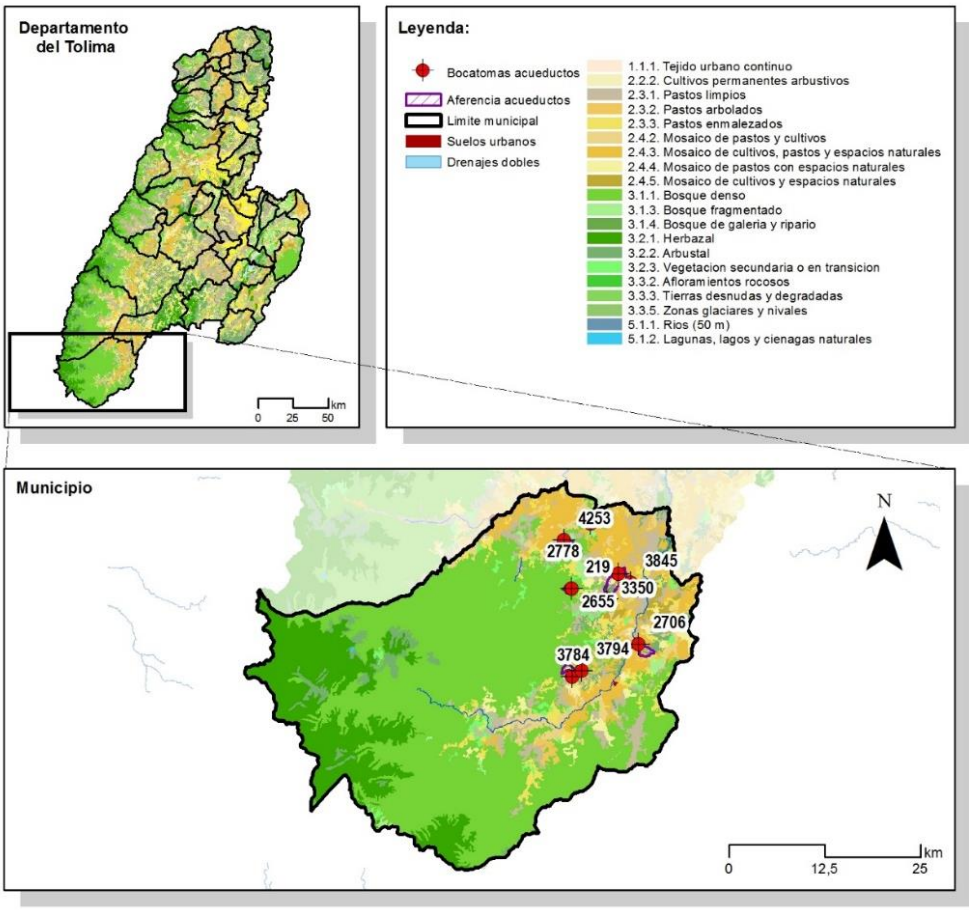
Tabla 12. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas.

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	AREA (ha)	% COBERTURA	% COBERTURA
3.1.1.1.1	Bosque denso	14,404	4,346	4,346
2.3.1	Pastos limpios	0,043	0,013	4,598
2.3.1	Pastos limpios	15,195	4,585	
2.3.3	Pastos enmalezados	29,179	8,805	9,941

2.3.3	Pastos enmalezados	3,766	1,136	
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	12,180	3,675	3,675
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	10,939	3,301	3,301
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	49,131	14,826	18,825
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	1,271	0,383	
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	11,983	3,616	
3.1.1.1.1	Bosque denso	17,505	5,282	46,739
3.1.1.1.1	Bosque denso	5,413	1,633	
3.1.1.1.1	Bosque denso	131,973	39,824	
3.2.2.1	Arbustal	28,413	8,574	8,574

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Planadas y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 51,08% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas presentan cobertura de bosque densos, constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).

El 18,82% del área global presenta cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales, constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas.

Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 9,94% del área se encuentra con cobertura de pastos enmalezados, el 8,57% en cobertura arbustal, el 6,97% en cobertura de mosaico de pastos y cultivos, finalmente con un 4,59% de cobertura de pastos limpios.

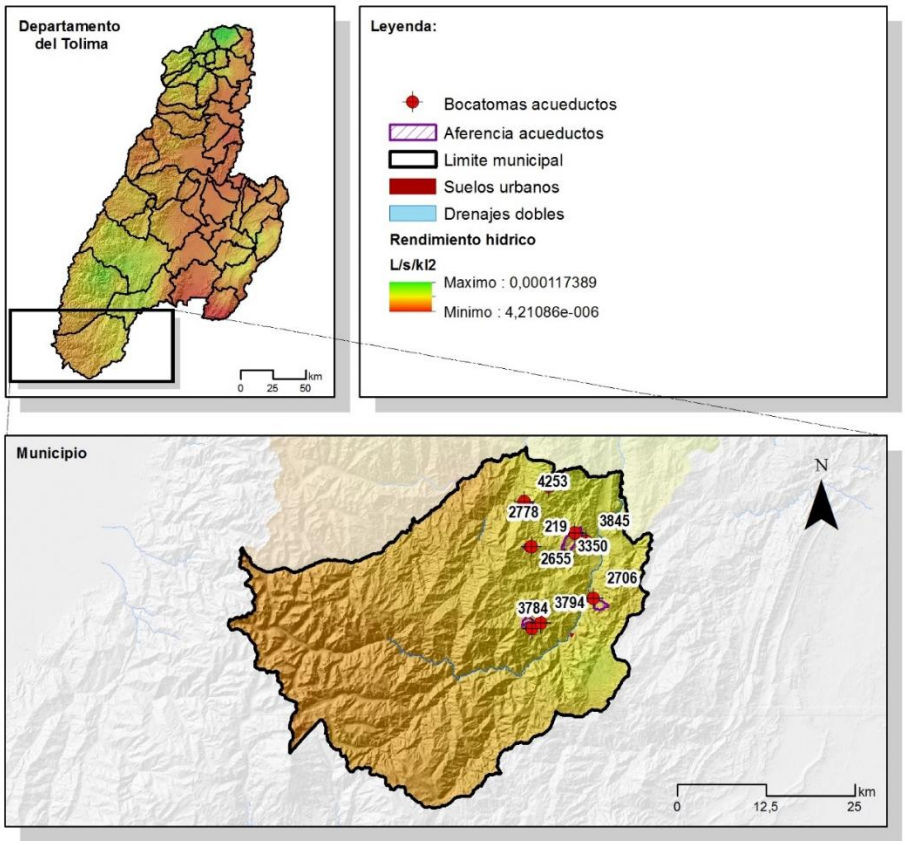
7. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Planadas y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 13. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Planadas

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	% RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTO A LA MICROCUENCA
219	73,35	0,000037	2202.9	Quebrada Montalvo	5.320,34	2,35	0,00%
2655	23,66	0,000039	2202.11	Quebrada San Pablo	790,92	0,34	0,01%
2706	209,63	0,000037	2202	Rio Ata	59.465,96	21,83	0,00%
3350	26,63	0,000038	2202.12	Quebrada El Quebradon	7.619,29	3,02	0,00%
3784	142,35	0,000036	2202	Rio Ata	59.465,96	21,83	0,00%
2778	31,96	0,000041	2202.9	Quebrada Montalvo	5.320,34	2,35	0,00%
3845	601,11	0,000039	2202.11	Quebrada San Pablo	790,92	0,34	0,01%
4253	113,88	0,000037	2201.1	Quebrada Cristalina	654,94	0,27	0,01%

3794	10,62	0,000037	2202	Rio Ata	59.465,96	21,83	0,00%
	1.233,18	**0,000341**					

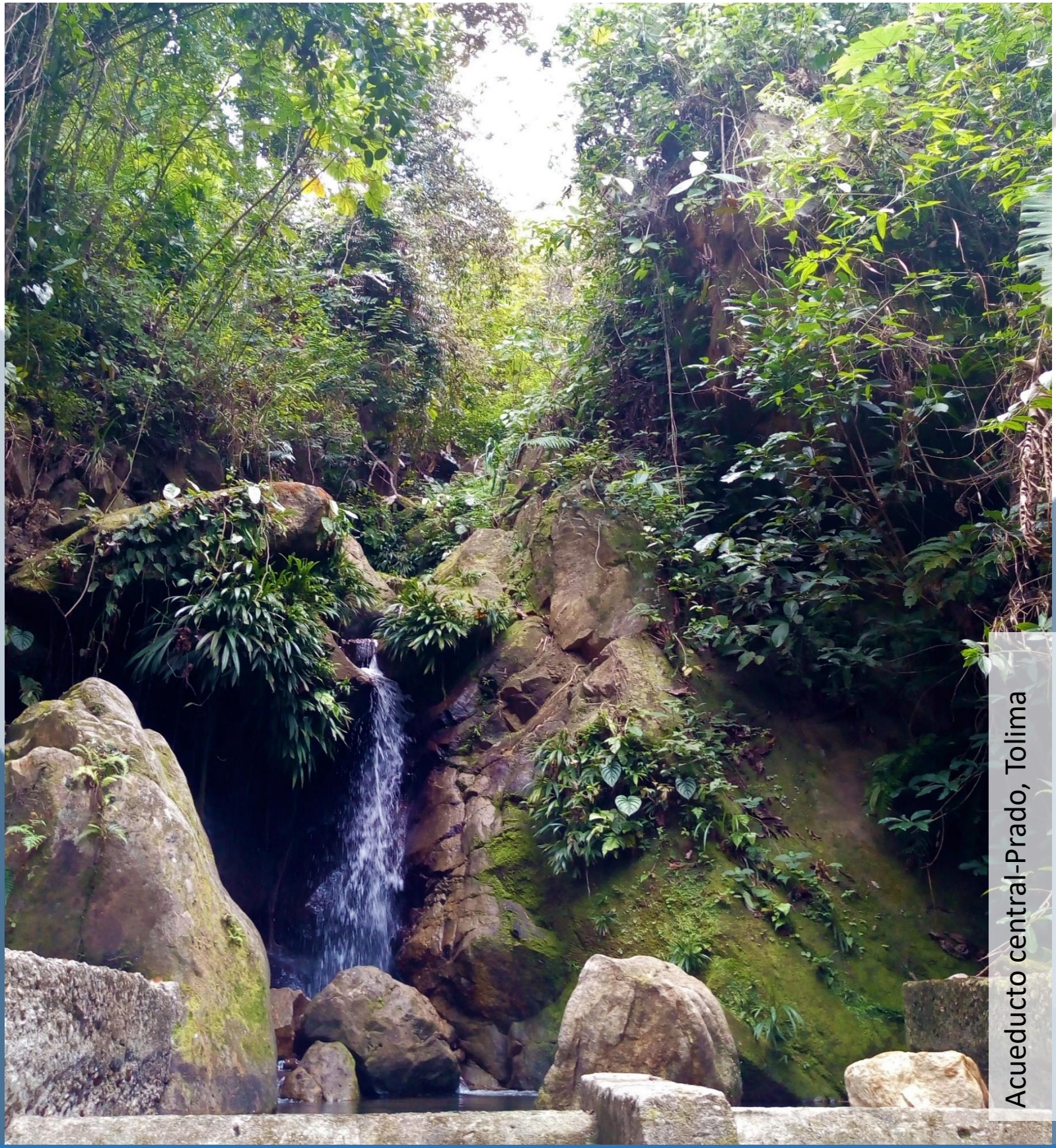
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 9 acueductos del municipio de Planadas presentan un rendimiento hídrico de 0,0003 l/s/Km^2 que corresponden al 0,054% del rendimiento hídrico total del municipio de Planadas. El área aferente del acueducto municipal de Planadas, presenta un rendimiento hídrico de 0,000037 l/s/Km^2 que corresponde al 0,014% del rendimiento hídrico total de la microcuenca la Cristalina, pues abarca el 98% del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la JAC. VDA. Altamira/Planadas, con 0,000036 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,0002% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada rio Atá.

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto central-Prado, Tolima

ANEXO 33 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE PRADO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

Municipio de Prado 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquimia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4. **Hidrogeologia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 16
7. **Pendientes** 18
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Prado..... 3
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA..... 5
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Prado.. 6
Tabla 4 Tipo de obras de captación..... 6
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación..... 7
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios..... 7
Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos el municipio de Prado..... 10
Tabla 8 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado..... 12
Tabla 9 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado..... 14
Tabla 10 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Prado..... 17
Tabla 11 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado..... 18
Tabla 12 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado..... 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Prado y sus áreas aferentes..... 5
Figura 2. Estado de las obras de captación..... 7
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes..... 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes..... 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes..... 16
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Prado y en sus áreas aferentes..... 19
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes. 20
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Prado y en las áreas aferentes de los acueductos. 22
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado..... 24

Municipio de Prado

1. Localización

Prado se encuentra en una meseta a unos 321 msnm situada en la margen derecha del río Magdalena y cruzado por su afluente, el río Prado; a una distancia de la capital del departamento de 108 km. Con grandes extensiones de tierras fértiles de valles y montañas; divididas en tres sectores, definidos así por las características del terreno cordillera de Montoso, el sector El Plan y la represa conocida como el "Mar Interior de Colombia". Ocupa una extensión de 428 km², de las cuales 97 forman el área urbana es decir 0,23% y el 99,77% el sector rural.

El municipio está determinado como típicamente tropical con las características normales de cada sector pues gracias a la diversidad morfológica cuenta con diferencias climáticas, que van desde los 19 Cº que caracteriza la cordillera de Montoso y sus alrededores hasta los 29 Cº en el sector de la represa y El Plan.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

Prado es un municipio del departamento de Tolima, ubicado a 2 horas de Ibagué, la capital del departamento, y a 5 horas de Bogotá. Su principal atractivo es la Represa de Hidroprado, ubicada a 15 minutos del municipio y alimentada por las aguas de los ríos Cunday y Negro, y de la que nace el río Prado.

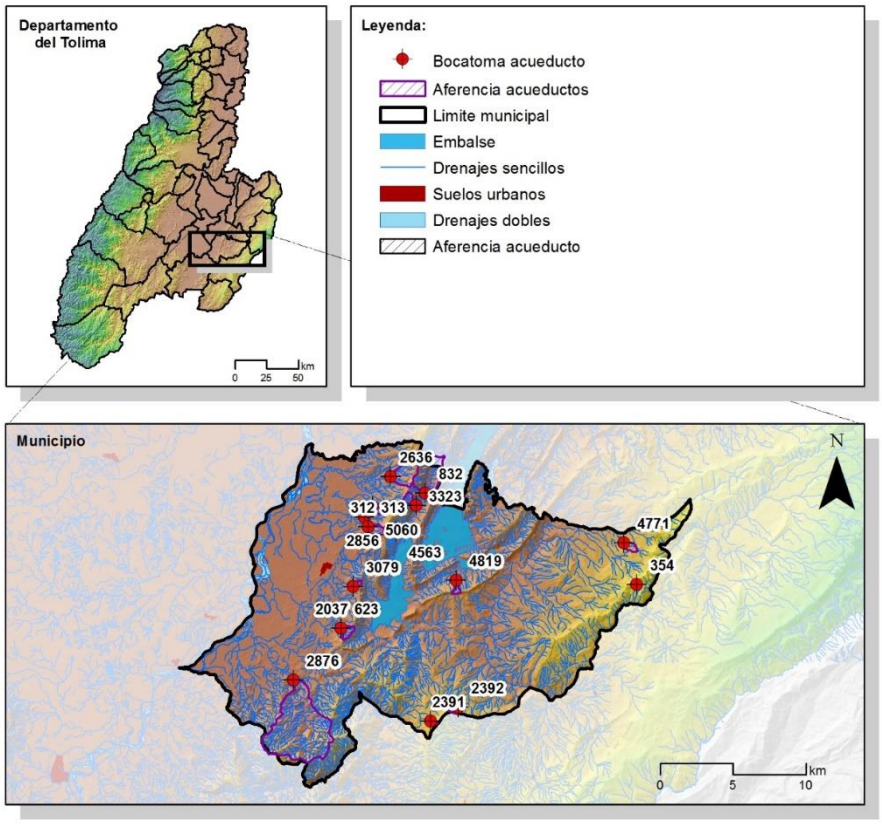
Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Prado

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO
				LONGITUD	LATITUD		
2391	J.A.C. VEREDA MALTA PRADO TOLIMA.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,863920	3,654930	1149	2,01
2392	J.A.C. VDA OJO DE AGUA PRADO TOLIMA.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,846904	3,663657	1031	1,73
2876	JAC. ADMINISTRADORA ACUED VDA. PEÑON ALTO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,948692	3,680424	388	3,79
623	JAC. VDA. LA CHICA/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,919309	3,712322	431	1,00
2037	JAC. VDA. LA CHICA/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,919354	3,712553	426	0,70
3079	JUNTA DE USUAR ACUED Y ALCANTARILLADO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,911897	3,738301	425	1,00

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO
				LONGITUD	LATITUD		
354	ASOC. DE USUAR ACUED DE MONTOSO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,736650	3,739718	1507	2,00
4819	J.A.C. VEREDA ISLA DEL SOL DEL MUNICIPIO DE PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,848177	3,742231	452	1,00
4771	JAC. VDA. VEGONES.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,744610	3,765472	996	2,04
4563	JAC. VDA. EL PUERTO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,885429	3,772519	486	3,15
312	JAC. VDA. CHENCHITO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,902715	3,775475	420	1,70
313	JUNTA DE USUAR ACUED Y ALCANTARILLADO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,902715	3,775475	420	6,43
2856	JAC. VDA. CHENCHITO/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,904941	3,781377	349	1,15
5060	JAC VDA CHENCHITO/PRADO	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,900072	3,787926	437	0,91
3323	MUNICIPIO DE PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,872960	3,788700	396	20,00
832	MUNICIPIO DE PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,867310	3,796380	420	32,18
2636	JAC. VDA. LA PRIMAVERA/PRADO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,888651	3,806532	428	3,10

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Prado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

ESTADO ACUEDUCTOS VEREDALES MUNICIPIO DE PRADO

El municipio de Prado cuenta con 19 concesiones de agua, de las cuales 17 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 83,89 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	4	59,61
VEREDAL	13	24,28
TOTAL	**17**	**83,89**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 19 concesiones mencionadas inicialmente, solo 17 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada “Archivada” bajo resolución 303 de

06/10/2017, identificada con llave 453 del usuario JAC. VDA. CHENCHITO/PRADO, con un caudal otorgado de 0,95 Lts.seg^{-1} y otra concesión que realizó “Renovación” del usuario MUNICIPIO DE PRADO llave 753, a la cual se le otorgó nueva concesión con llave 832 y 3323 mediante auto 033 de 17/01/2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 7 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Prado la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 7 concesiones que corresponden al 41,18% del total de concesiones para acueductos del municipio de Prado, adicional la quebrada Corinto cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 52,18 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Prado.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Prado	2116	7	17,44
Quebrada El Hatillo	2116.1	3	2,70
Rio Negro	2116.4	2	3,73
Quebrada Corinto	2116.10	2	52,18
Quebrada De Aco	2116.6	1	2,04
Quebrada Tortugas	2115.16.1	1	3,79
Quebrada Santa Rita	2115.16.3	1	2,01
TOTAL		**17**	**83,89**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Prado:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma sumergida	8
Toma de rejilla	7
Otra	2
TOTAL	**17**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

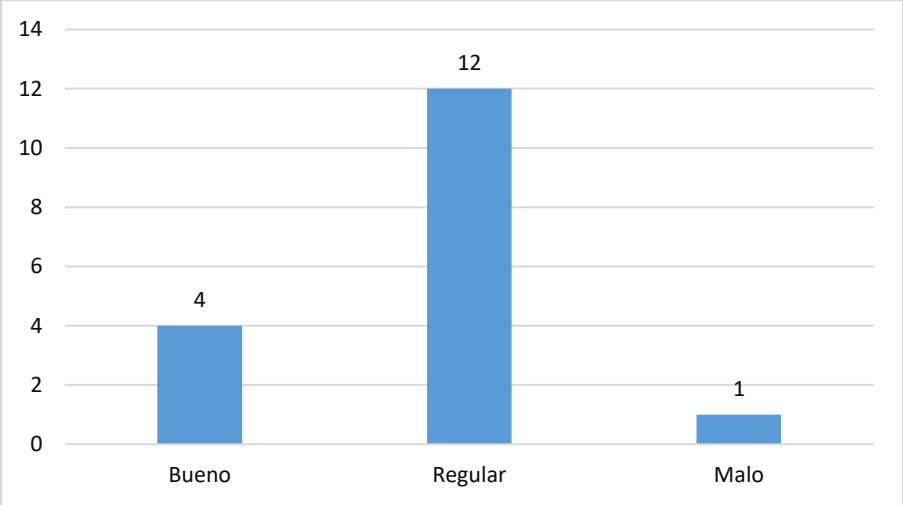
Las visitas realizadas permiten verificar que el 76,47% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	4	23,53
Regular	12	70,59
Malo	1	5,88

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Prado, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	15.755
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Honda (NgH)

El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla, Natagaima-Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones.

Las rocas del Grupo Honda que afloran en el Valle Superior del Magdalena corresponden a la llamada Formación Villavieja de Wellman (1970), que se subdivide en los Miembros Volcánico Baraya y Cerro Colorado; el primero consta de areniscas de grano fino a medio y arcillolitas de colores predominantemente grises, con abundante aporte volcánico, mientras que el segundo está constituido por capas rojas finogranulares.

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villavieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima.

El contacto inferior, en la parte norte del Valle Superior, ha sido citado como discordante, reposando sobre diferentes unidades litológicas. El contacto superior es discordante con la Formación Mesa; algunos autores establecen que este límite es concordante. Terrazas y aluviones del río Magdalena cubren la unidad discordantemente.

Arcillolitas de la Formación Guaduas y unidades equivalentes (KPga)

Corresponde a una secuencia de arcillolitas y lutitas de color rojizo dominante, que ha recibido los nombres de Formación o Grupo Guaduas (HUBACH, 1957), Formación Seca (PORTA, 1965, 1966) o Grupo Guaduala (BELTRÁN y GALLO, 1968); de estos nombres el más usado y arraigado en la literatura geológica es el de Formación Guaduas. Estas denominaciones se han usado para describir las rocas de composición arcillosa, ubicadas estratigráficamente por encima de las rocas del Cretácico Superior y por debajo del Grupo Gualanday, en los valles Medio y Superior del Magdalena y en la Cordillera Oriental.

Por lo regular ocupa áreas planas a ligeramente onduladas del valle del Magdalena, como se puede observar en la carretera Guamo-Ortega, entre el río Ortega y la cabecera municipal; en la zona de Cunira, al oriente del Municipio de Coello y entre Payandé-Valle de San Juan y el río Cucuana.

La secuencia consta de arcillolitas y lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas grises y amarillo crema, de grano fino, algunas veces con aspecto de "sal y pimienta". Las areniscas varían en su composición desde ortocuarcíticas, en la base, hasta arcósicas, en la parte superior. Localmente se presentan intercalaciones de conglomerados con clastos de chert y cuarzo.

El contacto inferior no ha sido determinado exactamente, debido a que casi siempre está cubierto; algunos autores hablan de una posible discordancia sobre el Cretácico Superior, aún sin comprobar. El contacto superior con el Grupo Gualanday algunas veces ha sido interpretado como discordante, debido al cambio brusco de litología (MENDIVELSO, 1982); por lo general se acepta concordante (TELLEZ y NAVAS, 1962; COSSIO et al., 1995). El espesor es muy variable y difícil de establecer debido al carácter monótono de la secuencia y a la ausencia de niveles estratigráficos guías; generalmente se acepta una potencia entre 400 y 500 m.

La edad de esta unidad arcillosa está documentada desde el Maastrichtiano hasta el Paleoceno (Cretácico Superior - Paleógeno).

Las arcillolitas de esta secuencia son explotadas para ladrillería y alfarería; en la zona de Cunira (Municipio de Coello) se extraen para uso en la industria del cemento.

Grupo Olini (K1)

Este nombre fue utilizado por Petters (1954, en JULIVERT, 1968), para agrupar tres unidades conocidas como "Chert Inferior, Miembro Arenoso y Chert Superior". Hubach (1957) extendió el nombre al Valle Superior del Magdalena y Porta (1965) lo redefine e indica como sección de referencia los afloramientos ubicados en el camino que de Piedras conduce al caserío de La Tabla, en el Departamento del Tolima.

Litológicamente consta de dos niveles de limolitas y lodolitas silíceas con chert, en el tope (Primera Lidita o Lidita Superior) y la base (Lidita Inferior o Segunda Lidita) de la secuencia, separados por un nivel de lutitas y lodolitas oscuras que en algunos sectores se tornan arenáceos o predominantemente areniscas, como en la zona de la represa de Hidroprado. El espesor de cada uno de los miembros constituyentes es variable y en conjunto pueden sumar alrededor de 200 m; Cossio et al., (1995) indican 379 m, en la represa de Hidroprado.

El contacto inferior con el Grupo Villeta es concordante y neto, marcado en la base del primer paquete silíceo de la Lidita Inferior; el contacto superior está determinado por el tope del último nivel silíceo de la Lidita Superior.

Con base en microfósiles Vergara (1994) asignó el Grupo Olini al Santoniano - Campaniano; por palinoestratigrafía Jaramillo y Yepes (1994) determinaron una edad entre finales del Coniaciano y finales del Campaniano; estos datos corresponden al Cretáceo Superior.

Los niveles silíceos del Grupo Olini son muy utilizados para recebo. Los paquetes arenáceos se utilizan para obtener arenas, que pueden tener aplicación en la industria del vidrio o como material de construcción. Dentro de las liditas, especialmente en la inferior, se encuentran con relativa frecuencia niveles fosfáticos que en los diversos sitios en donde han sido reportados no tienen interés económico.

Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos el municipio de Prado.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano		798,674	29,89%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		782,790	29,30%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Lodolitas de Fusagasugá	37,800	1,41%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	772,574	28,91%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	185,343	6,94%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	94,869	3,55%

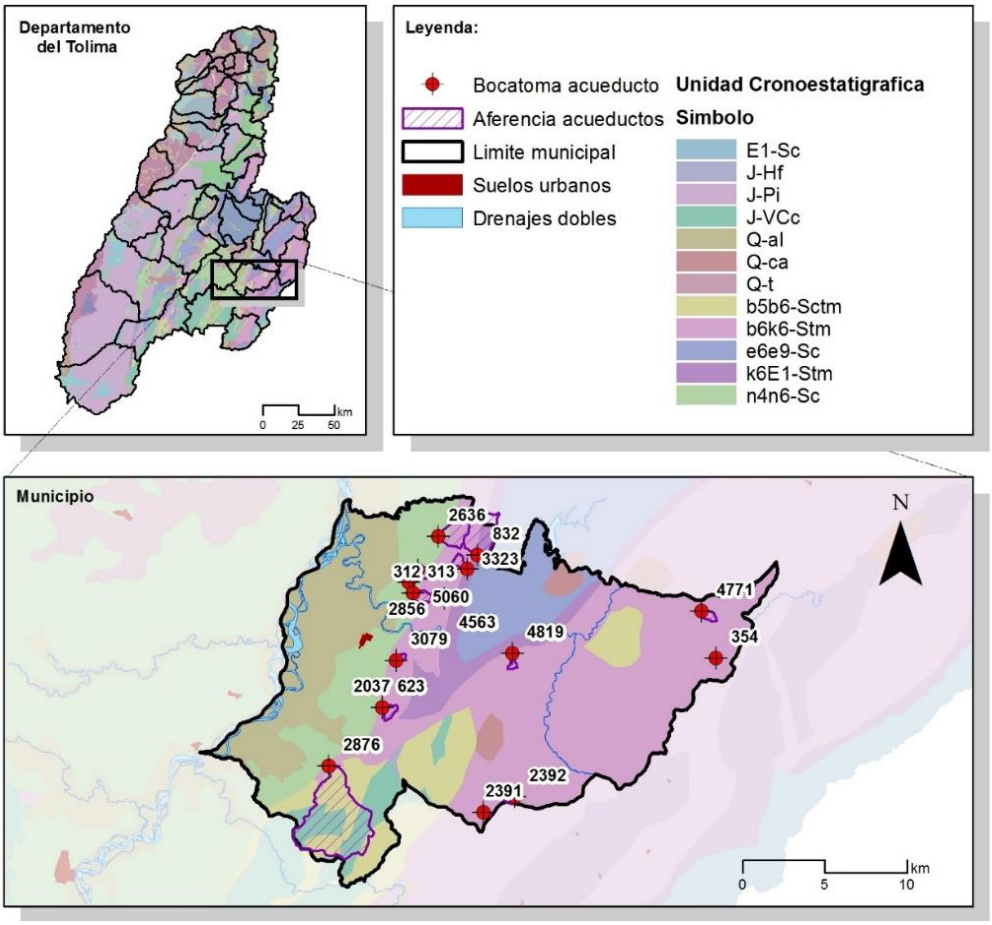
4. Hidrogeología

Sistemas de acuíferos de media productividad, con capacidad especifica entre 1.0 y 2.0 l/s/m.

Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 8 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado

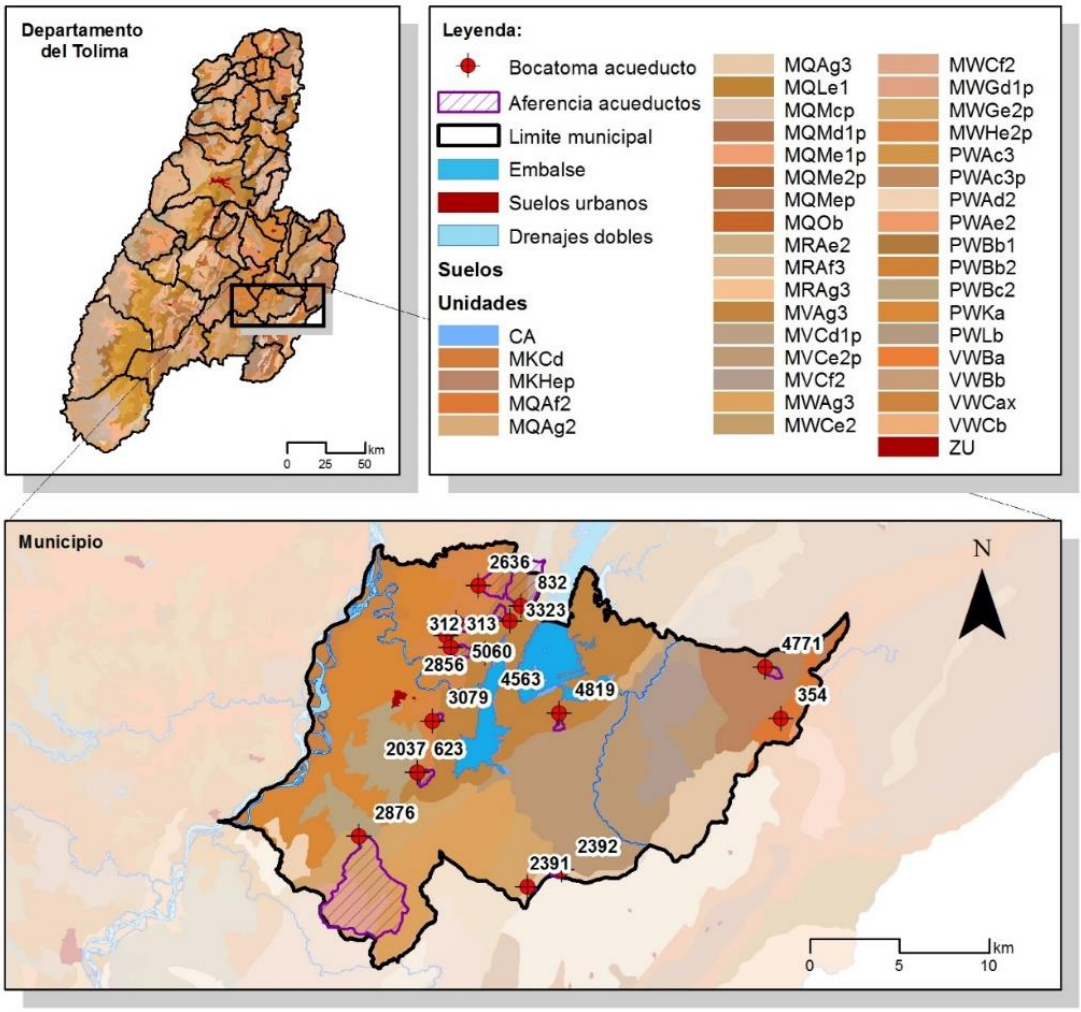
Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano		798,674	29,89 %
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		782,790	29,30 %
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Lodolitas de Fusagasugá	37,800	1,41%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	772,574	28,91 %
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	185,343	6,94%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	94,869	3,55%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de Prado se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado se encuentran principalmente en suelos MWCf2, los cuales se encuentran en un 26,73% del total de las áreas, en suelos MVAg3 en el 22,33% y en suelos MWGe2p en un 20,82%; la unidad MWC es la unidad más extensa dentro del clima cálido seco. Presenta suelos superficiales excesivamente drenados, de texturas medianas y gruesas, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por presentar relieve

fuertemente quebrado moderado a fuertemente escarpado, pendientes largas con afloramientos ocasionales de roca y de erosión moderada a severa.

Tabla 9 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado.

UC Suelo	CLIMA_1	PAISAJE	TIPO_RELIE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	714,31	26,73
MVAg3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	596,73	22,33
MWGe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	VERTISOLES	556,33	20,82
MWAg3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	ENTISOLES	311,17	11,65
MWHe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas tobáceas)	Fina	ENTISOLES	253,08	9,47
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	129,49	4,85
MQMep	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	49,17	1,84
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	36,19	1,35
MVCe2p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	INCEPTISOLES	9,17	0,34
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	8,42	0,32
PWBc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	7,91	0,30

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Los suelos presentados en el municipio de Prado, presentan las siguientes características: los suelos **MWCf2**, Presenta suelos superficiales excesivamente drenados, de texturas medianas y gruesas, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja.

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de lomas, caracterizado por presentar relieve fuertemente quebrado moderado a fuertemente escarpado, pendientes largas con afloramientos ocasionales de roca y de erosión moderada a severa, pendientes del 25 al 50%. Suelos prácticamente inutilizados debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.

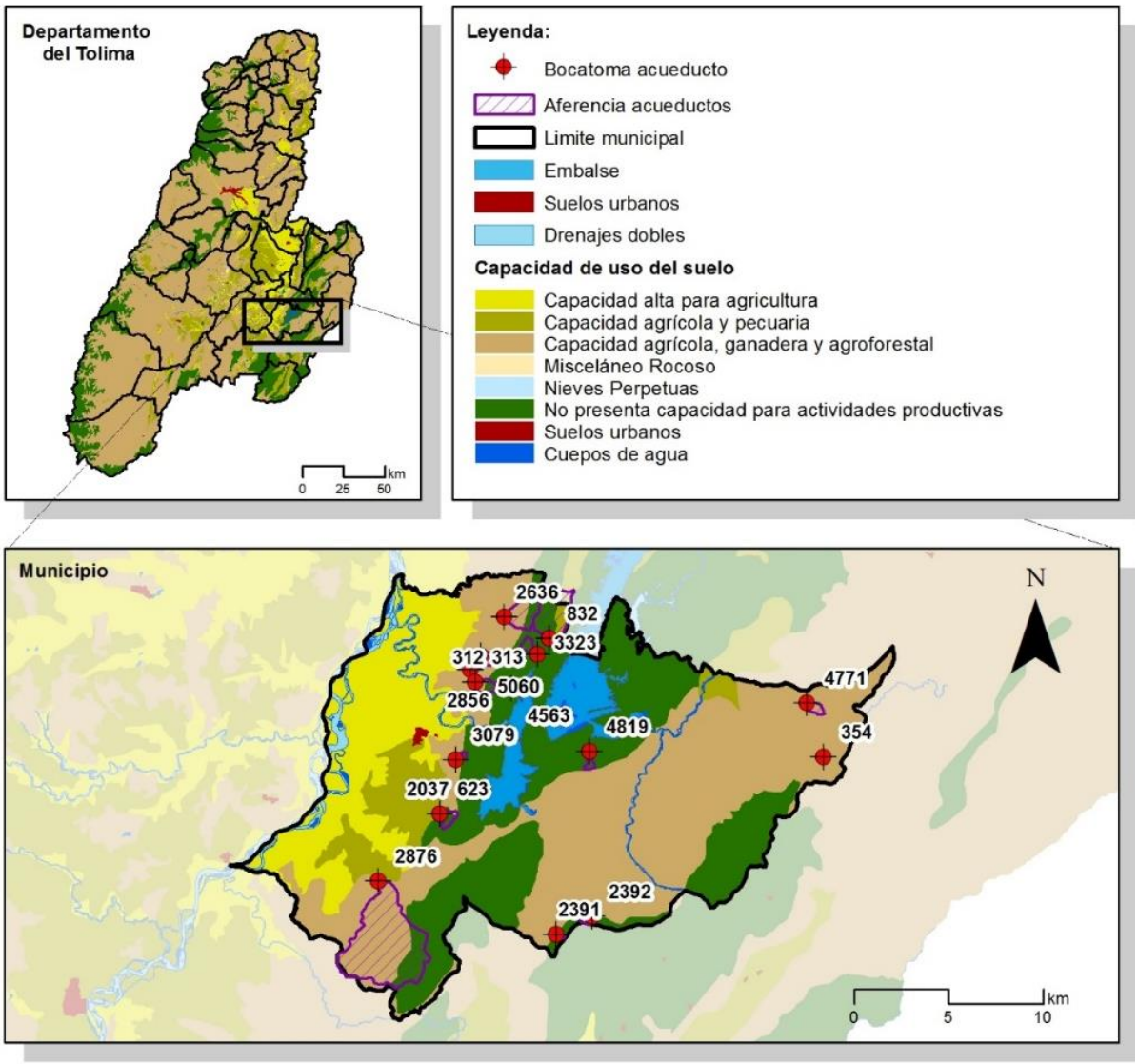
Los suelos **MVAg3**, son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas finas, medias y gruesas, ácidos, bajos en materia orgánica y de fertilidad baja; fase de pendiente mayores del 75%, erosión severa, relieve moderado a fuertemente escarpado.

Finalmente los suelos **MWGe2p,** son suelos moderadamente profundos y superficiales de texturas finas, ligeramente ácidos y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50%, erosión moderada y pedregosa.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Prado.

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	AREA	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1271,589	39,479
8	No presenta capacidad para actividades productivas	944,087	29,311
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	809,413	25,130
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	129,493	4,020
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	49,175	1,527
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	9,167	0,285
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	7,988	0,248
		3220,912	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 64,6% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro.

La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p), los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 29,31 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado se encuentra en la clase agroecológica 8, Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

En la clase 8 se incluyen tierras misceláneas tales como: tierras malas (bad lands) o misceláneos erosionados, playas, dunas, glaciares, afloramientos rocosos,

cárcavas, fosos de grava y de cantera, vaciaderos, cauces de ríos, tierras de ripio, minas de sal, tierras de escoria, calvas y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m. Los páramos, manglares, humedales y algunas áreas muy escarpadas, entre otras, son lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica, recreacionales y de turismo ecológico.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

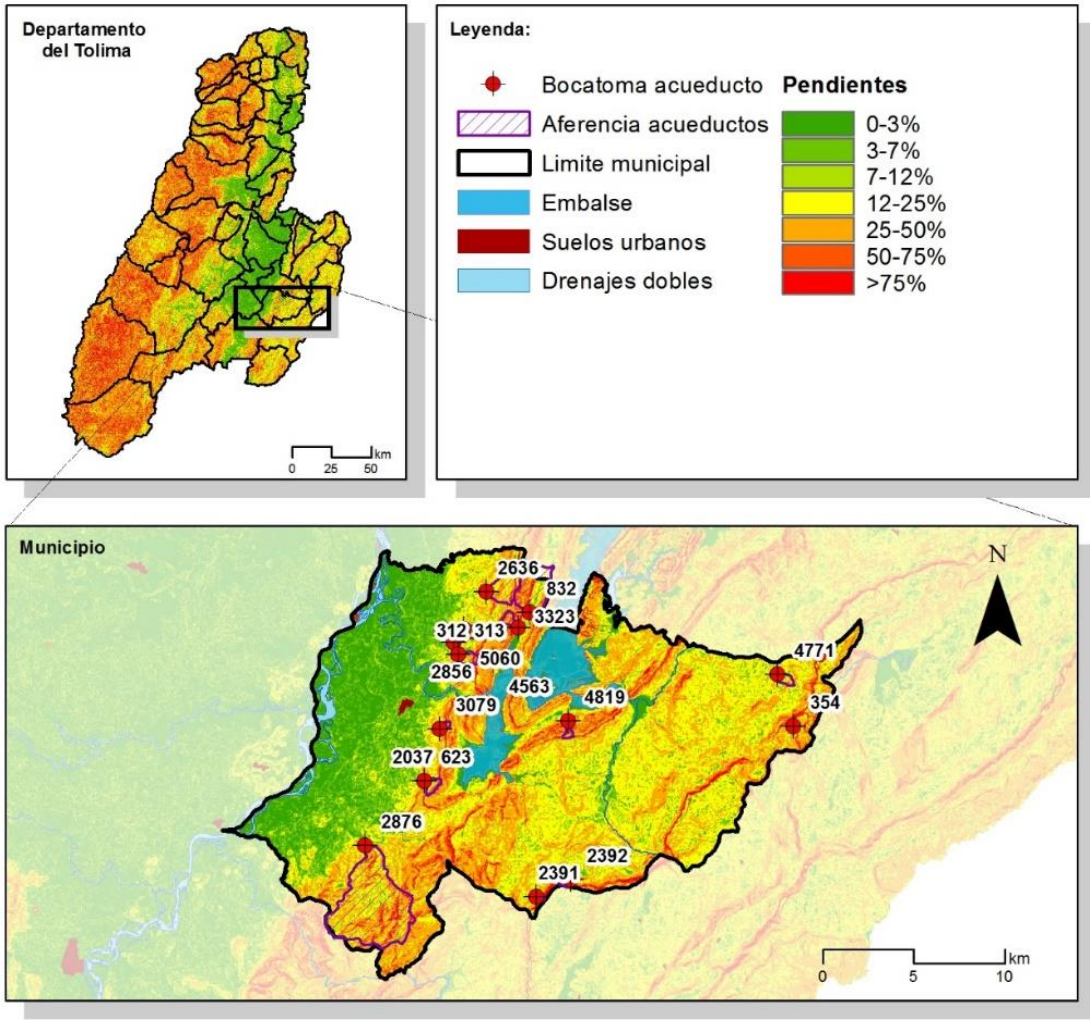
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 11 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
25-50%	Ligeramente escarpado	1122,49	42,02%
12-25%	Fuertemente inclinado	780,55	29,22%
50-75%	Moderadamente escarpado	383,99	14,37%
7-12%	Moderadamente inclinado	167,66	6,28%
>75%	Fuertemente escarpado	119,65	4,48%
3-7%	Ligeramente inclinado	72,21	2,70%
0-3%	Plano	24,76	0,93%
TOTAL	**0**	2671,31	

✓ **Fuente:** Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Prado y en sus áreas aferentes



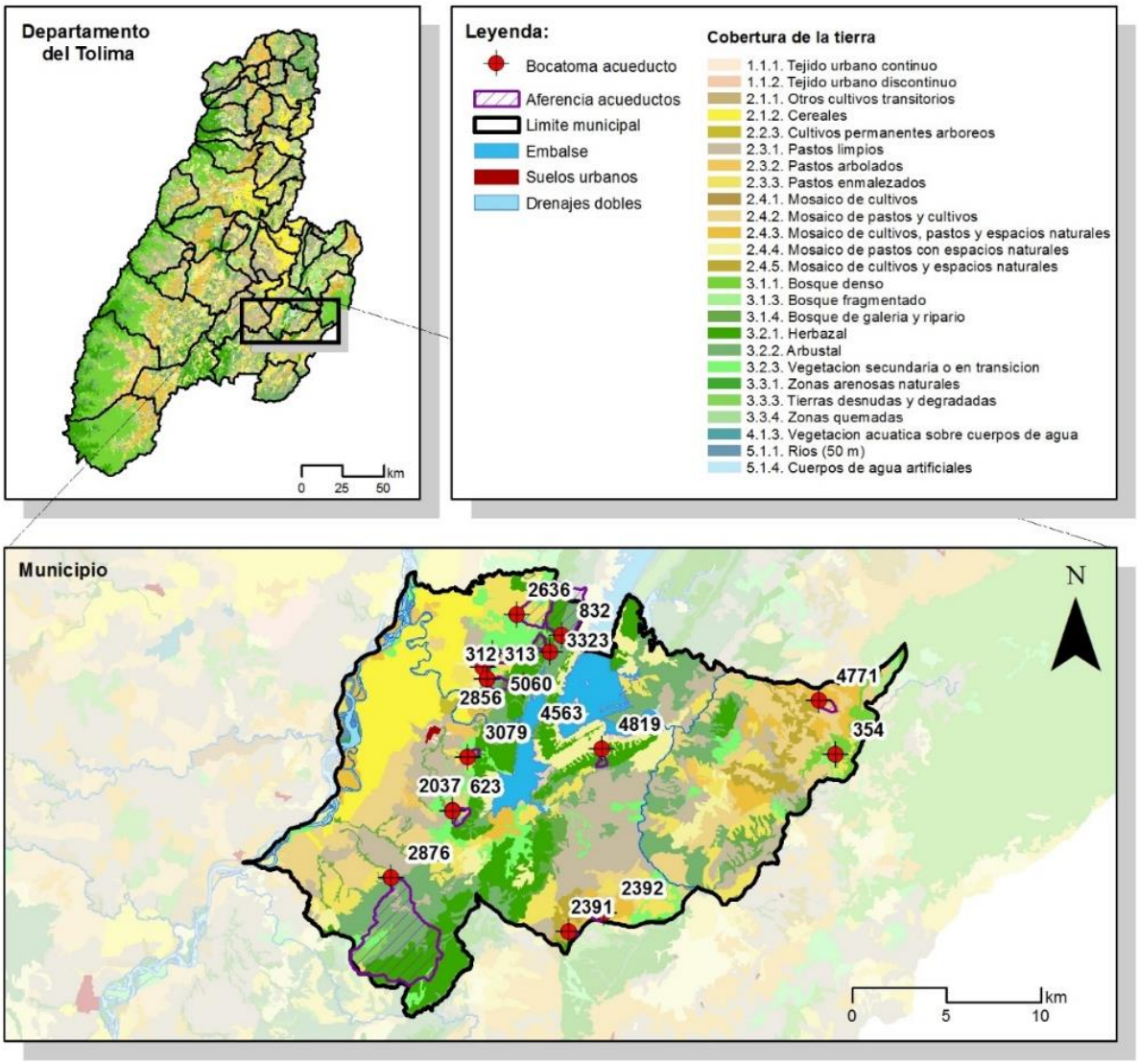
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Prado se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 42,02% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas fuertemente inclinadas, abarcando un área de 29,22 % y 14,37 % respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Prado se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Prado y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 12 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado.

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	AREA (ha)	% COBERTURA
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	915,08	34,25%
3.2.2.1	Arbustal denso	837,984	31,36%
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	228,012	8,53%

2.3.3	Pastos enmalezados	194,36	7,27%
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	164,579	6,16%
3.2.2.2	Arbustal abierto	121,031	4,53%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	58,11	2,17%
2.3.1	Pastos limpios	52,375	1,96%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	44,67	1,67%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	17,765	0,66%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	13,601	0,51%
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	8,501	0,32%
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	7,959	0,30%
3.2.2.2	Arbustal abierto	4,393	0,16%
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	3,627	0,14%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El 78,83% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado, Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).
Para su diferenciación, los herbazales fueron clasificados de acuerdo con tres criterios: por la densidad de la cobertura herbácea, en densos y abiertos; de acuerdo con la condición de inundabilidad se clasifican en inundables y de tierra firme; y de acuerdo con la presencia de árboles y arbustos, en arbolados y no arbolados.

El 9,23% del área global presenta cobertura de áreas abiertas, sin o con poca vegetación.
compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.

El 4,67% del área se encuentra con cobertura de Áreas agrícolas heterogéneas, Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su

separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra.

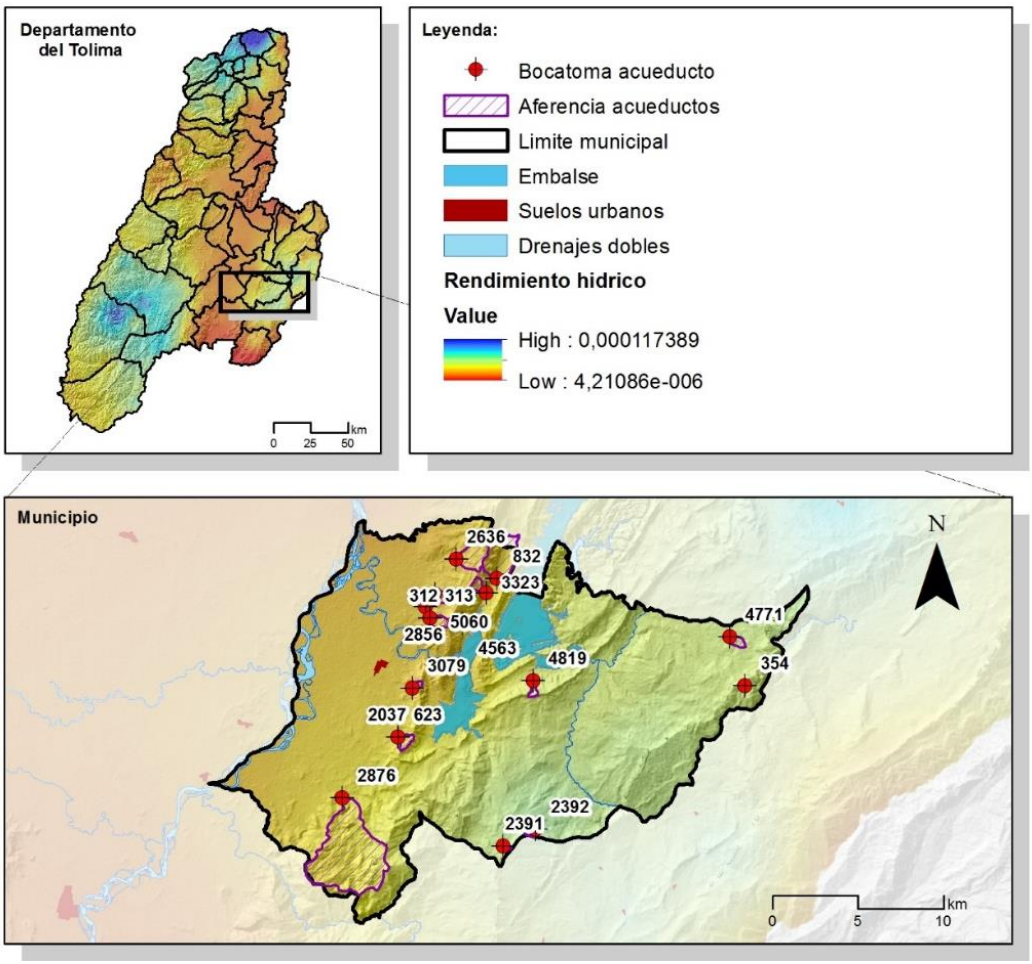
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Prado y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Prado

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	% RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA MICROCUENCA
832	424,04	0,128516	2116.10	Quebrada Corinto	424,04	0,21	0,62
3323	47,42	0,013821	2116.10	Quebrada Corinto	47,42	0,21	0,07
5060	54,23	0,01493	2116	Rio Prado	54,23	6,72	0,00
312	58,27	0,016165	2116	Rio Prado	58,27	6,72	0,00
313							
2856	8,98	0,002464	2116	Rio Prado	8,98	6,72	0,00
4563	23,84	0,006685	2116	Rio Prado	23,84	6,72	0,00
4819	29,14	0,010555	2116	Rio Prado	29,14	6,72	0,00
2636	261,63	0,075088	2116	Rio Prado	2,62	6,72	0,01
3079	19,39	0,005404	2116.1	Quebrada El Hatillo	19,39	0,41	0,01
623	52,43	0,016281	2116.1	Quebrada El Hatillo	52,43	0,41	0,04
2037							
2391	12,25	0,005134	2115.16.3	Quebrada Santa Rita	12,25	0,28	0,02
2392	34,53	0,015066	2116.4	Rio Negro	34,53	0,21	0,07
4771	49,17	0,01937	2116.6	Quebrada De Aco	49,17	2,08	0,01
354	8,42	0,003244	2116.4	Rio Negro	8,42	5,92	0,00
2876	1588,29	0,507209	2115.16.1	Quebrada Tortugas	15,88	0,49	*103,935 %
		0,839932					

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

* Microcuencas inmersas en el área aferente afluentes de la Quebrada Tortugas.

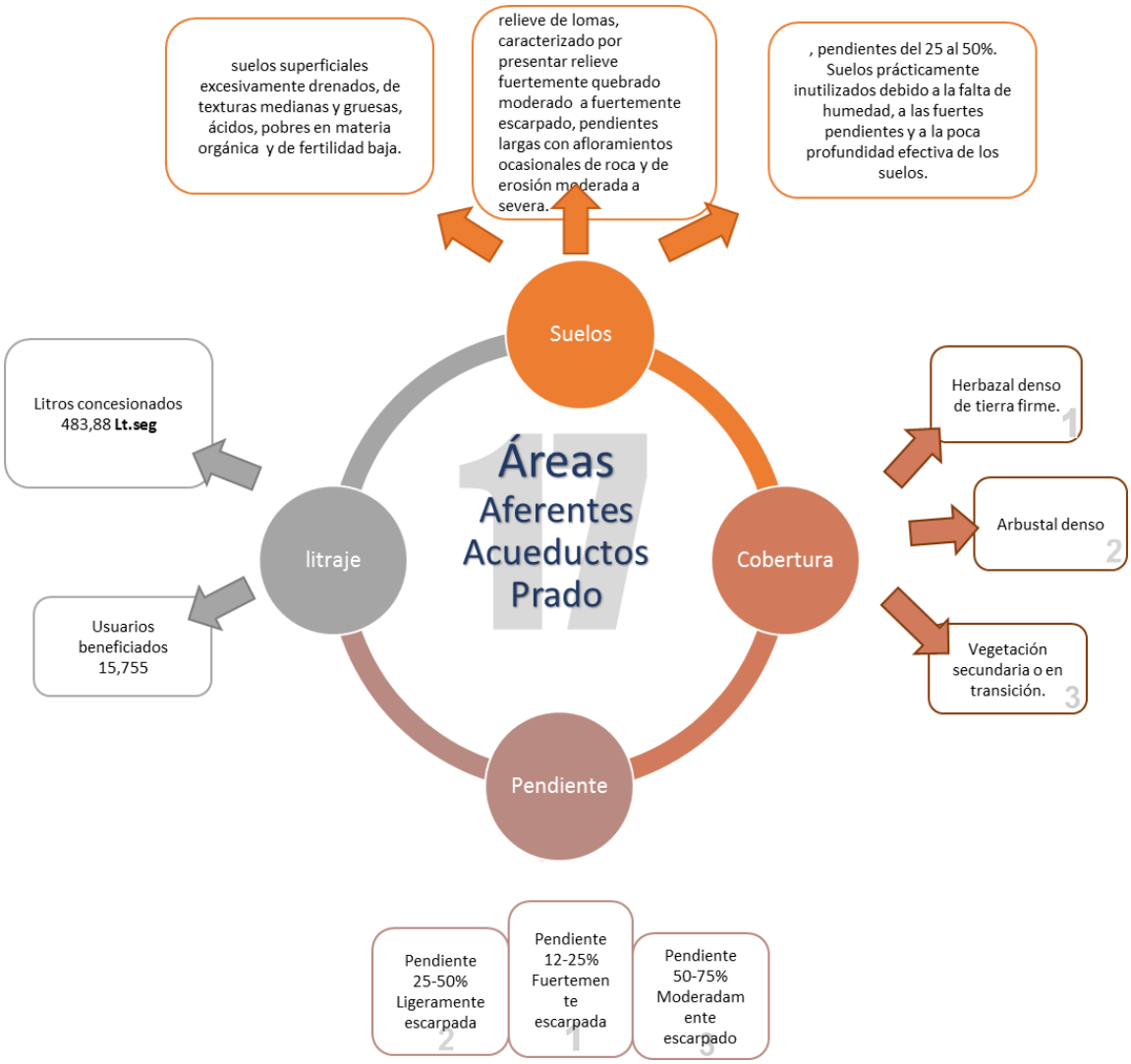
Microcuenca	Área de la Microcuenca	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA
Quebrada el Meson	1,0948	0,0344
Quebrada las Animas	2,8737	0,0884

Las áreas aferentes de los 17 acueductos del municipio de Prado presentan un rendimiento hídrico de 0,83999 l/s/Km^2 que corresponden al 5,83% del rendimiento hídrico total del municipio de Prado. El área aferente del acueducto municipal de

Prado, presenta un rendimiento hídrico de 0,1423 l/s/Km^2 que corresponde al 68,02% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada corinto.

El área aferente del acueducto JAC VDA CHENCHITO/PRADO, presenta un rendimiento hídrico de 0,002 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,04% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Rio Prado.

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Prado



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019



Asousuarios Acueducto Santa Lucia, Qda La Isabel -Purificación, Tolima

ANEXO 34 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE PURIFICACION

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE PURIFICACIÓN 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 7
5. **Unidades de suelo** 9
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 19
8. **Cobertura de la tierra** 21
9. **Rendimiento hídrico** 23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Purificación 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Purificación. 5
Tabla 4. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación 8
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación 11
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Purificación 18
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación 19
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación 22
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Purificación 24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Purificación y sus áreas aferentes... 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes 11
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes..... 17
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Purificación y en sus áreas aferentes 20
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes..... 21
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Purificación y en las áreas aferentes de los acueductos 23

MUNICIPIO DE PURIFICACIÓN

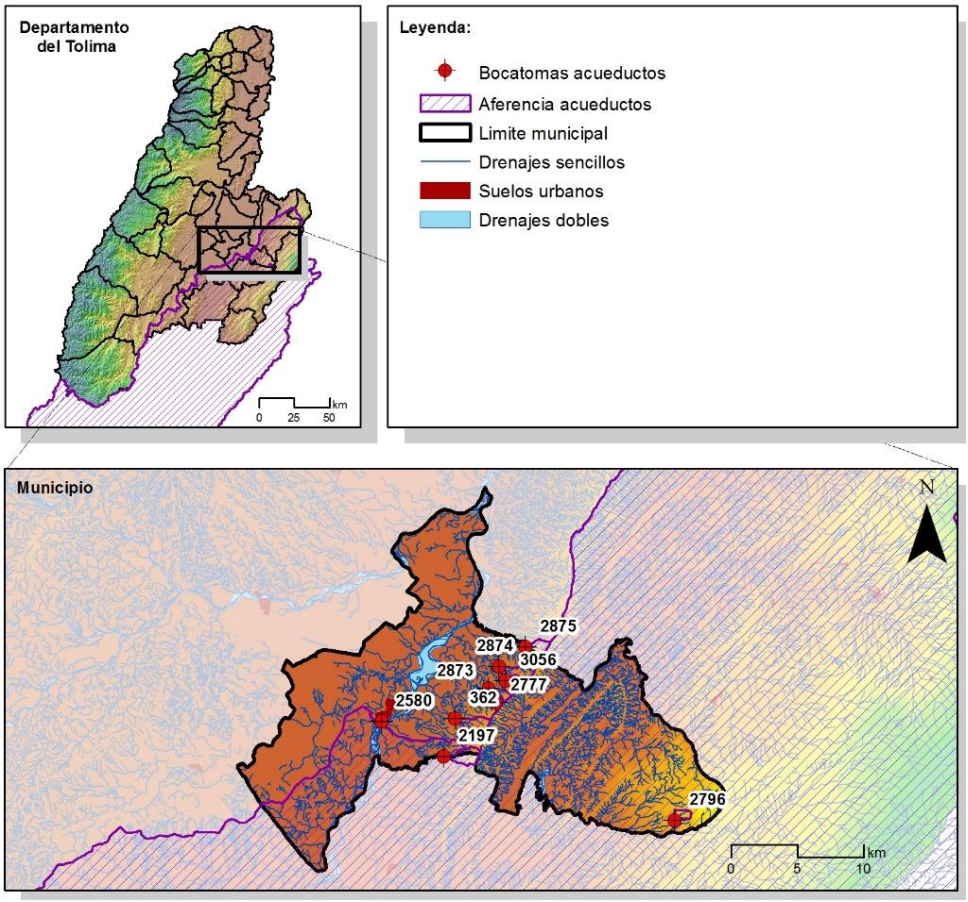
1. Localización

El municipio de Purificación se encuentra ubicado al oriente del Departamento del Tolima, su localización geográfica describe una latitud norte de 3°52', longitud oeste 74°5' del meridiano de Greenwich, a una altura de 329 msnm y una temperatura de 26°C; su accesibilidad por las vías Purificación-Saldaña, Prado-Purificación Y Purificación-Suárez. Limita al norte con los municipios de Guamo, Suárez y Cunday, al sur con Coyaima y Prado, al oriente con Villarrica y al occidente con Saldaña.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Purificación se considera como un municipio rural ya que demográficamente la región tiene un promedio del 99,31% de población ubicada en la zona rural y el restante 0,68% corresponde a población urbana, debido a esto el municipio cuenta con 8 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Purificación se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Purificación y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Purificación

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCECIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
362	Asoc. Comunitaria de Usuarios Acueducto Vda. El Tambo/Purificación.	Malo	3,8516	-74,8857	388	3,21	287,704
2197	Asoc. de Usuarios Acueducto Reg. Buenavista Y La Mata.	Bueno	3,8259	-74,8932	435	6,3	220,976
2580	Empresa De Servicios Públicos De Acueducto Alcantarillado Aseo Del Municipio De Purificación Tolima E.S.P.	Bueno	3,8495	-74,9357	290	70	2549239,984
2777	JAC Vereda San Diego/Purificación.	Regular	3,8628	-74,8579	744	1,5	5,346
2796	JAC. Vda. Agua Negra/Purificación.	Malo	3,7823	-74,7366	1122	0,48	90,349
2873	Asoc. De Usuarios Acueducto Región Santa Lucia/Purificación.	Regular	3,8723	-74,8630	437	1,5	45,400
2874	Asoc. De Usuarios Acueductos Región Santa Lucia/Purificación.	Regular	3,8873	-74,8563	393	1,5	216,164
2875	Asoc. De Usuarios Acueducto Región Santa Lucia/Purificación.	Regular	3,9007	-74,8378	472	9	234,760
3056	JAC. Vda. San Roque/Purificación.	Regular	3,8778	-74,8516	566	0,3	70,423

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Purificación cuenta con 9 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 93,79 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	70,00
VEREDAL	8	23,79
TOTAL	**9**	**93,79**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 8 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo los Directos Rio Magdalena el que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 70,00 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Purificación.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Directos Rio Magdalena	2113-03	1	70,00
Quebrada El Consuelo	2115.25	1	9,00
Quebrada La Mata	2115.18	1	6,30
Quebrada La Arenosa	2115.21	1	3,21
Quebrada El Tigre	2115.24	2	1,80
Quebrada Guadualeja	2115.23.1	1	1,50
Quebrada La Isabel	2115.24.1	1	1,50
Quebrada De Aco	2116.6	1	0,48
TOTAL		**9**	**93,79**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

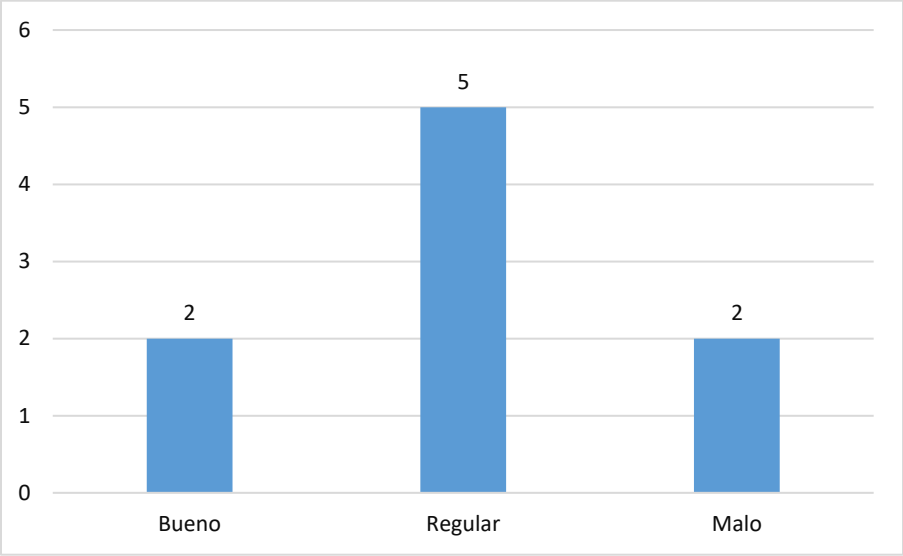
Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Purificación:

Tabla 4. Estado actual de las obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	4
Toma de rejilla	3
Toma sumergida	1
Otra	1
TOTAL	**9**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Purificación, solo fue reportado personal fijo en el área de captación el usuario EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADOY ASEO DEL MUNICIPIO DE PURIFICACION TOLIMA E.S.P.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 5. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	36.605
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Honda (Ngh): El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla Natagaima - Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones (SGC, 2001).

En el extremo sur del Valle Medio del Magdalena, que corresponde al norte del Tolima, está constituida, en la parte inferior, por areniscas y arcillolitas de color rojo y gris, con algunos conglomerados, con escasos fragmentos de origen volcánico. Luego se presentan intercalaciones de conglomerados, conglomerados arenosos, areniscas con abundantes fragmentos volcánicos, en menor proporción arcillolitas. En la parte superior hay predominio de capas rojas de lutitas y areniscas de grano fino sin fragmentos volcánicos (SGC, 2001).

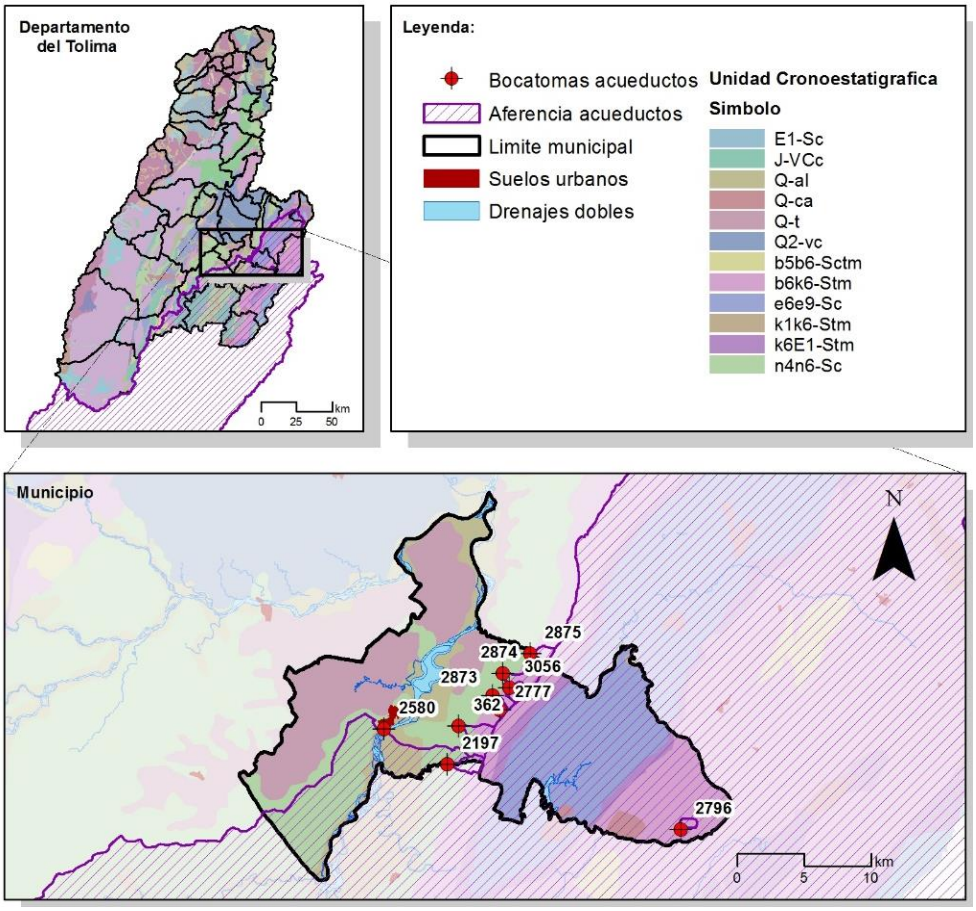
El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villa vieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima (SGC, 2001).

4. Hidrogeología

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Es un acuífero multicapa, considerándose como el de mayor extensión regional y mayor espesor en el área de la plancha 5-14. De tipo confinado a semiconfinado en sus áreas de almacenamiento; al norte de la plancha, se encuentra conectado hidráulicamente con el Acuífero Abanico del Guamo – Espinal, (INGEOMINAS, 1999), se calcula en varios pozos perforados por Ingeominas (Castilla, Lisboa, El Cucharo, Jabalcón) una capacidad especifica menor de 1.0 l/s/m, por lo cual se clasifica el acuífero de baja productividad.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 6. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		129925,662	30,39%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	84395,629	19,74%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Arcillolitas de Colombia, Formación Honda, Grupo Honda	50664,792	11,85%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday, Lodolitas de Fusagasugá	40177,922	9,40%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
	conglomeráticas y arcillolitas.				
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		29631,661	6,93%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Guaduas, Formación Seca	29330,216	6,86%
E1-Sc	Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas	Paleoceno		20542,613	4,80%
b5b6-Sctm	Conglomerados rojizos; arenitas feldespáticas y arcillolitas abigarradas; cuarzoarenitas; calizas y shales, y en el tope, cuarzoarenitas glauconíticas y ferruginosas.	Aptiano-Albiano	Formación Caballos	20185,661	4,72%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de Anchique, Stock de Dolores, Stock de San Cayetano	9269,107	2,17%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		8562,271	2,00%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña, rocas hipoabisales	3119,093	0,73%
k1k6-Stm	Shales, calizas, fosforitas, cherts y cuarzoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy y facies más arenosas al sur.	Cenomaniano-Maastrichtiano		1562,946	0,37%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneis del Barro	169,791	0,04%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo con sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

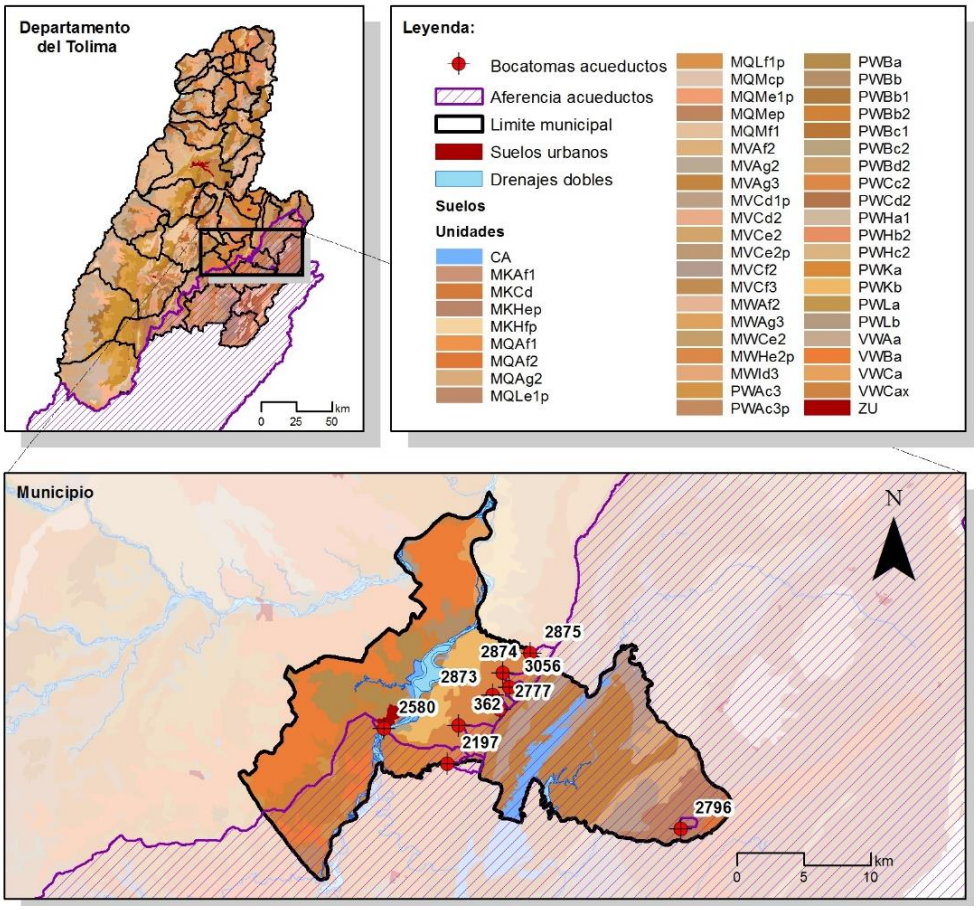
El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Purificación se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Las áreas aferentes del municipio de Purificación se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWCf2 con el 7,669% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, estos suelos presentan erosión moderada a severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, relieve fuertemente quebrado moderado a fuertemente escarpado, de pendientes largas con afloramientos rocosos ocasionales de roca y de erosión moderada a severa.

El 7,392% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQMep, estos son suelos moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, fuertemente ácidos, de texturas finas y gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad baja, estos suelos presentan erosión hídrica ligera a moderada localmente con pedregosidad superficial, de relieve moderadamente inclinado.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	33106,126	7,669
MQMep	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	31909,072	7,392
MWCg3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	26017,611	6,027
MVAg3	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Entisoles	22256,071	5,156
MQAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias	Gruesa y media	Entisoles	19082,870	4,421

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				(areniscas y arcillolitas)				
MWCf3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	17274,321	4,002
MQMd1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	16923,440	3,921
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	16615,254	3,849
PWBb2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	15454,907	3,580
MQAf2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	Inceptisoles	15322,019	3,550
MVCd1p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	14054,240	3,256
MWAg3	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Entisoles	13677,501	3,169
MRAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	11034,323	2,556
PWAc3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	10839,700	2,511
MQLe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	Inceptisoles	9435,338	2,186
PWBc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	9187,941	2,128
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos De Agua	7685,202	1,780
MQMe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	7380,271	1,710
PWKa	Cálido seco	Piedemonte	Abanicos aluviales recientes	Depósitos coluvio aluviales sobre tobas	Media	Entisoles	7316,117	1,695
MWGd2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	Vertisoles	6926,994	1,605
MQMe2p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	6718,116	1,556
MWCe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	6657,873	1,542

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MVCe2p	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	6546,702	1,517
MWGd1p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	Vertisoles	6441,004	1,492
MQAg2	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	Inceptisoles	5558,816	1,288
MVCe2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	5318,884	1,232
MVCf3	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	4623,938	1,071
MKHep	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	Andisoles	4467,460	1,035
VWBb	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos aluviales mixtos	Fina	Inceptisoles	4351,152	1,008
VWBa	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos aluviales mixtos	Fina	Alfisoles	4323,709	1,002
PWLb	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	Entisoles	4002,053	0,927
MWHe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas tobáceas)	Fina	Entisoles	3893,064	0,902
VWCax	Cálido seco	Valle	Plano de inundación	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	Inceptisoles	3840,544	0,890
MWGe2p	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (lutitas)	Fina	Entisoles	3655,248	0,847
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	Inceptisoles	3384,133	0,784
VWCb	Cálido seco	Valle	Plano de inundación	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	Alfisoles	3290,554	0,762
MQLf1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	Inceptisoles	3277,580	0,759
MQAf1	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	Inceptisoles	3249,537	0,753
MVAf2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Entisoles	3235,259	0,749

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKHfp	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	Andisoles	3122,294	0,723
MVAg2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	3088,521	0,715
MQMcp	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	2638,384	0,611
MQMf1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	2472,563	0,573
PWAc3p	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	2310,475	0,535
MQLe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	Inceptisoles	2139,474	0,496
MVCf2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	2027,768	0,470
MRAe2p	Templado seco	Montaña	Espinazos y barras	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Entisoles	1883,435	0,436
MWCe3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	1694,424	0,393
MQHf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	Inceptisoles	1661,472	0,385
PWAd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Entisoles	1321,278	0,306
MWId3	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	Inceptisoles	1178,049	0,273
PWCd2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	Inceptisoles	933,726	0,216
PWAd3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	910,200	0,211
MVCd2	Cálido húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas, esquistos y tonalitas	Media	Inceptisoles	655,706	0,152
PXEc2	Cálido muy seco	Piedemonte	Lomas y colinas	Tobas, areniscas tobáceas y conglomerados	Media y gruesa	Entisoles	561,152	0,130
PWBb1	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	548,472	0,127

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	Entisoles	533,190	0,124
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Molisoles	525,542	0,122
MQLd1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	Inceptisoles	428,380	0,099
ZU	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas urbanas	Zonas Urbanas	420,105	0,097
MKAf1	Frío seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas)	Media	Andisoles	368,840	0,085
MRAf3	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	Inceptisoles	290,265	0,067
MHAg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas volcánicas	Gruesa y media	Inceptisoles	263,189	0,061
VWCa	Cálido seco	Valle	Plano de inundación	Depósitos aluviales mixtos	Media y fina	Molisoles	186,016	0,043
MQMep	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Inceptisoles	180,698	0,042
PWAe2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	Inceptisoles	137,950	0,032
MQEf	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media y gruesa	Molisoles	120,046	0,028
MKCd	Frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Fina y media	Inceptisoles	98,309	0,023
MLBf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y cenizas volcánicas	Gruesa y media	Andisoles	79,850	0,018
MQMb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y gruesa	Inceptisoles	77,688	0,018
VXEa	Cálido muy seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	Oxisoles	62,624	0,015
MLGg2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media	Entisoles	61,058	0,014
MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas y metamórficas	Media y gruesa	Andisoles	59,924	0,014
MKEf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	Andisoles	56,637	0,013
MXDd	Cálido muy seco	Montaña	Barras	Rocas sedimentarias	Gruesa	Inceptisoles	42,793	0,010

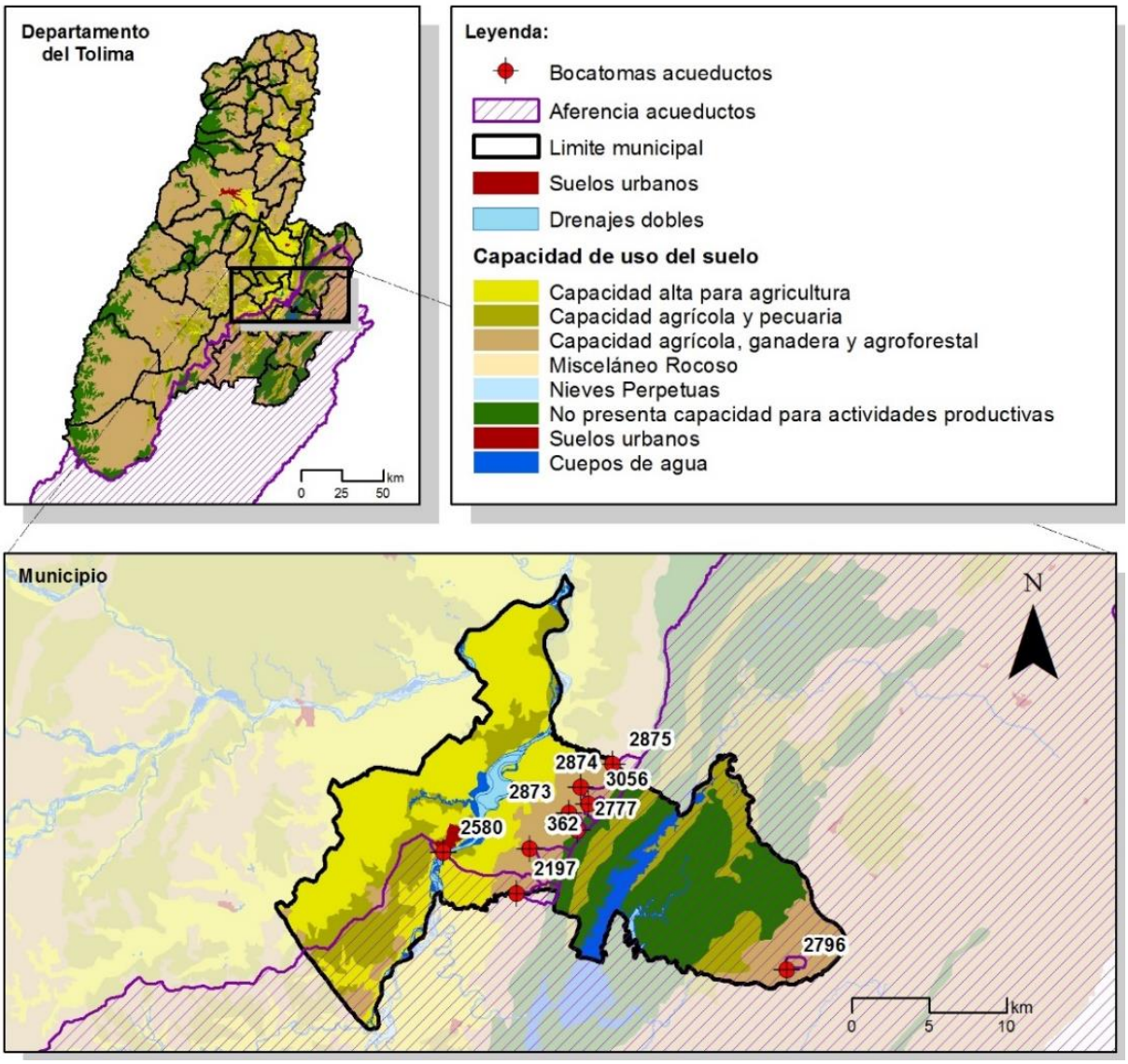
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
				(areniscas, arcillas y lutitas)				
MXEg2	Cálido muy seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas tobáceas y arcillolitas)	Gruesa	Misceláneo Rocoso	39,711	0,009
MRAf3	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	Inceptisoles	34,923	0,008
MDBf	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	Entisoles	27,651	0,006
MRAe2	Templado seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	Inceptisoles	21,855	0,005
VXFa	Cálido muy seco	Valle	Terrazas de diferentes niveles	Depósitos aluviales finos y gruesos	Gruesa y media	Entisoles	15,159	0,004
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	Andisoles	14,279	0,003
MEAgr	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Rocas ígneas (andesitas, basalsaltos, flujo volcánico) y cenizas volcánicas	Gruesa	Entisoles	13,110	0,003
MLAf2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (diabasas y basaltos)	Gruesa y media	Andisoles	10,311	0,002
MKCe1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	Andisoles	8,373	0,002
MHAf	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas, esquistos, diabasas y basaltos	Gruesa	Andisoles	3,105	0,001

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Purificación

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	169921,30	30,370
4s	Capacidad agrícola y pecuaria	88803,31	15,872
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	70713,37	12,639
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	44993,65	8,042
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	32017,58	5,722
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	30270,21	5,410
4ps	Capacidad agrícola y pecuaria	17351,82	3,101
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	16474,44	2,944
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	15982,04	2,856
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	15754,80	2,816
ZU	ZU	420,10	2,750
3sc	Capacidad alta para agricultura	11639,83	2,080
8pe	No presenta capacidad para actividades productivas	11074,03	1,979
4sc	Capacidad agrícola y pecuaria	7890,35	1,410
CA	CA	7685,20	1,374
3s	Capacidad alta para agricultura	4535,24	0,811
3hs	Capacidad alta para agricultura	3840,54	0,686
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3175,71	0,568
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2472,56	0,442
8p	No presenta capacidad para actividades productivas	1581,30	0,283
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1434,74	0,256
4pe	Capacidad agrícola y pecuaria	655,71	0,117
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	525,54	0,094
8pc	No presenta capacidad para actividades productivas	276,30	0,049
4psc	Capacidad agrícola y pecuaria	14,19	0,003
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3,11	0,001

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 30,36 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación se encuentra en la clase agroecológica 8, tierras que no tienen capacidad para adelantar actividades agropecuarias ni forestales de producción; deben ser destinadas o incluidas en planes y programas de gobierno, orientados a la preservación y conservación de los recursos naturales, como sistemas de parques nacionales, reservas forestales y control de la degradación.

Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas; se incluyen tierras misceláneas tales como: tierras malas (bad lands) o misceláneos erosionados, playas, dunas, glaciares, afloramientos rocosos, cárcavas, fosos de grava y de cantera, vaciaderos, cauces de ríos, tierras de ripio, minas de sal, tierras de escoria, calvas y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m.

Las tierras que se incluyen en la clase 4 tienen limitaciones severas que restringen la elección de las plantas para la agricultura y requieren prácticas de manejo cuidadosas, como siembras en contorno, cultivos en fajas intercalas, instalación de barreras, control de malezas y fertilización, para el municipio de Purificación el 15,87% de sus suelos tienen establecidos cultivos densos como los pastos de corte, caña panelera, cultivos semilimpios y explotaciones agrosilvopastoriles, tipo de cultivos recomendados por la clase de suelo.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

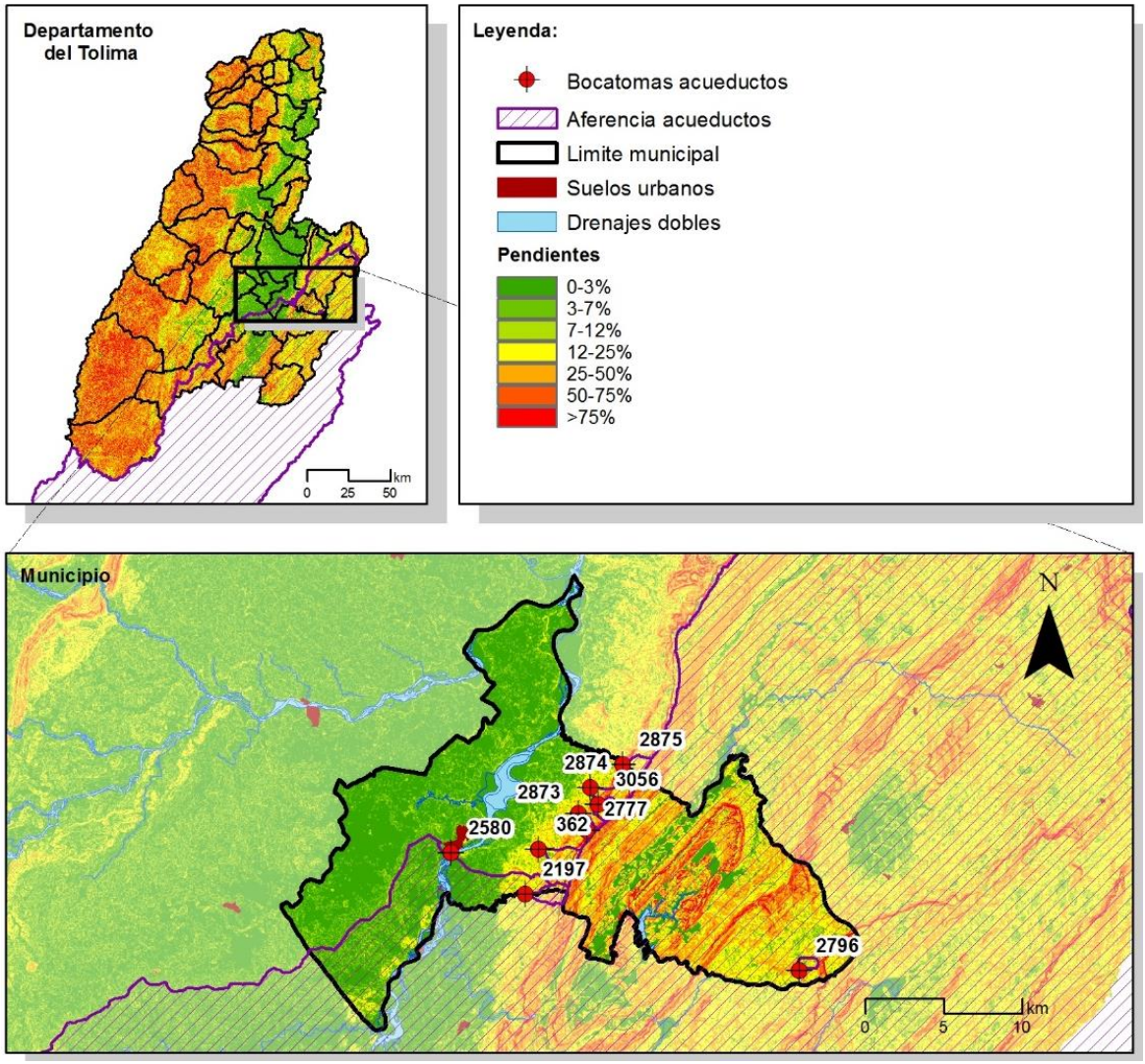
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	43065,06	0,1007
3-7%	Ligeramente inclinado	41962,04	0,0981
7-12%	Moderadamente inclinado	40315,59	0,0943
12-25%	Fuertemente inclinado	124894,52	0,2921
25-50%	Ligeramente escarpado	131272,48	0,3070
50-75%	Moderadamente escarpado	37467,46	0,0876
>75%	Fuertemente escarpado	8558,95	0,0200

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Purificación y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Purificación se observan en la tabla 9, relacionando las pendientes planas en los acueductos con llave EMPRESA SERVICIOS PUBLICOS PURIFICACION TOLIMA

E.S.P. (2580) y Asociación de usuarios de acueductos región Santa Lucia/Purificación (2873) (2874).

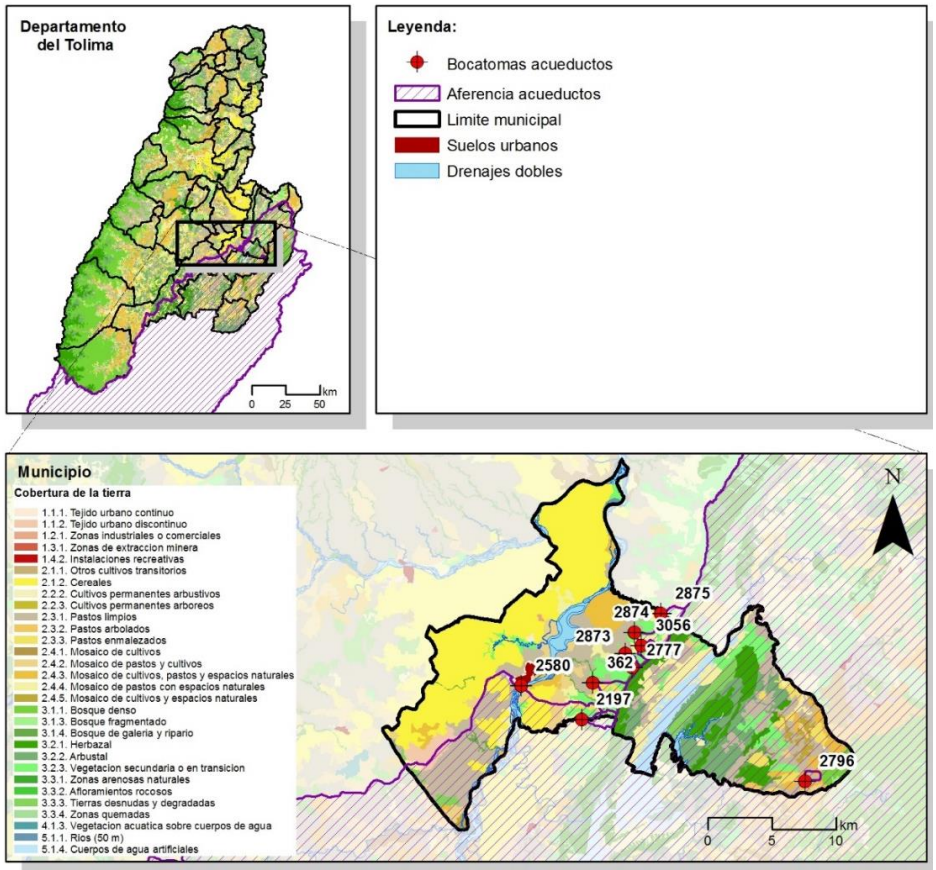
La llave que reporta mayor caudal concesionado de 70 Lts.seg^{-1} está ubicada en pendiente plana con un área de 43065,06 Ha, lo que dice que el agua que surte gran parte de la población del municipio de Purificación viene directamente del Rio Magdalena, y la población de la vereda Agua Negra esta abastecida por el acueducto de llave 2797 en pendiente fuertemente inclinado.

Ahora bien, el restante de las llaves de acueductos se encuentra ubicadas en pendientes ligeramente a moderadamente inclinadas, con porcentajes de 0,09% de cubrimiento real del acueducto frente al terreno del municipio de Purificación.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Purificación se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Purificación y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.3.3	Pastos enmalezados	285742,99	0,436
2.3.1	Pastos limpios	71170,31	0,109
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	47319,85	0,072
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	32770,01	0,050
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	30474,55	0,046
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	30463,56	0,046
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	28707,79	0,044
3.2.2.1	Arbustal denso	26105,02	0,040
3.2.2.2	Arbustal abierto	24695,76	0,038
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	21192,05	0,032
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	10646,81	0,016
3.1.4	Bosque de galería y ripario	10387,93	0,016
2.1.2.1	Arroz	7727,04	0,012
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	7614,04	0,012
5.1.4	Cuerpos de agua artificiales	3764,07	0,006
5.1.1	Ríos (50 m)	2701,50	0,004
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2430,83	0,004
2.2.2.2	Café	2337,78	0,004
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	2249,25	0,003
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	1978,43	0,003
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	1348,73	0,002
2.1.1	Otros cultivos transitorios	792,60	0,001
1.1.1	Tejido urbano continuo	568,97	0,001
3.3.1	Zonas arenosas naturales	480,35	0,001
2.3.2	Pastos arbolados	431,12	0,001
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	341,72	0,001
2.4.1	Mosaico de cultivos	340,19	0,001
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	304,16	0,0005
3.3.4	Zonas quemadas	206,96	0,0003
3.2.1.2.1	Herbazal abierto arenoso	180,60	0,0003
3.3.2	Afloramientos rocosos	144,34	0,0002
2.2.3.1	Otros cultivos permanentes arbóreos	68,16	0,0001
3.2.1.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	41,79	0,0001
1.2.4	Aeropuertos	6,98	0,0000
3.3.5	Zonas glaciares y nivales	0,13	0,0000

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 0,43% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación presentan cobertura de pastos enmalezados conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5m.

Las áreas comprendidas en la cobertura de pastos limpios son tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

El 0,10% del suelo del municipio de Purificación se encuentra con pastos limpios, suelos que son asociados con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas.

Las coberturas que describen el suelo del municipio de Purificación reconocen la presencia de formaciones arbustivas secundarias, en donde se desarrollaban actividades agrícolas y que ahora son zonas desmontadas para recuperación.

Estas formaciones vegetales han sido intervenidas de manera selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.

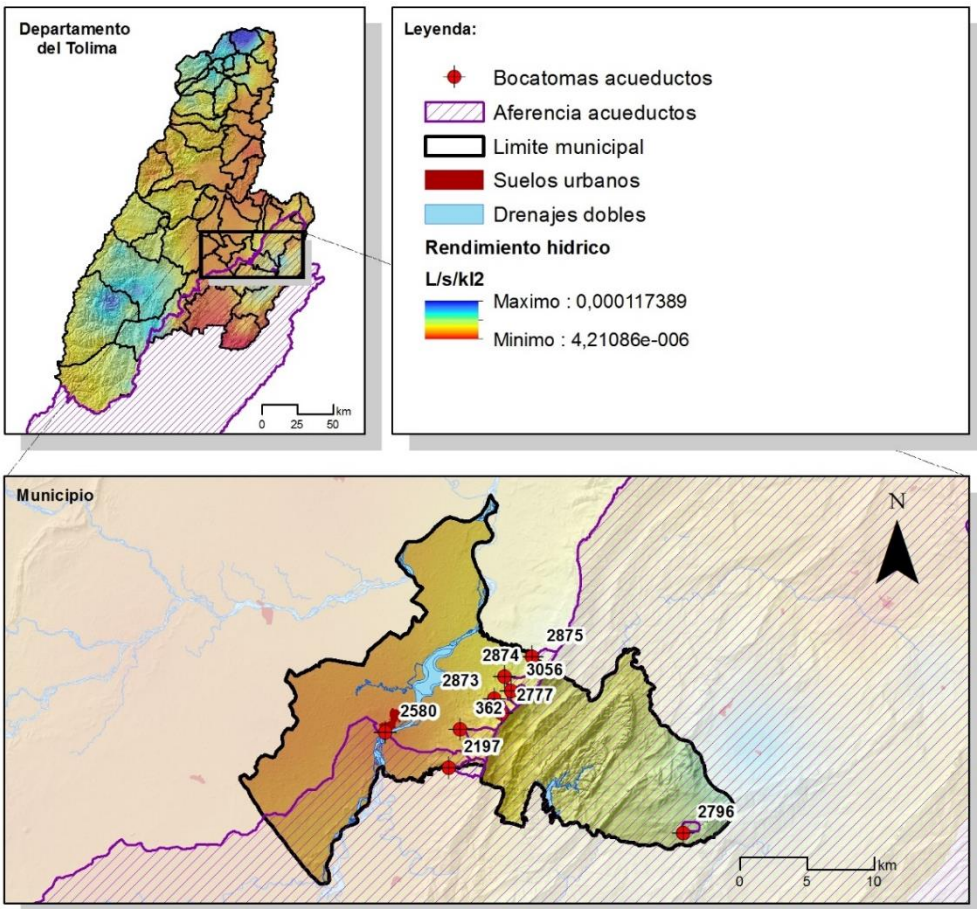
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Purificación y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Purificación

LLAVE	Área aferencia (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (m3.seg)	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (m3.seg)	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro	RH Municipio (m3.seg)	Área Municipio (Km2)
2796	0,90	0,04	2116.6	Quebrada De Aco	50,68	2,08	1,79	1,78	12,01	406,67
2875	2,35	0,09	2115.25	Quebrada El Consuelo	7,76	0,27	32,30	30,26	12,01	406,67
3056	0,70	0,10	2115.24	Quebrada El Tigre	10,25	0,33	30,06	6,87	12,01	406,67
2874	0,70	0,10			10,25	0,33	30,06	6,87	12,01	406,67
2873	0,45	0,01	2115.24.1	Quebrada La Isabel	3,41	0,11	13,54	13,31	12,01	406,67

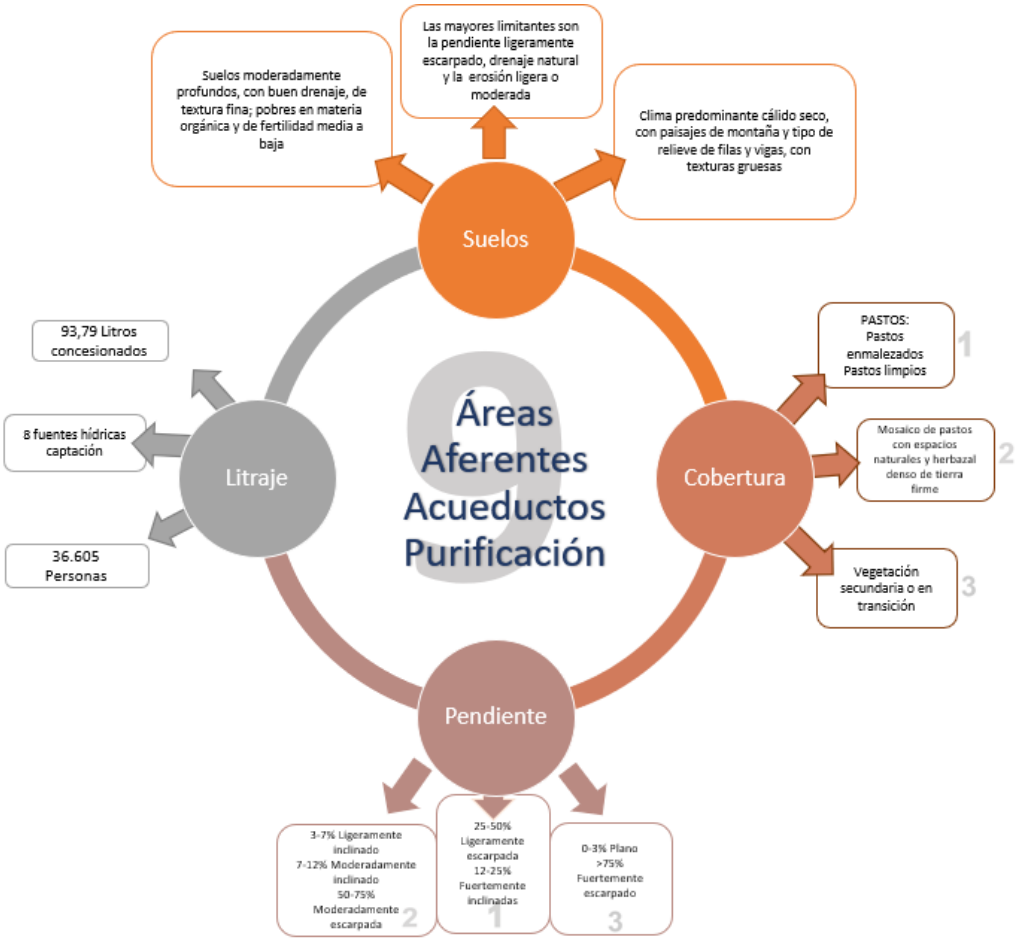
2777	0,05	0,00	2115.23.1	Quebrada Guadualeja	7,43	0,22	0,81	0,72	12,01	406,67
362	2,88	0,08	2115.21	Quebrada La Arenosa	5,62	0,15	54,49	51,18	12,01	406,67
2197	2,21	0,06	2115.18	Quebrada La Mata	7,05	0,18	34,48	31,33	12,01	406,67
2580	2549 2,30	116,07	2113.03	Directos Rio Magdalena	193,57	4,04	2869,78	13169,68	12,01	406,67
TOTAL	**10,25**	**116,55**			**296,01**	**7,71**	**3067,30**	**13312,01**	**108,06**	**3659,99**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El rendimiento hídrico del municipio de Purificación es de 12,04 Lts.seg^{-1} Km^2, lo que representa para este caso un 1,51% del rendimiento hídrico departamental, conociendo que el rendimiento hídrico total es de 798,18 Lts.seg^{-1} Km^2 para Tolima.

Los cuerpos de agua directos al Magdalena en donde se encuentra la llave 2796 de acueducto presenta un rendimiento hídrico del 54,18% frente al rendimiento total de las áreas aferentes; el rendimiento hídrico de los 9 acueductos de los que se abastece Purificación representa el 61,94% del rendimiento municipal.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Purificación



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto municipal, Qda. Quebradon-Rioblanco, Tolima

ANEXO 35 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE RIOBLANCO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE RIOBLANCO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 8
5. **Unidades de suelo** 9
6. **Capacidad de uso del suelo** 11
7. **Pendientes** 13
8. **Cobertura de la tierra** 15
9. **Rendimiento hídrico** 16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Rioblanco 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Rioblanco. 4
Tabla 4. Tipo de obras de captación. 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco. 8
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco. 11
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Rioblanco. 11
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco 13
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco. 15
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Rioblanco 17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación. 5
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes 9
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes. 10
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Rioblanco y en sus áreas aferentes 14
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes 15
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Rioblanco y en las áreas aferentes de los acueductos 17
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco 18

MUNICIPIO DE RIOBLANCO

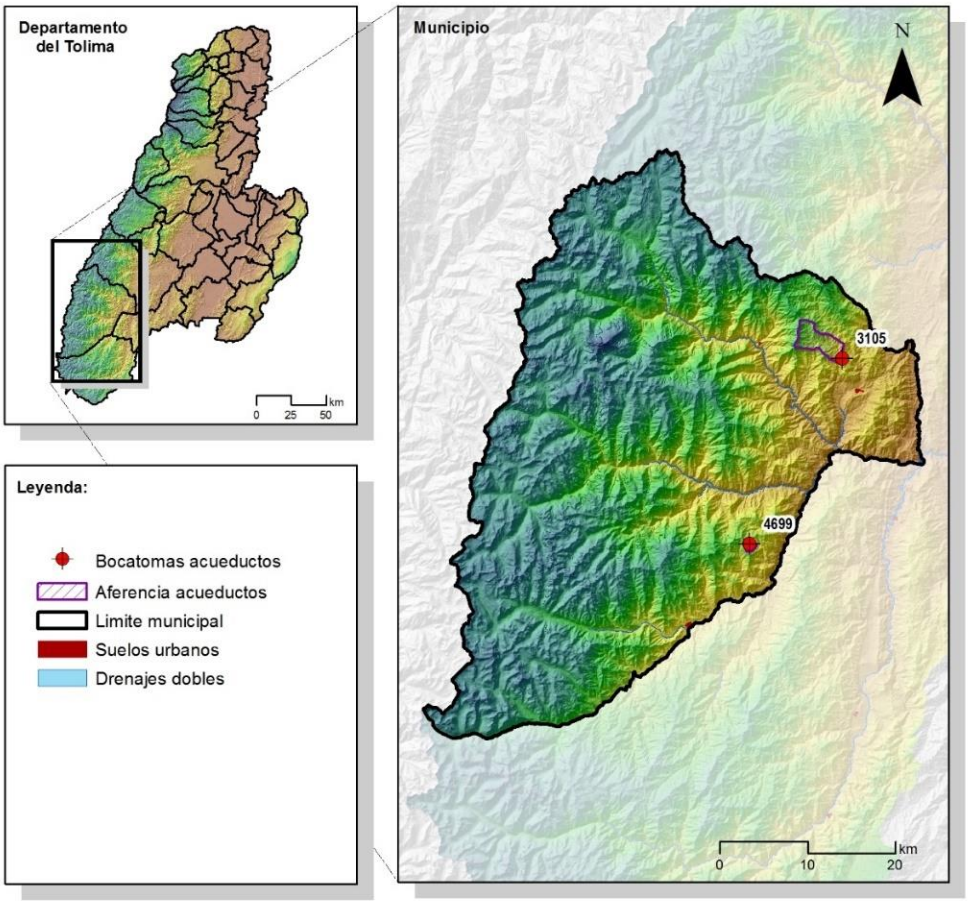
1. Localización

El municipio de Rioblanco se encuentra situado al Norte del departamento del Tolima, su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°33´ de latitud Norte y 75°04´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. El municipio tiene un área de 1443km² con altura promedio sobre el nivel del mar de 900m y dista 198Km del Municipio de Ibagué

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Rioblanco se considera como un municipio urbano ya que demográficamente la región tiene un promedio del 62,27% de población ubicada en la zona urbana y el restante 37,84% corresponde a población rural. El municipio cuenta con 2 acueductos veredales. Los acueductos del municipio de Rioblanco se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Rioblanco

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
3105	Acueducto municipal de Rioblanco	Bueno	3,56256	-75,65983	1745	23,2	1350,23
4699	J.A.C. Vereda El Topacio	Bueno	3,370917	-75,754958	2055	0,55	157,94

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Rioblanco cuenta con 2 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 23,75 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	23,20
VEREDAL	1	0,55
TOTAL	**2**	**23,75**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Quebradon cuenta con la mayor carga de concesiones, con una concesión que corresponden al 50,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de Rioblanco, además cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 23,20 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Rioblanco.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Quebradon	2201-03.1.2	1	23,20
Quebrada Horizonte	2201-01.7	1	0,55
TOTAL		**2**	**23,75**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Rioblanco:

Tabla 4. Tipo de obras de captación.

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Otra	1
Toma de rejilla	1
TOTAL	**2**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

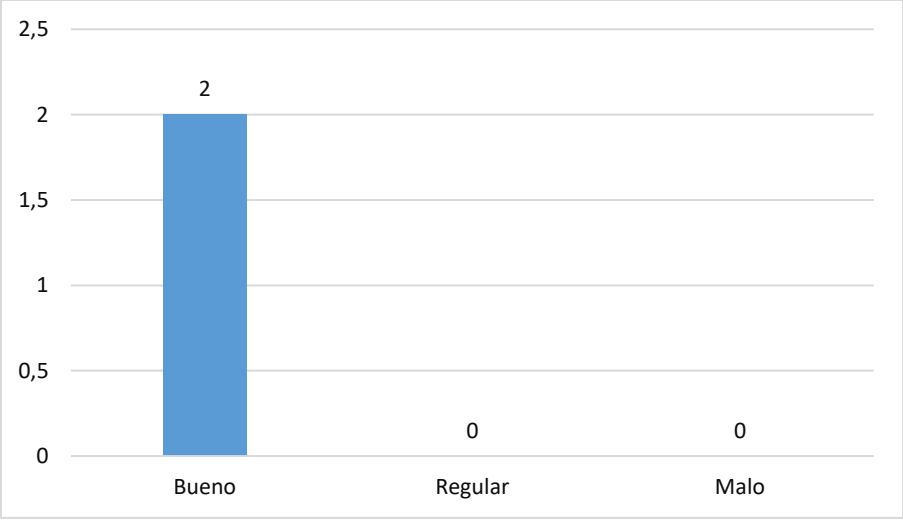
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado “bueno” en sus obras los que implica que se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	2	100,00
Regular	0	0,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación.



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Rioblanco, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	1.260
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % hornblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas:

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.
Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Complejo Icarco (Pei)

Está constituida por un conjunto de rocas metamórficas integradas por anfibolitas, gneises máficos y félsicos y hasta granulitas que afloran como xenolitos y techos 134 pendientes de tamaño variable es decir entre pocos metros y 10 km^2.

Los afloramientos más representativos se encuentran en la Quebrada Icarco, al occidente de la carretera El Limón-Río Blanco; en los carreteables a la María y La Profunda y en los lechos de los ríos Blanco y Mendarco. La litología predominante para esta unidad corresponde a anfibolitas, gneises anfibólicos y gneises cuarzo-feldespáticos. Las anfibolitas y gneises anfibólicos tienen similar composición mineralógica, pero difieren en las estructuras y tamaño de grano. Las primeras son masivas a ligeramente esquistosas, grano fino a medio mientras que los gneises son bandeados y de grano medio a grueso.

Los minerales esenciales son horblenda, actinolita y plagioclasa. Los gneises cuarzo-feldespáticos son de color blanco grisáceo de grano medio a grueso, compuestos de cuarzo, plagioclasa, ortoclasa y biotita. Estas rocas fueron derivadas de secuencias sedimentarias pelíticas y arenáceas, con rocas ígneas que sufrieron metamorfismo regional en facies anfibolita.

Por similitudes litológicas y edad comparable con las rocas del flanco este de la Cordillera Central y rocas similares aflorantes en el Macizo de Garzón, sobre la Cordillera Oriental, datadas como Precámbricas, las rocas del Complejo Icarco, también han sido consideradas de la misma edad. Retomado CORTOLIMA, 2019.

4. Hidrogeología

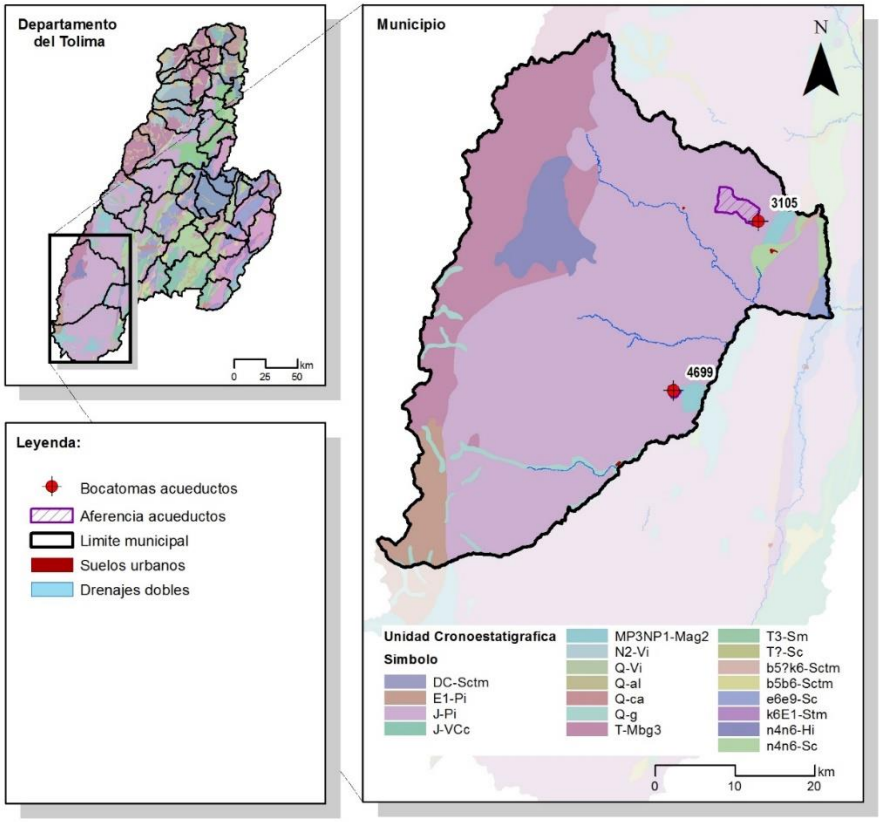
Hidrogeológicamente estas unidades son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EDAD	UNIDAD INTEGRADA	ÁREA (HA)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	1499,00	99,39
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico -Tónico	Complejo Icarco	9,173	0,61

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

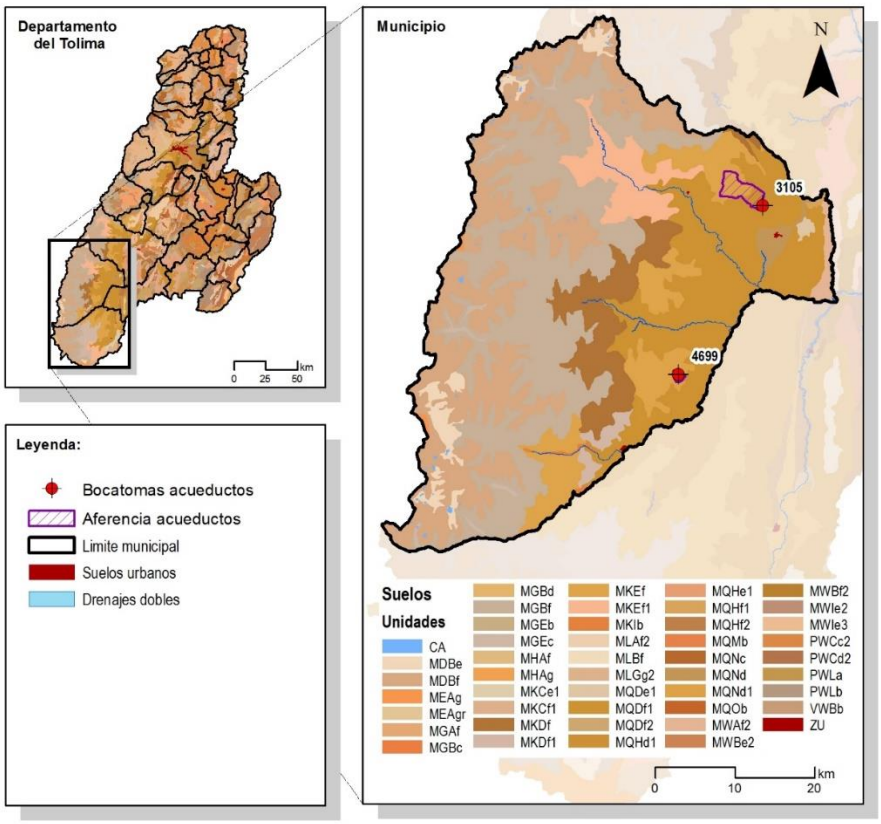
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Rioblanco se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Rioblanco se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWC con el 67,54% del área total, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja, estos suelos presentan

erosión moderada a severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas y tienen abundante piedra superficial, además la vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad y las tierras están prácticamente inutilizadas debido a la falta de humedad, a las fuertes pendientes y a la poca profundidad efectiva de los suelos.

El 68,28% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKE, estos son suelos profundos y superficiales, bien drenados, de texturas medias; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada. Presentan pendientes moderadamente escarpadas, largas y erosión ligera en algunas áreas. El suelo restante pertenece a la unidad MQD (31,72%).

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKEf	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	1029,797	68,28%
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	478,383	31,72%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

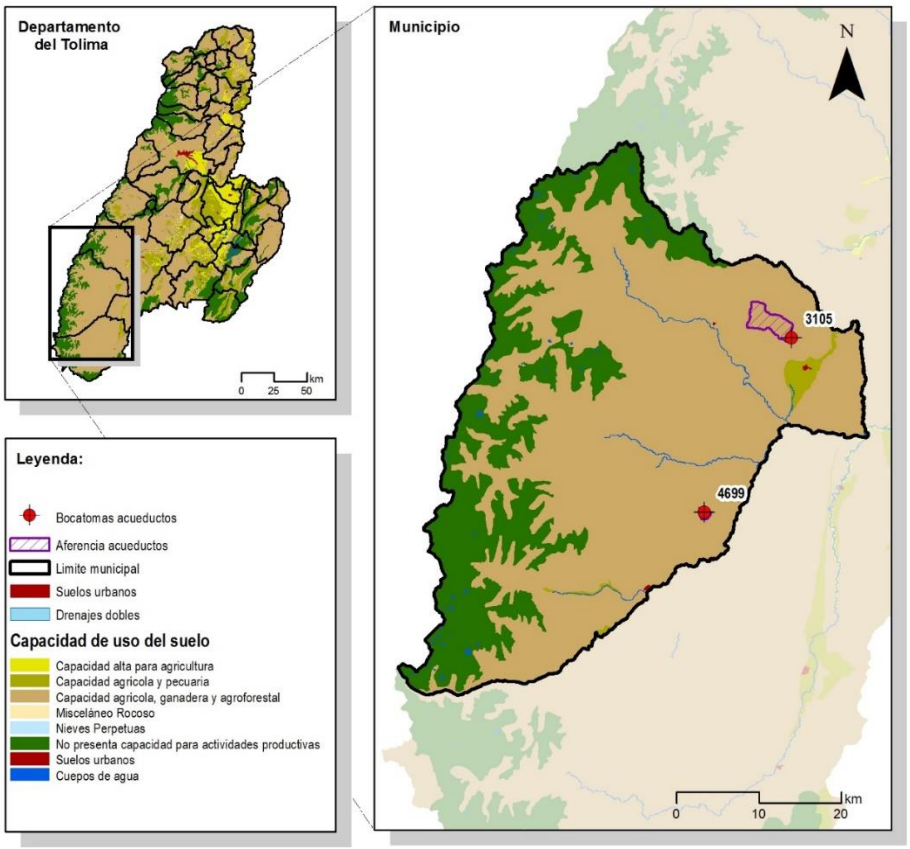
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Rioblanco.

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1029,797	68,28%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	478,383	31,72%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 68,28 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7s, son suelos excesivamente drenados y de fertilidad baja.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

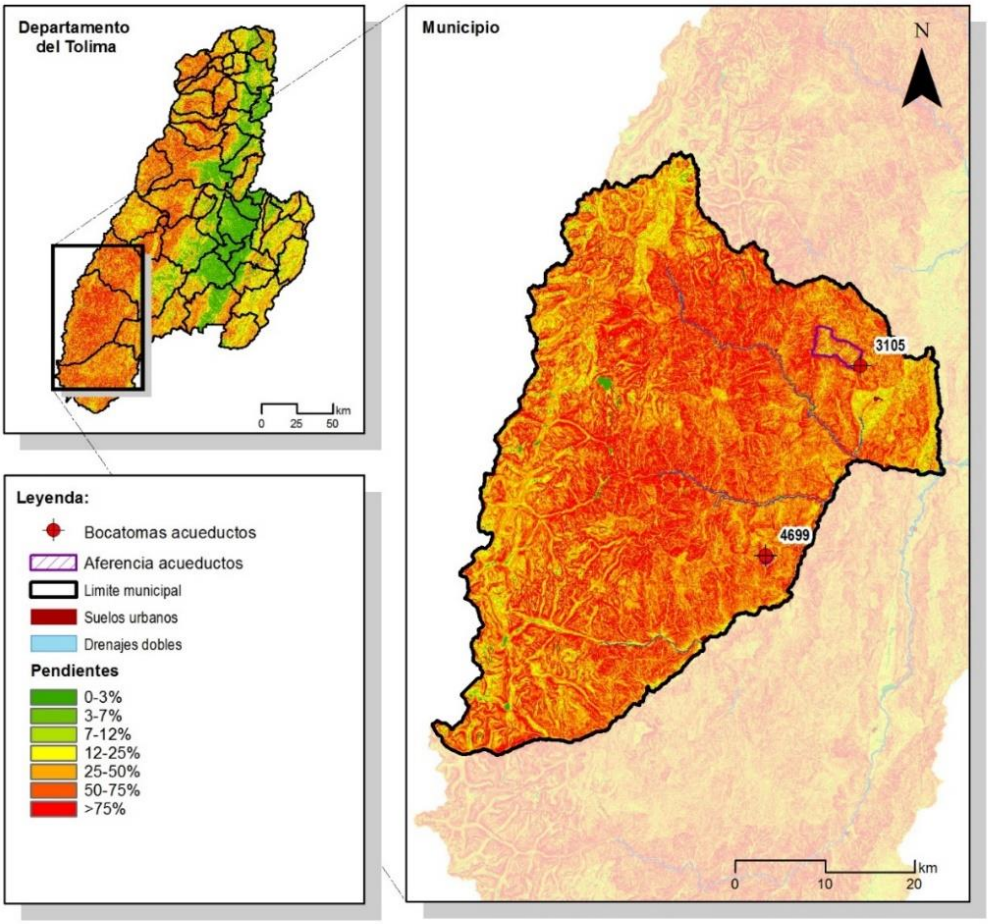
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco

Rango	Descripción	Área (ha)	Porcentaje de cubrimiento (%)
0--3	Plano	7,11	0,495%
3--7	Ligeramente inclinado	11,43	0,795%
7--12	Moderadamente inclinado	26,64	1,854%
12--25	Fuertemente inclinado	183,78	12,788%
25--50	Ligeramente escarpado	636,21	44,270%
50--75	Moderadamente escarpado	481,68	33,517%
>75	Fuertemente escarpado	90,27	6,281%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Rioblanco y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

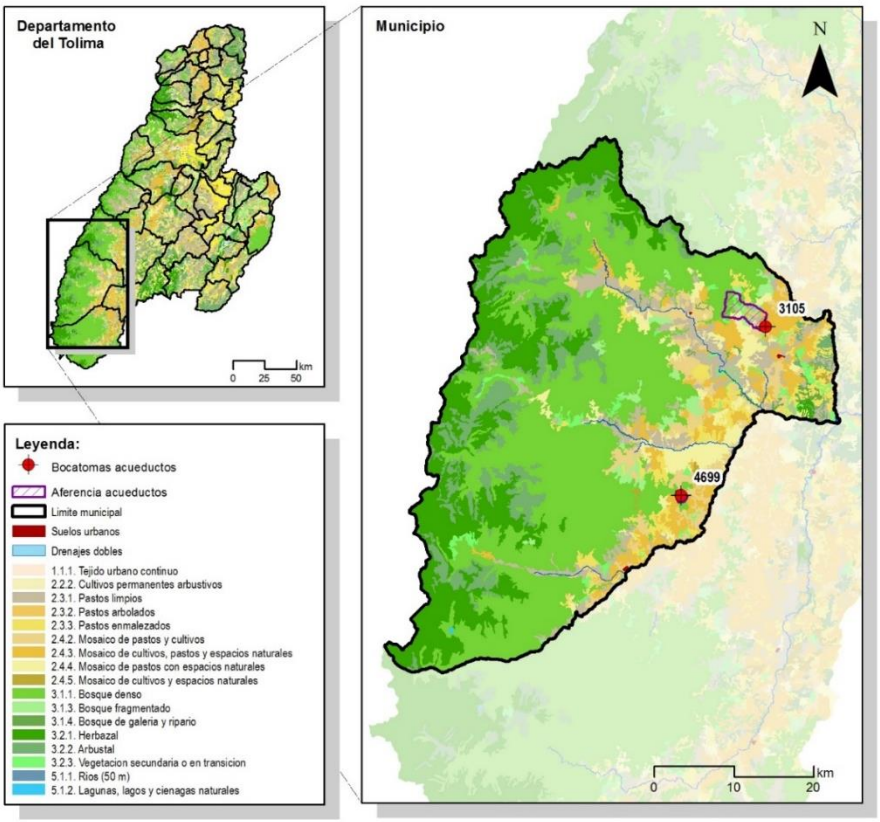
Las pendientes presentes en las bocatomas de los acueductos del municipio de Rioblanco se observan en la tabla10, relacionando la mayor pendiente (entre 25 – 50%) en el acueducto con llave 3105 (Acueducto municipal de Rioblanco) y 4699 (J.A.C. Vereda El Topacio) con pendientes entre el 12-25%.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Rioblanco se encuentra que el rango de pendiente predominante en dichas áreas es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 44,27% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zona moderadamente escarpado, abarcando un área de 33,51%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Rioblanco se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Rioblanco y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco.

Código	Descripción	Área (ha)	% Cubrimiento
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	461,513	30,60%
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	255,957	16,97%
2.3.1	Pastos limpios	225,958	14,98%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	123,908	8,22%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	92,494	6,13%

Código	Descripción	Área (ha)	% Cubrimiento
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	77,515	5,14%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	68,587	4,55%
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	65,316	4,33%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	55,850	3,70%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	48,572	3,22%
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	32,401	2,15%
2.3.3	Pastos enmalezados	0,111	0,01%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 30,60% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco presentan cobertura de bosque denso alto de tierra firme, correspondiendo a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. El 16,97% de la cobertura presenta mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales que comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

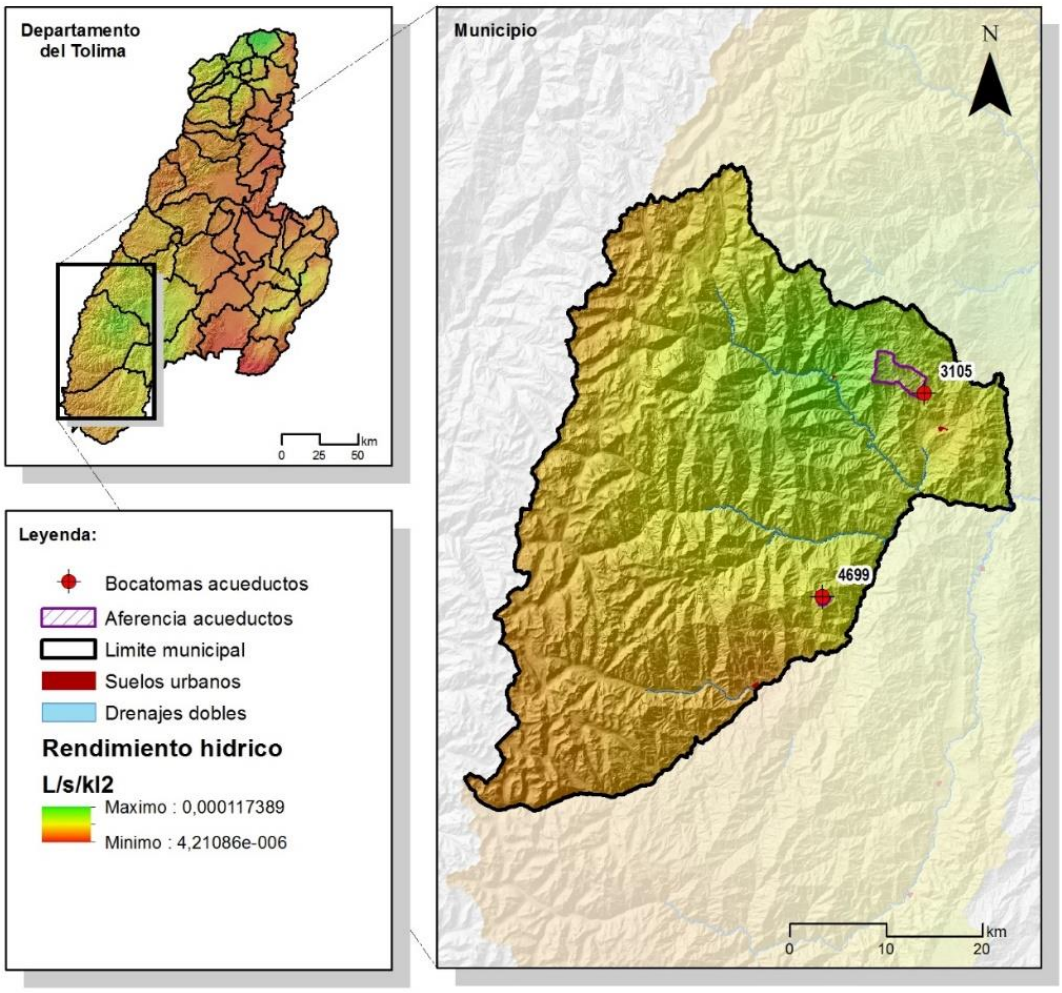
Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Rioblanco

Llave Acueducto	Área Aferencia (Km^2)	Rendimiento Hídrico Área Aferente	Código Microcuenca	Nombre Microcuenca	Área Microcuenca (Km^2)	Rendimiento Hídrico Microcuenca	% Área Aferente respecto Microcuenca	% RH Área Aferente respecto Microcuenca
3105	1350,235713	0,776945	2201-01.7	Quebrada Quebradon	1671,852044	0,928961	80,76%	83,64%
4699	157,945161	0,071326	2201-03.1.2	Quebrada El Topacio	544,2509483	0,249554	29,02%	28,58%
TOTAL	1508,180874	0,848271	**TOTAL**		2216,102992	1,178515		

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

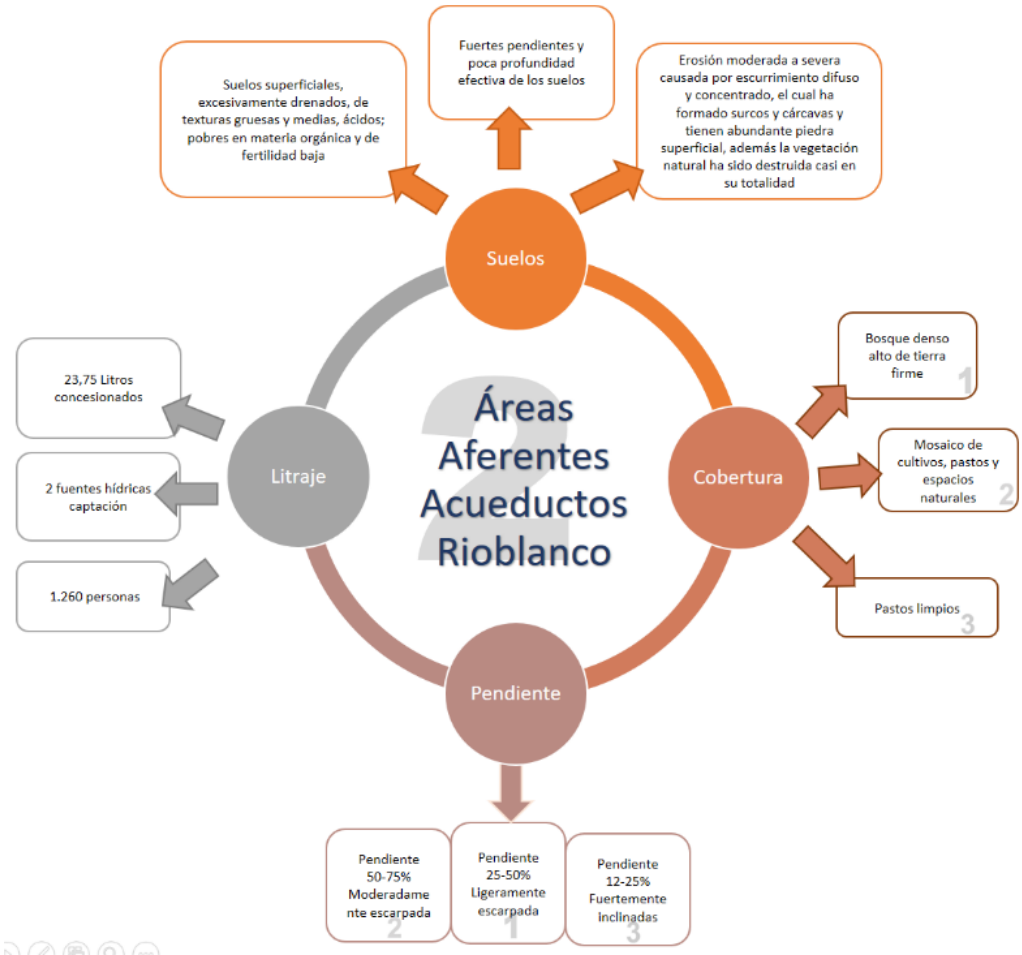
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Rioblanco y en las áreas aferentes de los acueductos



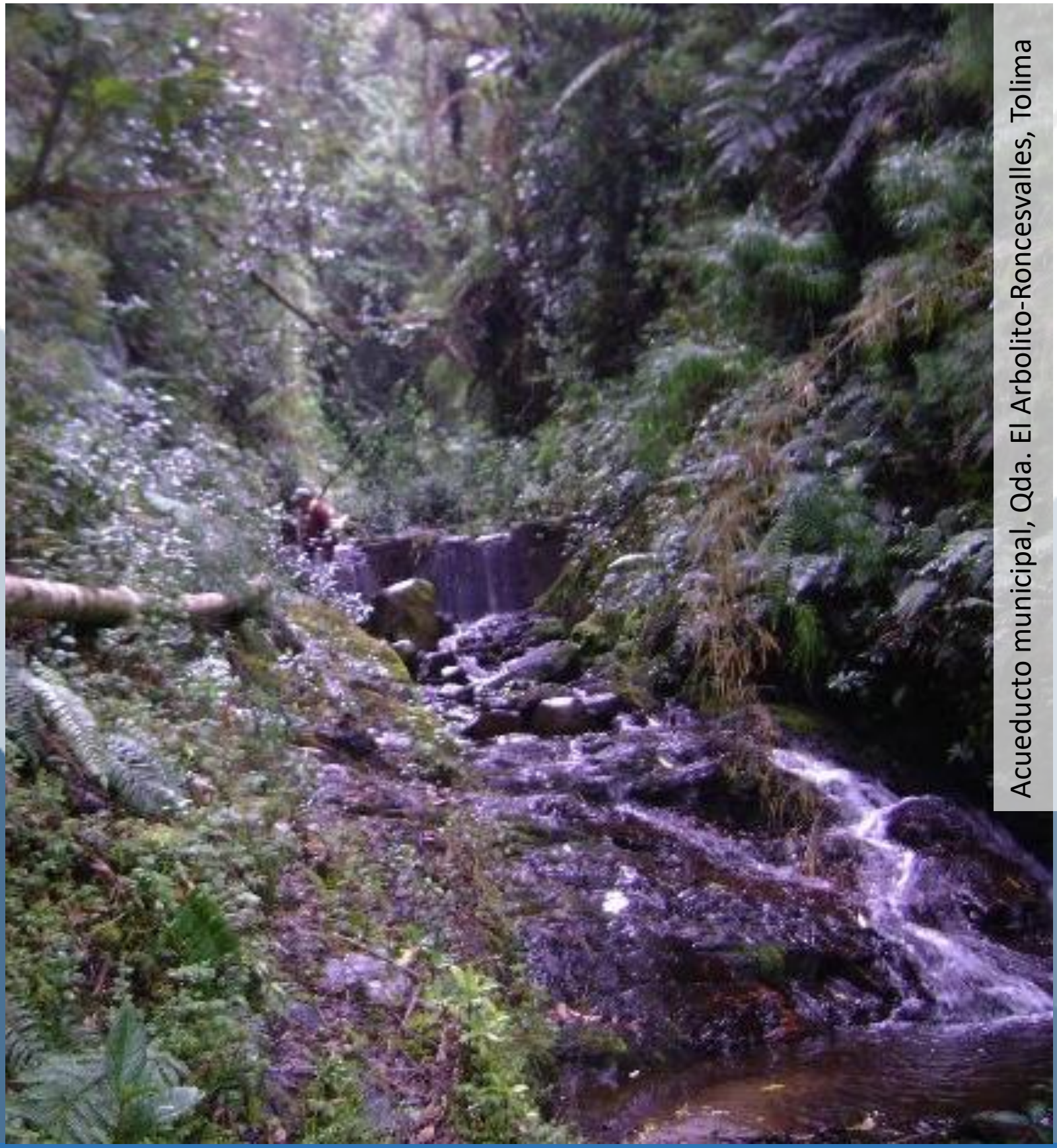
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 2 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,84 l/s/Km^2 que corresponden al 0.93 % del rendimiento hídrico total del municipio de Rioblanco. El área aferente del acueducto municipal de Rioblanco, presenta un rendimiento hídrico de 0,77 l/s/Km^2 que corresponde al 83,64% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebradon, pues abarca el 80,76% del área de la misma. El área aferente del acueducto de J.A.C. Vereda El Topacio, presenta un rendimiento hídrico de 0,77 l/s/km^2 y corresponde solamente al 83,64% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Quebradon. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la J.A.C. Vereda El Topacio, con 0,07 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,2% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada El Topacio.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rioblanco



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto municipal, Qda. El Arbolito-Roncesvalles, Tolima

ANEXO 36 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE RONCESVALLES

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE RONCESVALLES 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeología** 8
5. **Unidades de suelo** 9
6. **Capacidad de uso del suelo** 11
7. **Pendientes** 13
8. **Cobertura de la tierra** 14
9. **Rendimiento hídrico** 16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Roncesvalles 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Roncesvalles 4
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 7. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles 11
Tabla 8. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Roncesvalles 11
Tabla 9. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles 13
Tabla 10. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles 15
Tabla 11. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Roncesvalles 17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 5
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes 8
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes 10
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes 12
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Roncesvalles y en sus áreas aferentes 14
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes 15
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Roncesvalles y en las áreas aferentes de los acueductos 16

MUNICIPIO DE RONCESVALLES

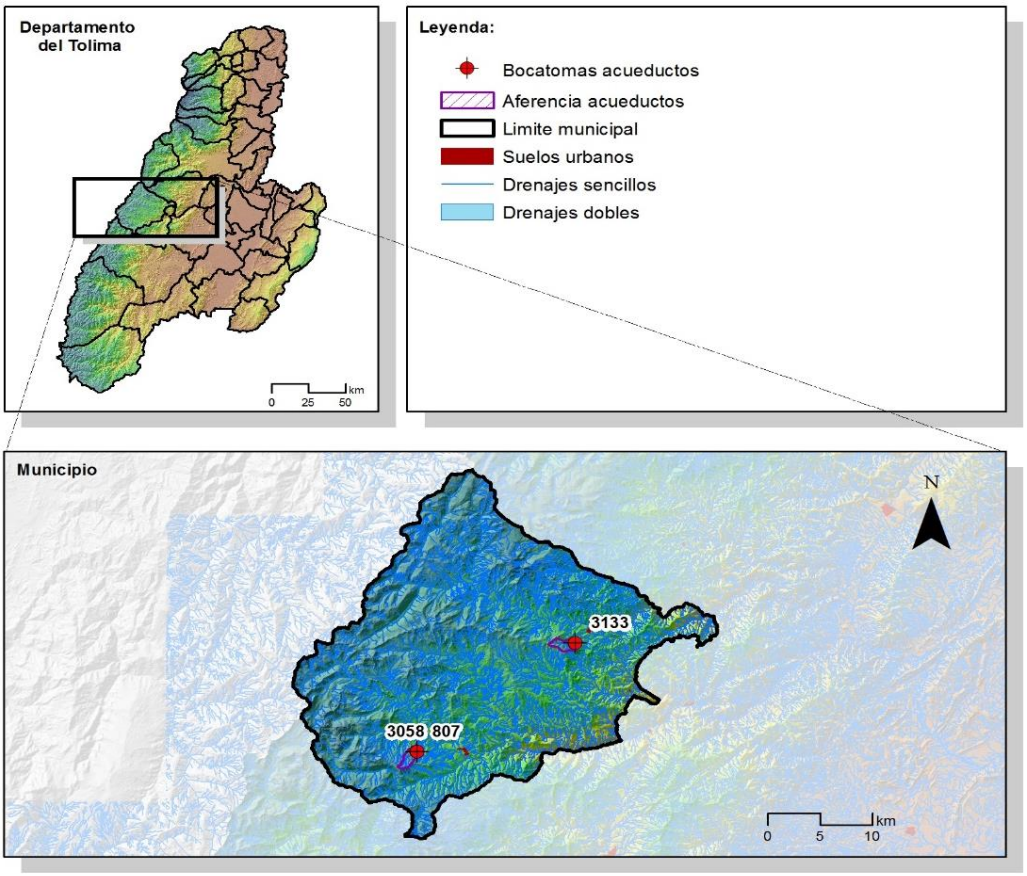
1. Localización

El Municipio de Roncesvalles se encuentra ubicado en la en la Región Andina sobre las estribaciones de la Cordillera Central, en el costado occidental del Departamento del Tolima, se sitúa en los 4º00’39” de latitud norte y 74º36’19” de longitud oeste, con una altitud promedio de 2640 m.s.n.m. Limita al occidente con los municipios de Cajamarca, Tolima, Sevilla-Valle, Génova-Quindío, al sur con el municipio de Chaparral, al oriente con el municipio de San Antonio y al norte con el Municipio de Rovira, Tolima.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Roncesvalles cuenta con 3 acueductos entre veredales y municipal. Los cuales presentan un área aferente de 646,32 ha que corresponden al 0,83% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 3 acueductos del municipio de Roncesvalles, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Roncesvalles

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
807	Municipio de Roncesvalles	Regular	4,010083	-75,645583	2891	11,70	204,59
3058	JAC. Vda. El Coco	Regular	4,010166	-75,645432	2876	0,35	2,37,14
3133	JAC. Vda. Santa Helena	Regular	4,113277	-75,509400	2655	3,00	204,59

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Roncesvalles cuenta con 3 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 15,05 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	11,70
VEREDAL	2	3,35
TOTAL	**3**	**15,05**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada El Arbolito cuenta con la mayor carga de concesiones con un total de 2 concesiones que corresponden al 66,67% del total de concesiones para acueductos del municipio de Roncesvalles, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 12,05 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Roncesvalles

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Arbolito	2207.38	2	12,05
Quebrada de Cardenas	2207.9.19	1	30,00
TOTAL		**3**	**15,05**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Roncesvalles:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	2
Presa de derivación	1
TOTAL	**3**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

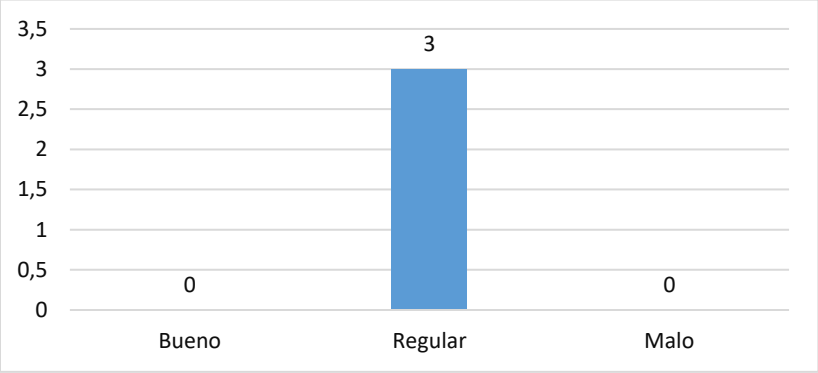
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	3	100,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el

municipio de Roncesvalles, fue reportado personal fijo en el área de captación en la concesión del usuario:

- JAC. VDA. EL COCO/RONCESVALLES.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	2.650
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

identificaron cuatro (4) usuarios que se encuentran en la informalidad, los cuales fueron referenciados con el fin de posteriormente adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA.

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi) La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

- **Facies cuarzodiorítica:** Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización, inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

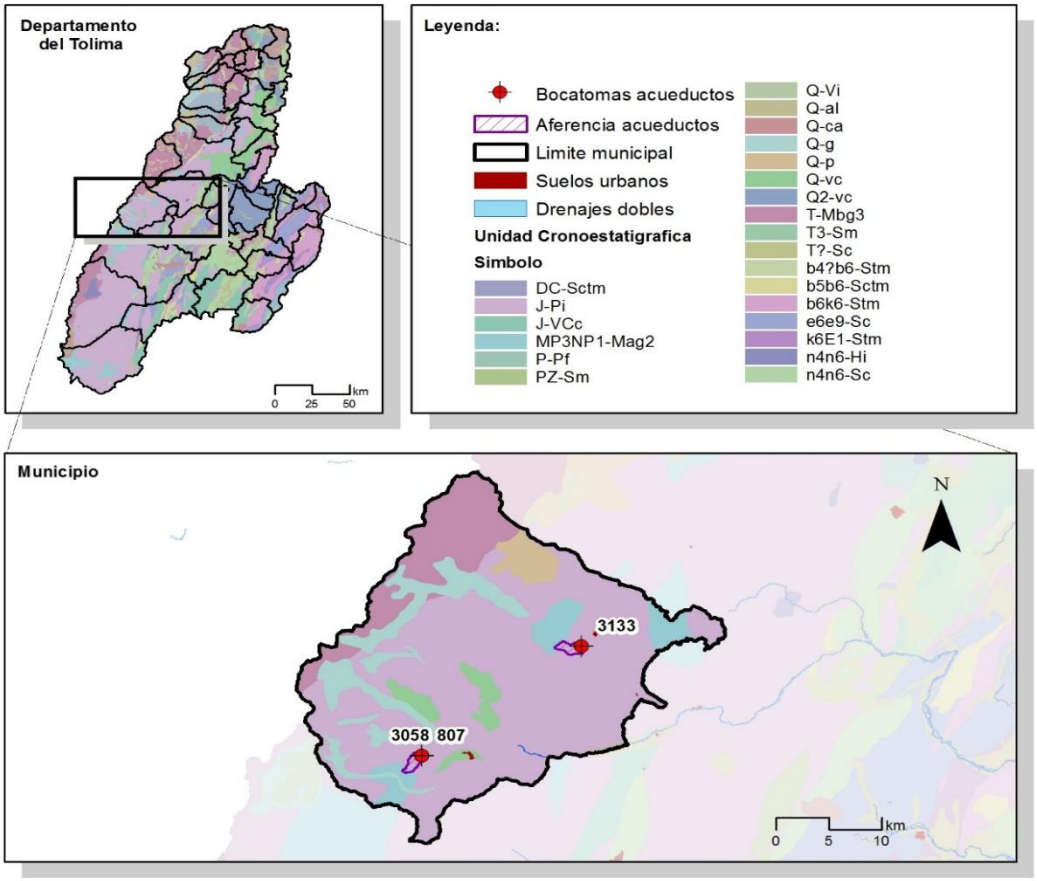
Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Batolito de Ibagué (J-Pi) es clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	393,969	89,19%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneis del Davis	34,481	7,81%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	13,292	3,01%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

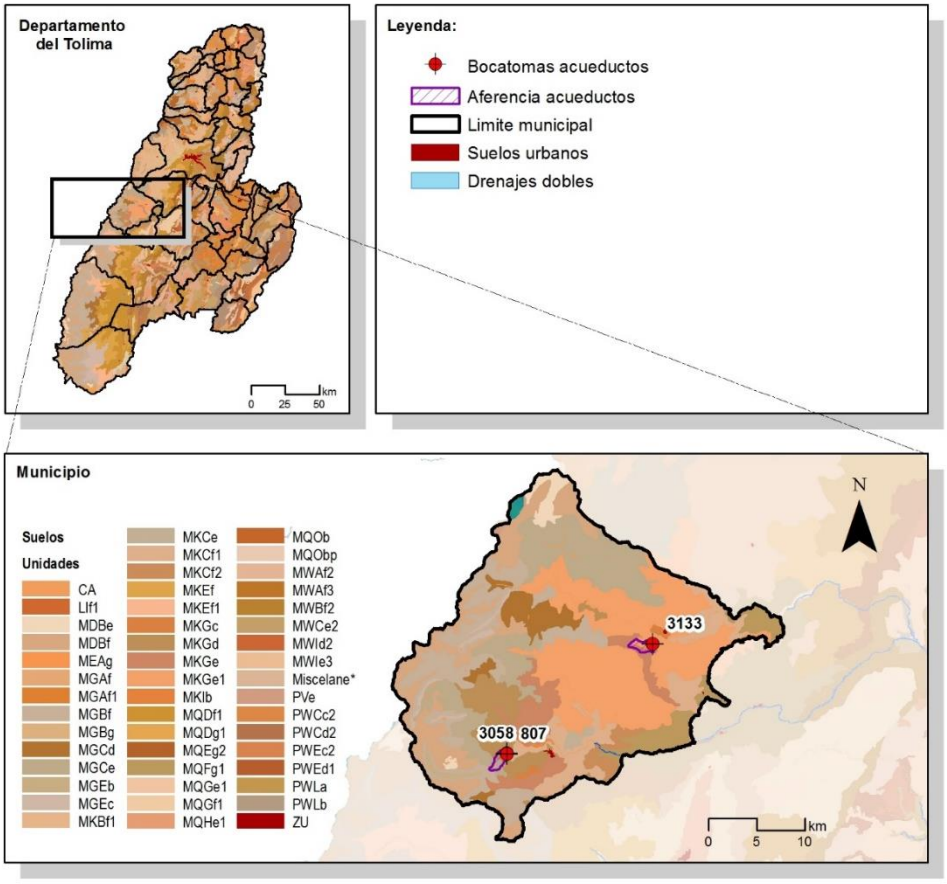
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Roncesvalles se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Roncesvalles se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKGe1 con el 26,96% del área total, estos son suelos Muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, el relieve es fuertemente ondulado a quebrado, pendientes cortas y medias.

El 26,71% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKGe, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada, presentan relieve moderado a fuertemente ondulado y fuertemente quebrado, de pendientes cortas de cimas redondeadas con recubrimiento de cenizas volcánicas, erosión ligera en algunos sectores. Los suelos de la unidad MKGd (22,49%) son suelos muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada. Relieve fuertemente ondulado a quebrado, pendientes

cortas y medias. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MGCe (22,27%), y en menor representatividad se encuentra la unidad MGBf (1,54%).

Tabla 5. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	Andisoles	119,133	26,969
MKGe	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	Andisoles	118,014	26,716
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	Andisoles	99,378	22,497
MGCe	Muy frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas sobre andesitas	Media y gruesa	Andisoles	98,387	22,272
MGBf	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	Entisoles	6,830	1,546

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

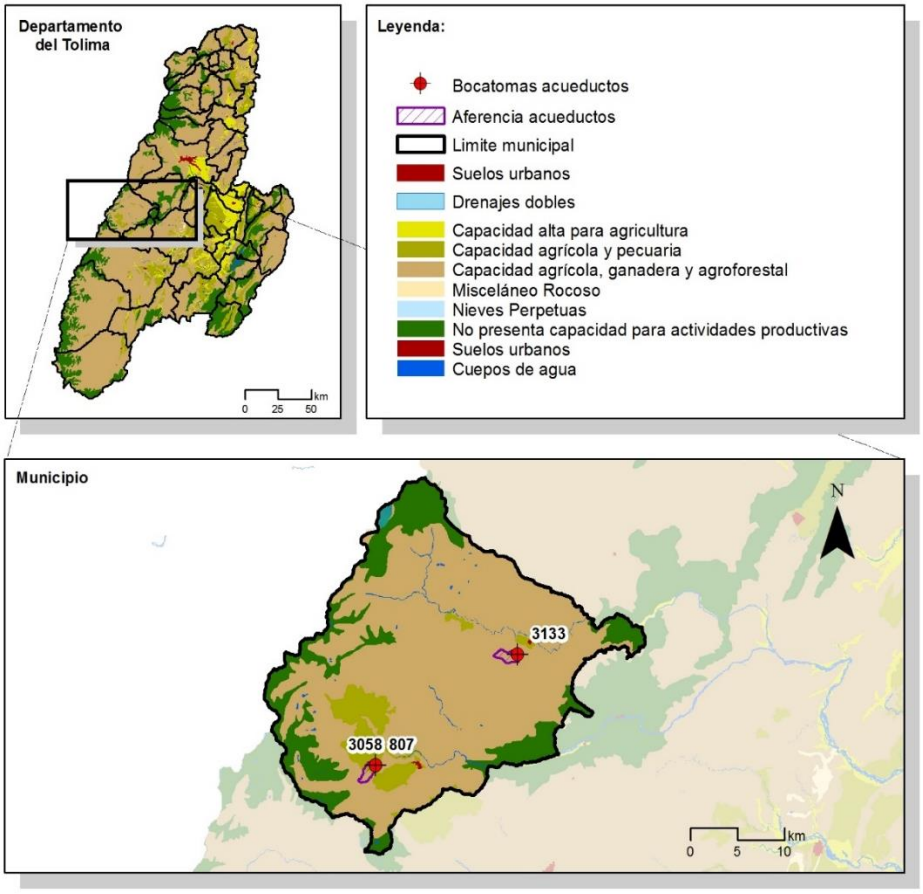
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 6. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Roncesvalles

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
4e	Capacidad agrícola y pecuaria	99,378	22,50%
7c	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	98,387	22,27%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	237,148	53,68%
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6,830	1,55%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 53,68% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles se encuentra en la clase agrológica 6ps, esta subclase de tierras presenta limitaciones muy severas por pendiente, suelo, humedad y clima, de manera independiente y/o combinada, que en términos generales las hacen aptas para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros, esta subclase ocupa un área de 237,148 hectáreas.

El 22,50% de los suelos se encuentra en la clase agrológica 4, estas tierras tienen limitaciones severas y restricciones para el uso por pendiente, humedad y suelos, solas o combinadas, que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos, con un manejo técnico de los potreros. La agroforestería es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erosionadas y susceptibles al deterioro.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

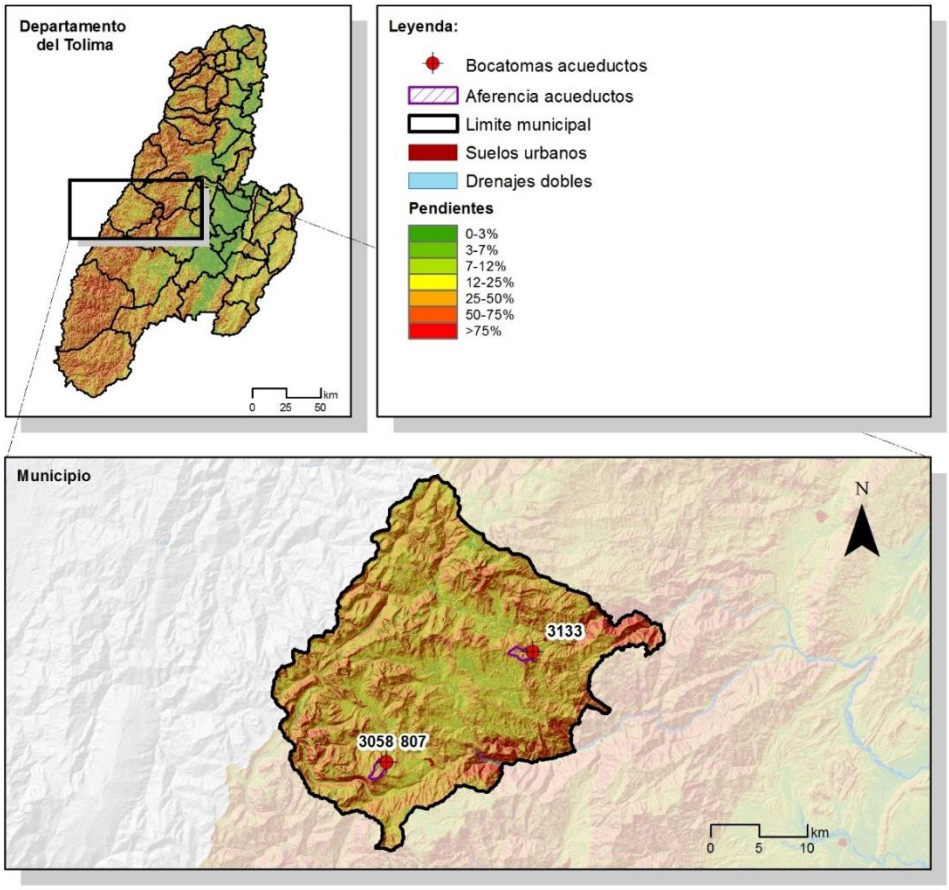
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 7. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	1,80	0,41%
3-7%	Ligeramente inclinado	5,29	1,20%
7-12%	Moderadamente inclinado	12,57	2,85%
12-25%	Fuertemente inclinado	97,72	22,13%
25-50%	Ligeramente escarpado	281,54	63,75%
50-75%	Moderadamente escarpado	40,45	9,16%
>75%	Fuertemente escarpado	2,27	0,51%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Roncesvalles y en sus áreas aferentes



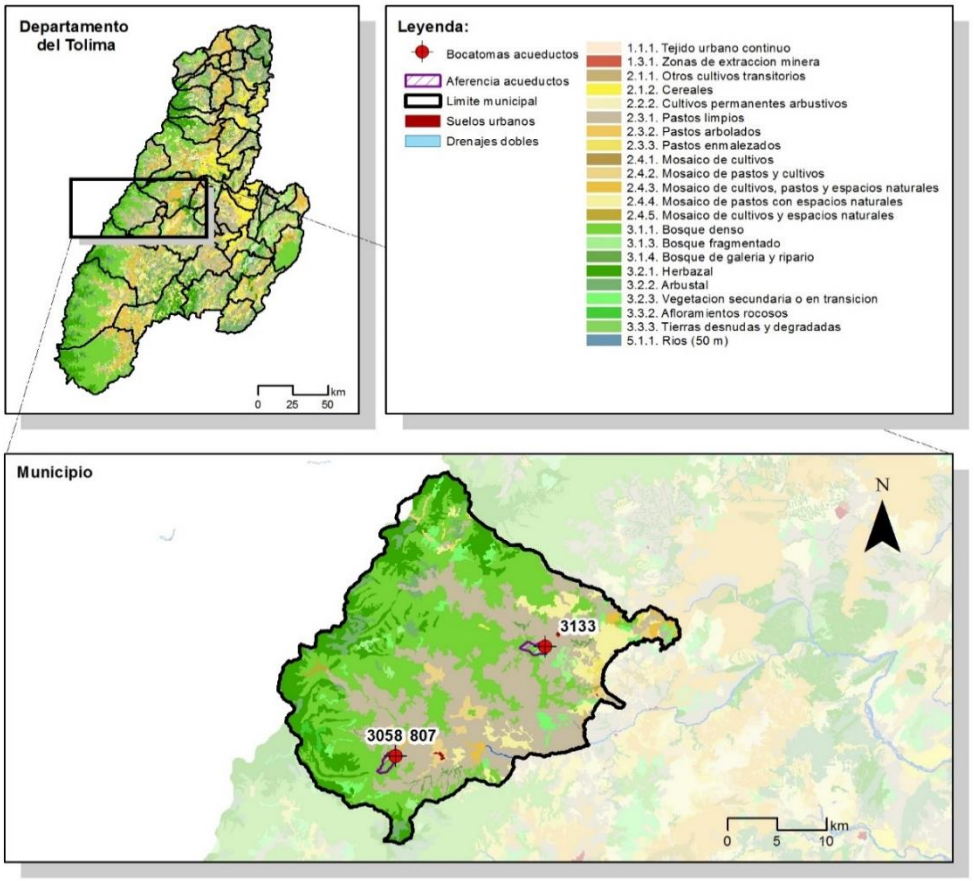
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Roncesvalles se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio en mención es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 63,75% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas ligeramente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 22,13% con rango de pendiente 12-25%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Roncesvalles se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Roncesvalles y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 8. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	262,991	59,54%
2.3.1	Pastos limpios	94,380	21,37%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	84,371	19,10%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 59,54% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles presentan cobertura de Bosque denso alto de tierra firme, corresponde a vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros. El 21,37% de la cobertura presenta pastos limpios, que son tierras con pastizales con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en el que se realizan prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. La Vegetación secundaria o en transición comprende aquella cobertura vegetal

originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre, en este caso la vegetación secundaria o en transición está representada por 19,10%.

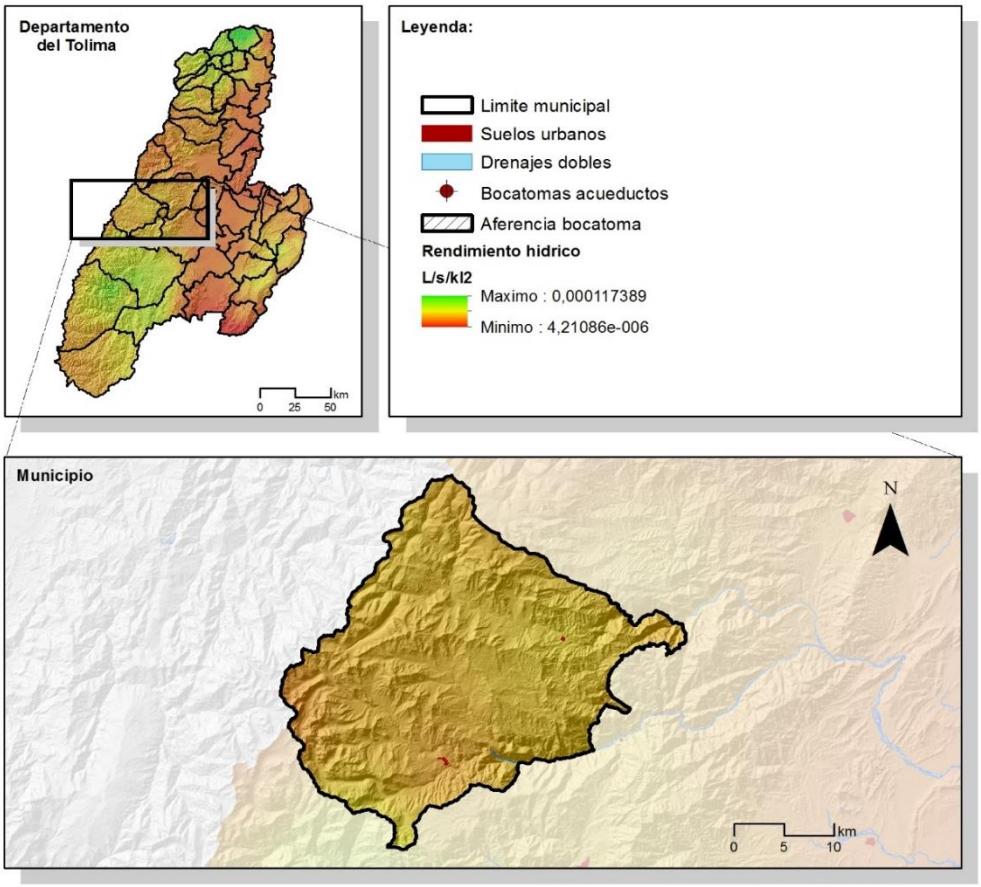
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Roncesvalles y en las áreas aferentes de los acueductos



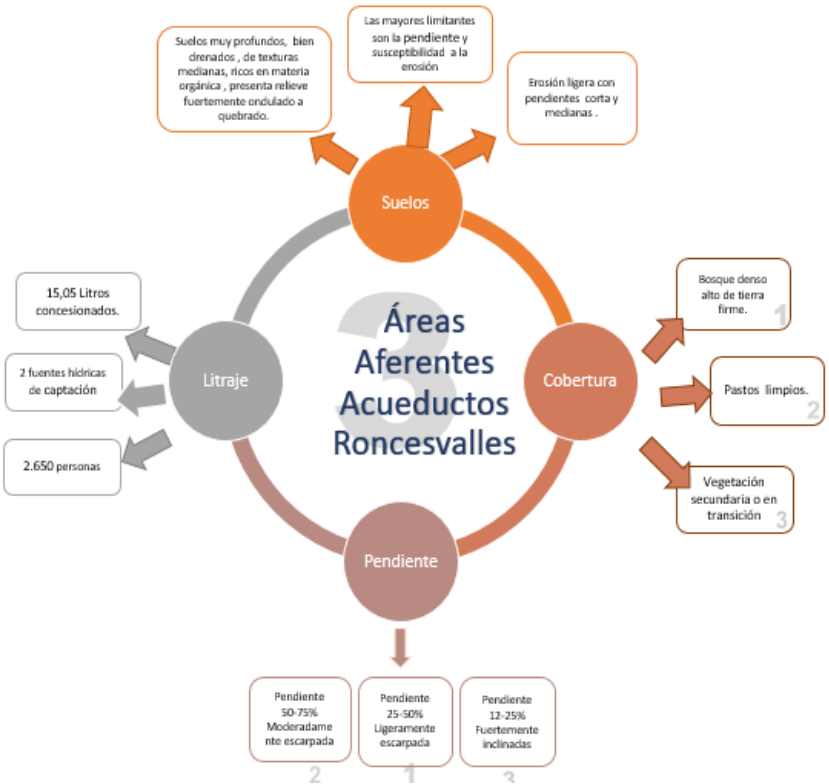
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Roncesvalles

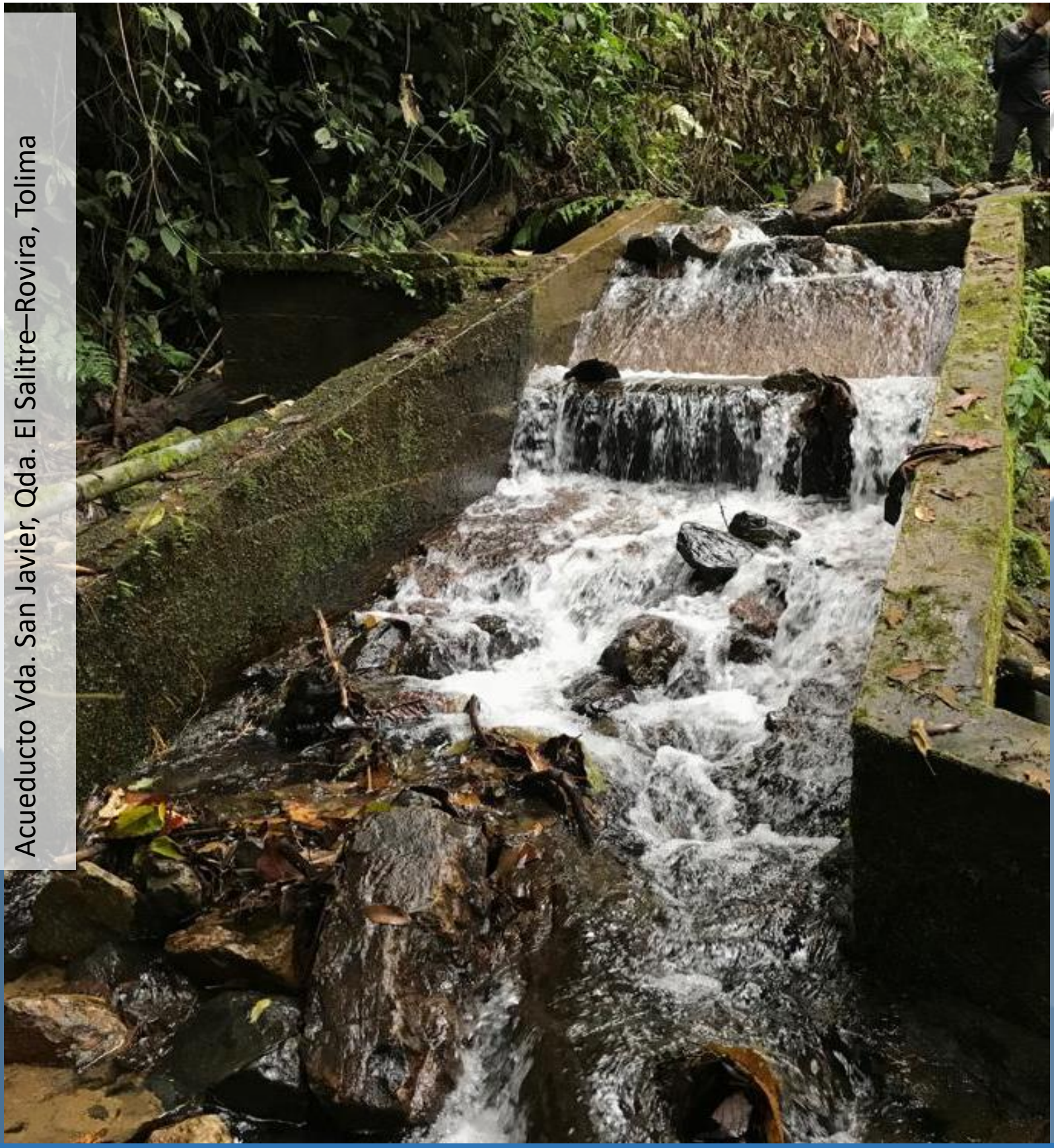
Llave	Área aferencia (km²)	Rendimiento hídrico área aferente	Código microcuenca	Nombre microcuenca	Área microcuenca (km²)	Rendimiento hídrico microcuenca	% RH área aferente respecto RH micro	% área de aferencia respecto área micro
807	2,045	0,069	2207.38	Quebrada El Arbolito	4,357	0,144	48,23	46,95
3058								
3133	2,371	0,091	2207.9.19	Quebrada de Cárdenas	6,7438	0,262	34,92	35,16
TOTAL	4,417	**0,161**						

Las áreas aferentes de los 3 acueductos del municipio de Roncesvalles, presentan un rendimiento hídrico de 0,16 l/s/Km^2 que corresponden al 0,59% del rendimiento hídrico total del municipio de Roncesvalles. El área aferente del acueducto de la J.A.C Vereda Santa Helena, presenta un rendimiento hídrico de 0,09 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,33% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada de cárdenas.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Roncesvalles



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019



Acueducto Vda. San Javier, Qda. El Salitre–Rovira, Tolima

ANEXO 37 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE ROVIRA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

Contenido

Municipio de Rovira 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 12
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Rovira 4
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Rovira... 5
Tabla 4 Tipo de obras de captación **6**
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación **6**
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios **7**
Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas **12**
Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira. 14
Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Rovira 16
Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira. 18
Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira. 19
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Rovira 24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Rovira y sus áreas aferentes **3**
Figura 2. Estado de las obras de captación **6**
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes **11**
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes **13**
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes **16**
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Rovira y en sus áreas aferentes **18**
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes. 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Rovira y en las áreas aferentes de los acueductos. 23
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira 25

Municipio de Rovira

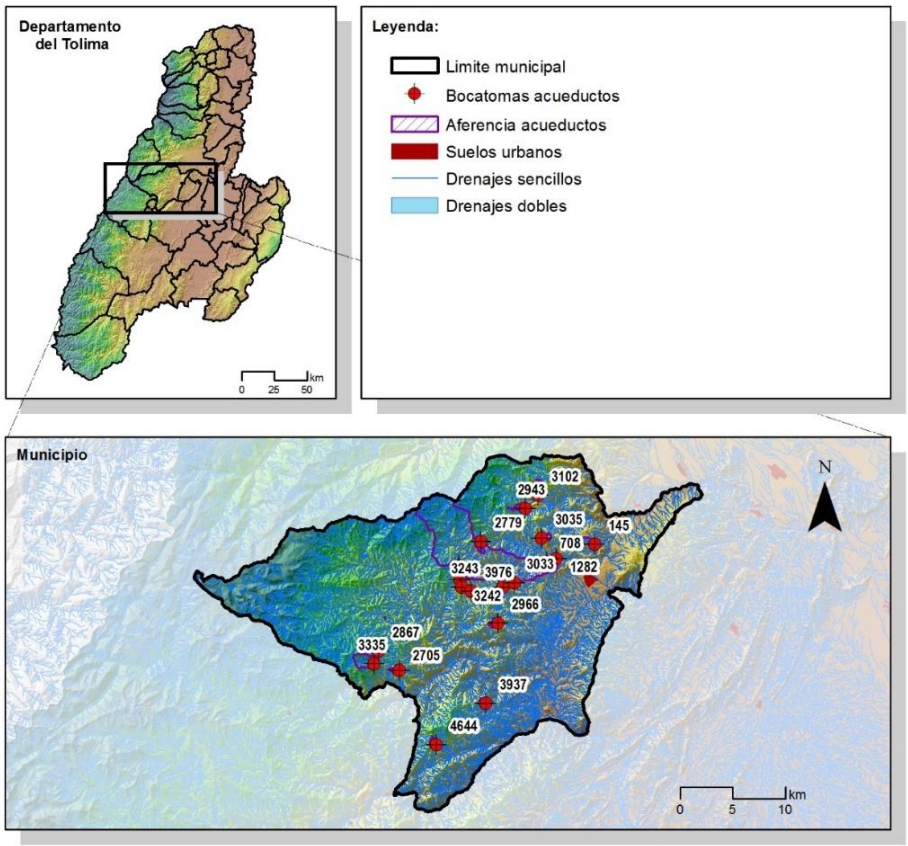
1. Localización

El Municipio de Rovira, se encuentra situado en el Centro del Departamento del Tolima; con su cabecera municipal bajo las coordenadas de latitud 04°14’34’’ Norte y longitud 75°14’35’’ Oeste del meridiano de Greenwich, con una altura de 900 m.s.n.m. Al norte limita con los municipios de Ibagué y Cajamarca, al occidente con el municipio de Roncesvalles, al oriente con los municipios de San Juan y Valle de San Juan, y al sur con los municipios San Antonio y Ortega.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Rovira cuenta con 20 acueductos entre veredales y municipales. Los cuales presentan un área aferente de 5299,266 ha que corresponden al 7,17% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 19 acueductos del municipio de Rovira, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Rovira y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Rovira

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	AREA AFERENTE
				LONGITUD	LATITUD		
145	JAC VDA BOQUERON DEL MUNICIPIO DE ROVIRA – TOLIMA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,21912	4,26949	1098	74,702
708	JAC VDA SAN JAVIER MPIO DE ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,29522	4,27056	1444	25,341
1282	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ROVIRA ESP	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,25222	4,25131	960	4598,162
1964	ASOC DE USUAR ACUED RURAL LA PALMITA/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,34953	4,24547	2336	41,329
2705	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA LAGUNA ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,38143	4,16211	1747	38,821
2779	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL LA DIVISA-LA LUISA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,31372	4,26290	1560	19,479
2903	JACVDASAN ROQUE ALTO/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,30921	4,23009	1568	10,890
2943	JUNTA ADMINISTRADORA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,29156	4,29985	1520	50,519
2966	ASOCDE USUAR ACUED RURAL VDA EL CALABOZO/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,29726	4,18834	1114	39,469
3033	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,29341	4,23928	1950	6,781
3035	JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO VEREDA SAN JAVIER	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,31419	4,30161	2545	37,958
3102	JAC VDA LAS MANGAS-SECTOR LA PRIMAVERA/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,36798	4,08276	1535	59,577
3242	ASOC DE USUARIOS ACUED RURAL VDA LA LIBERTAD - ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,33627	4,21945	1792	16,450
3243	ASOC DE USUARIOS ACUED RURAL VDA LA LIBERTAD - ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,33627	4,21945	1792	19,824
3335	JAC VDA PATIO BONITO/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,41206	4,16366	2141	225,013
3937	JAC VDA CALICA/ROVIRA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,32075	4,13293	1400	21,290
3976	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA TOMA	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,34436	4,23486	1530	2,863
4644	ASOC DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS Y ACUEDUCTO EL PORVENIR	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,35849	4,08192	1547	31,332

2867	ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL CUCAL ALTO	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,37175	4,20138	1582	65,598

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Rovira cuenta con 20 concesiones de agua, de las cuales 19 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 69,95 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	18	26,36
MUNICIPAL	1	43,18
TOTAL	**19**	**69,54**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 20 concesiones mencionadas inicialmente, solo 19 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada en caducidad bajo resolución 3046 de 28/08/2019, identificada con llave 3254 del usuario JUNTA ADMINISTRADORA DEL ACUEDUCTO VEREDA LA CHAPA con un caudal otorgado de 0,41 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 11 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada real la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 5 concesiones que corresponden al 26,32% del total de concesiones para acueductos del municipio de Rovira, adicional el río Luisa cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 46,16 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Rovira.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Real	2118.2.16	5	7,93
Rio Luisa	2118.2	4	46,18
Quebrada La Selva	2207.9.6	2	2,82
Quebrada El Salitre	2118.2.15.1	1	1,15
Quebrada El Calabozo	2207.9.3.5	1	1,35
Quebrada Las Palmas	2121.35.2	1	1,00
Rio Manso	2207.9.3.13	1	3,86

Quebrada El Cedral	2207.11	1	1,36
Quebrada Andes	2121.34.2	1	0,97
Quebrada Las Auras	2207.13	1	1,00
Quebrada Las Abras	2121.34.4	1	1,92
TOTAL		**19**	**69,54**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Rovira:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma sumergida	7
Toma de rejilla	6
Camara de toma directa	4
Presa de derivación	2
TOTAL	**19**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

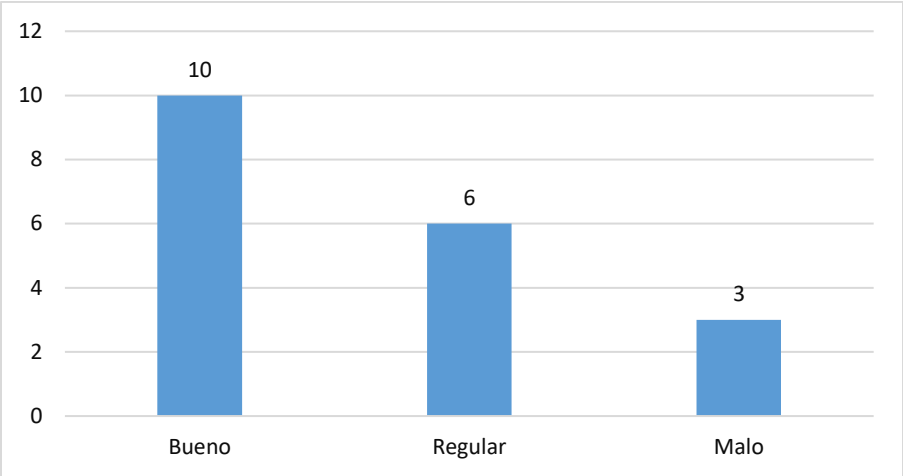
Las visitas realizadas permiten verificar que el 47,37% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	10	52,63
Regular	6	31,58
Malo	3	15,79

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Rovira, solo la concesión ASOC. DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS Y ACUEDUCTO EL PORVENIR fue reportada con personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	12.467
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?).Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

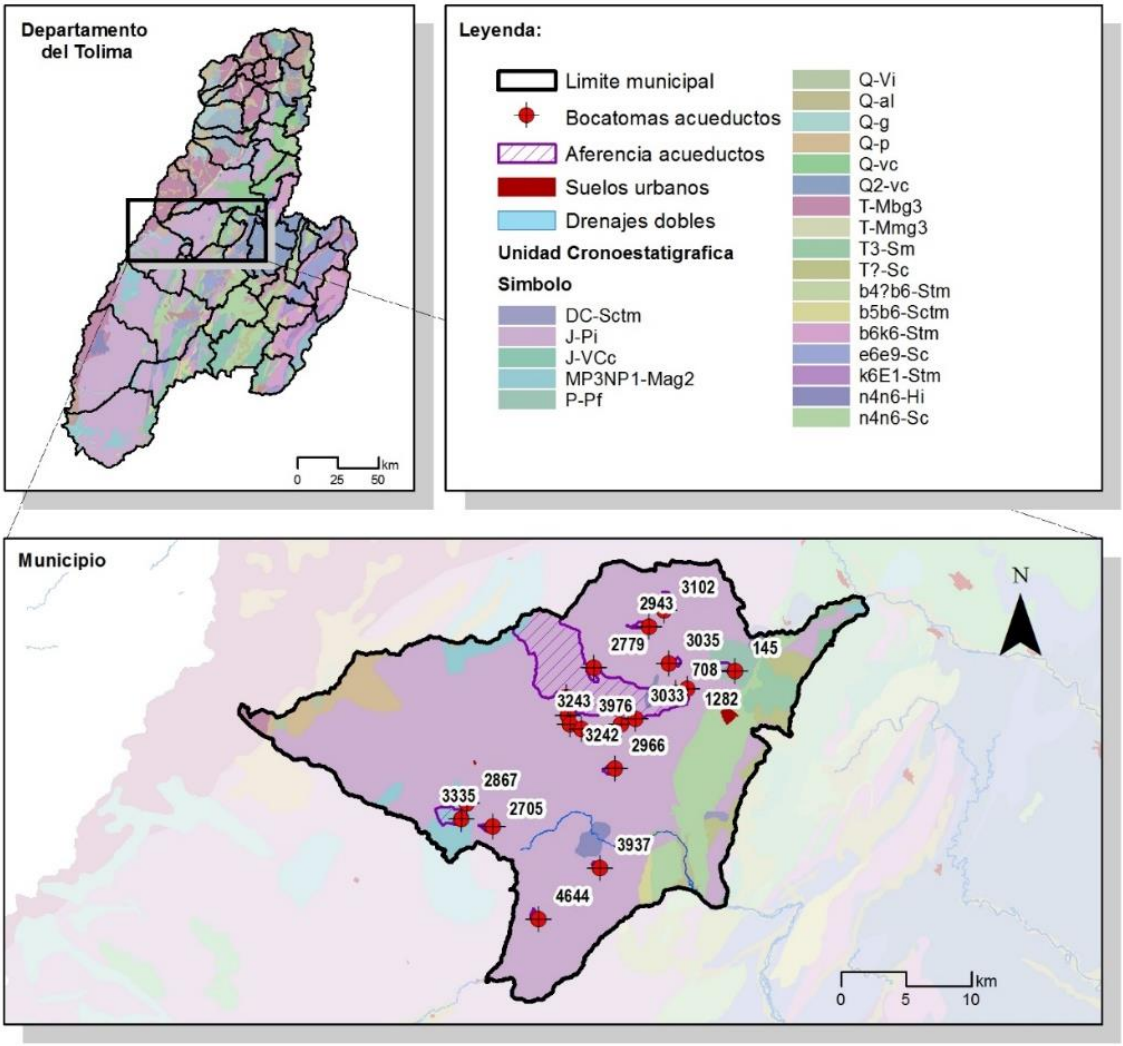
Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura. Ver tabla 7y figura 3.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Planadas

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	4732,136	89,30%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	390,552	7,37%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano		101,879	1,92%
P-Pf	Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas.	Pérmico		74,703	1,41%

4. Hidrogeología

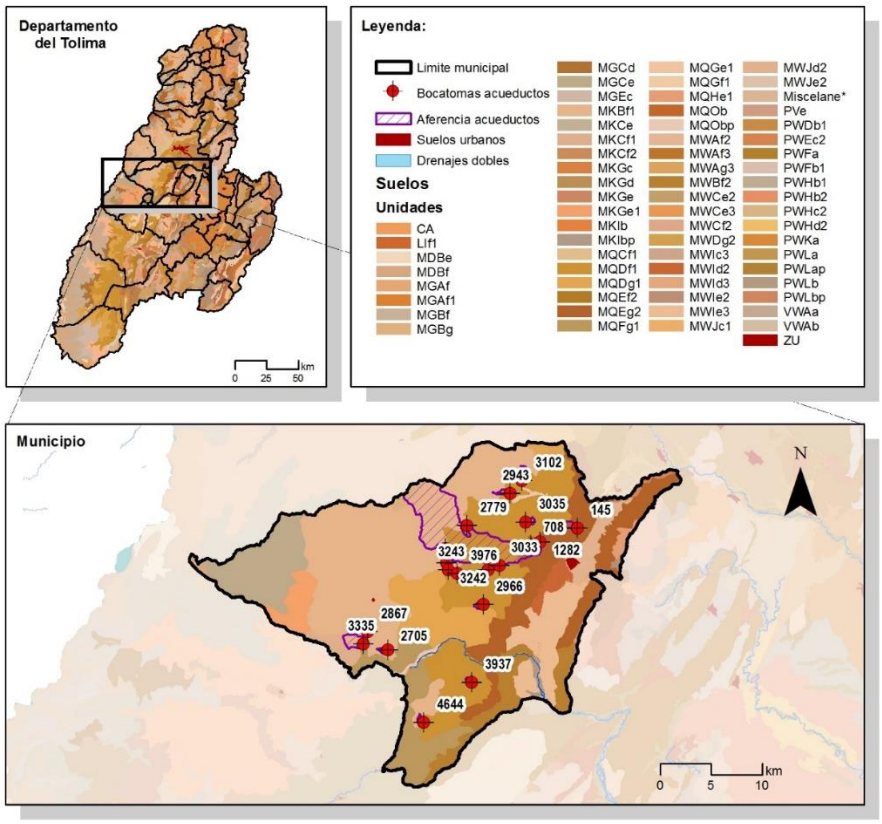
Hidrogeológicamente estas unidades como el Batolito de Ibagué y Neis y Esquistos de Tierradentro son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua.

Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

5. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de Rovira se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira se encuentran principalmente en suelos MKBf1, los cuales se encuentran en un 49,32% del total de las áreas, en suelos MQDg1 en el 39,60%, en orden de importancia, seguidos de los suelos MQEg2 en un 6,42%; suelos MGBg en el 3,67%, suelos MQFg1 en el0,18 y finalmente suelos MKCf1 en el 0,77%. La unidad MKB es la unidad más extensa dentro del clima frío húmedo; en altitudes de 2000 a 3000 m, con precipitaciones de 2500 a 2800 mm y temperaturas de 12 a 18°C. Existe erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, se observan fenómenos de reptación escurrimiento difuso y deslizamientos. El material parental está constituido por cenizas volcánicas y en algunos terrenos escarpados por rocas metafóricas (esquistos). La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia.

Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar crestas longitudinales inclinadas, con flancos abruptos de relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes largas, mayores de 50%.

Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira.

UC Suelo	CLIMA_1	PAISAJE	TIPO_RELIE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	AREA Ha	%
MGBg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	Entisoles	194,82	194,82	3,68
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media y gruesa	Andisoles	41,33	41,33	0,78
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	34,65	2098,86	39,61
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Entisoles	2052,21		
MQDg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Inceptisoles	12,00		
MQEg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Entisoles	340,53	340,53	6,43
MQFg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media y fina	Entisoles	9,69	9,69	0,18
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media	Andisoles	2596,07	2614,05	49,33
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas	Media	Andisoles	17,97		
TOTAL							**5299,27**	**5299,27**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Los suelos presentados en el municipio de Rovira, presentan las siguientes características: los suelos MKBf1 son suelos profundos y superficiales, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas, ácidos y rico en materia orgánica de fertilidad moderada as, muy ricos en bases y de fertilidad moderada;

fase de pendiente del 50-75%, erosión ligera, relieve fuertemente quebrado a escarpado. Existe erosión ligera ocasionada principalmente por sobrepastoreo, se observan fenómenos de reptación escurrimiento difuso y deslizamientos.

El material parental está constituido por cenizas volcánicas y en algunos terrenos escarpados por rocas metafóricas (esquistos).

La vegetación natural ha sido destruida en su mayor parte y las tierras dedicadas a la ganadería extensiva y a la agricultura de subsistencia.

Los suelos MQDg1, son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricas en bases y de fertilidad moderada.; fase de pendiente mayor del 75% , erosión ligera, relieve fuertemente quebrado y modera, de pendientes largas, erosión ligera y moderada.

La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva.

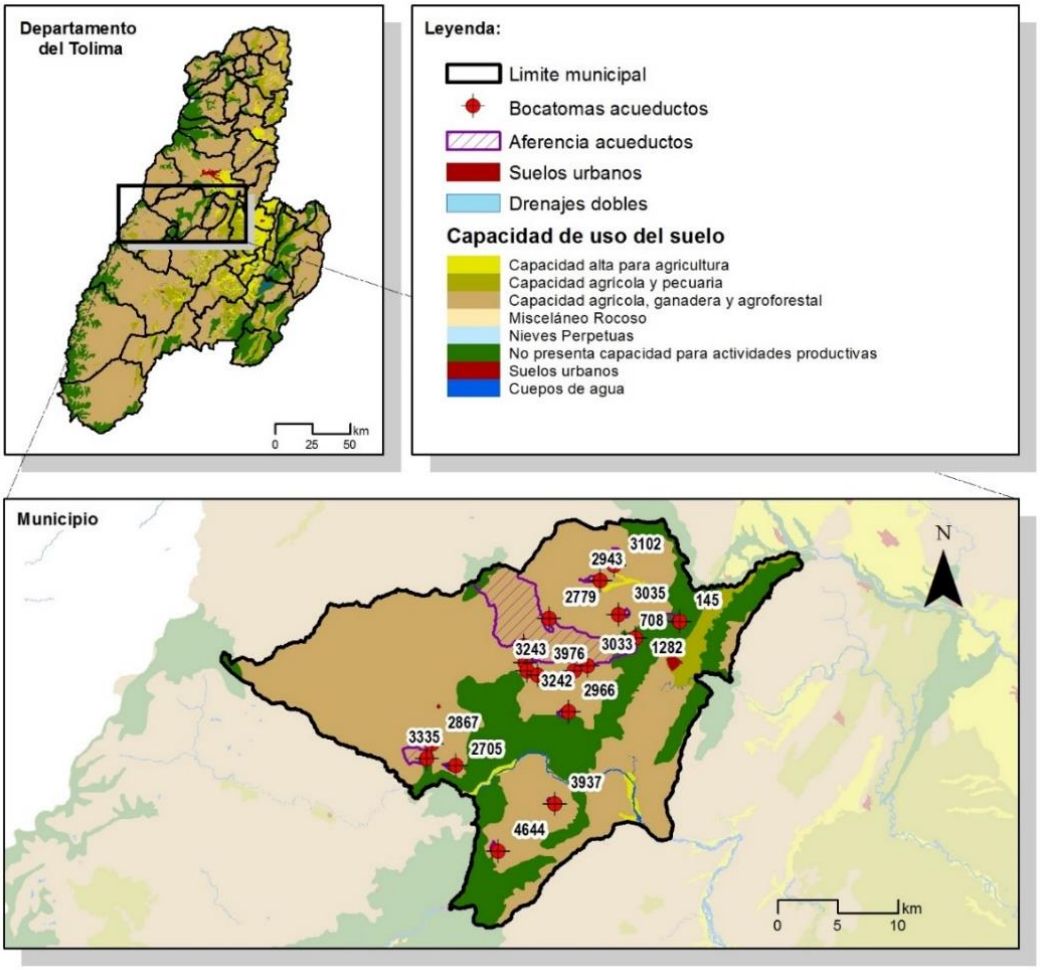
Finalmente los suelos MQEg2, son suelos superficiales, ácidos, de texturas medianas a finas, pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente mayor del 75%, relieve escarpado, pendientes fuertes y erosión moderada por escurrimiento difuso.

La cobertura dominante es de pastos naturales y rastrojos, sin uso debido a las fuertes pendientes, se deben emprender trabajos de reforestación y campañas de protección de estas tierras. Los suelos MGBg, son suelos muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Rovira

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	AREA	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	34,65	2086,86	39,38
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2052,21		
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	17,97	2614,05	49,33
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2596,07		
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	41,33	41,33	0,78
8	No presenta capacidad para actividades productivas	194,82	557,03	10,51
8	No presenta capacidad para actividades productivas	362,21		
TOTAL		**5299,27**	**5299,27**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 8,48% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p), los suelos categoría 7pc, son suelos con limitación de pendiente (p) y clima(c) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 10,51% restante de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira se encuentra en la clase agroecológica 8, las cuales son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

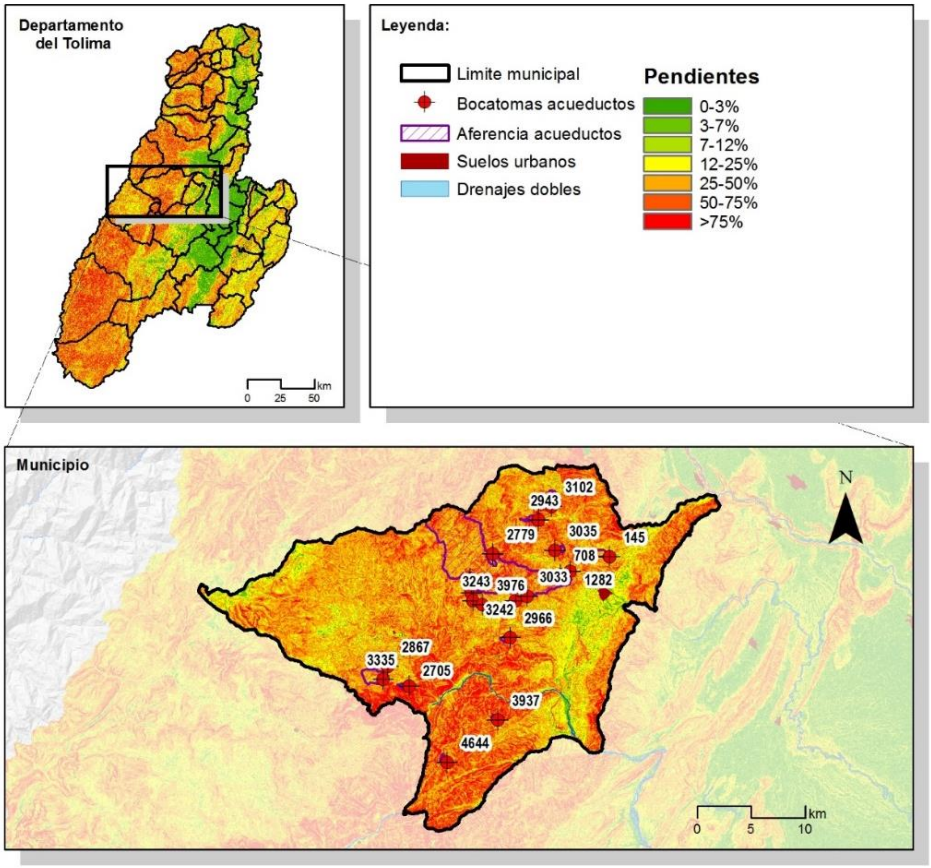
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira.

Rangos	Descripción	Cantidad de pixeles	Porcentaje de cubrimiento
0 - 3	Plano	88	0,15
3-7	Ligeramente inclinado	302	0,53
7-12	Moderadamente inclinado	784	1,39
12-25	Fuertemente inclinado	5604	9,98
25 - 50	Ligeramente escarpado	26763	47,70
50 - 75	Moderadamente escarpado	18769	33,45
>75	Fuertemente escarpado	3794	6,76
TOTAL		**56104**	**100**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Rovira y en sus áreas aferentes

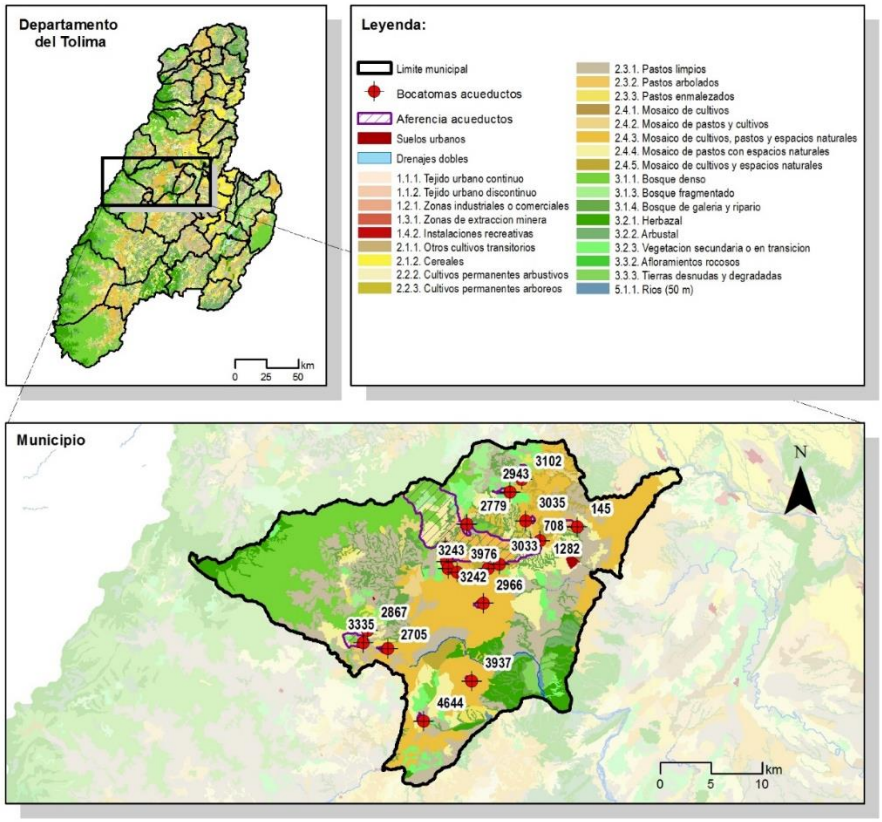


Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Rovira se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Rovira y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015

Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira.

CÓDIGO	COBERTURA	AREA (ha)	% COBERTURA	% COBERTURA
2.3.1	Pastos limpios	59,982744	150,804508	2,846
2.3.1	Pastos limpios	10,642136		
2.3.1	Pastos limpios	16,606307		

CÓDIGO	COBERTURA	AREA (ha)	% COBERTURA	% COBERTURA
2.3.1	Pastos limpios	47,666456		
2.3.1	Pastos limpios	5,079351		
2.3.1	Pastos limpios	10,827514		
2.3.2	Pastos arbolados	50,96502	50,965020	0,962
2.3.3	Pastos enmalezados	0,61378	0,61378	0,011582351
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	45,559704		
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	11,359087		
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	16,865387	401,860292	7,583314651
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	304,246786		
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	23,829328		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11,423114		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	771,090119		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3,376782		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	346,719914	1512,674547	28,54496272
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	288,774869		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	89,679754		
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1,609995		
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	53,371723		
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	9,389686		
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	47,00892	956,756514	18,054
2.4.4	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	14,109765		
2.4.4	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	53,23432		
2.4.4	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	143,801376		

CÓDIGO	COBERTURA	AREA (ha)	% COBERTURA	% COBERTURA
2.4.4	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	634,954236		
2.4.4	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,886488		
2.4.5	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0,220775		
2.4.5	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	18,692541	41,014757	0,773969994
2.4.5	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	22,101441		
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	1108,590506		
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	4,360233	1112,950739	21,002
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	222,452478		
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	33,383897	255,836375	4,828
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	16,142305		
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	0,009446		
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	6,116249	641,901456	12,11301742
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	113,793931		
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	505,839525		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	27,933752		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	0,014651		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	21,927945		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	1,864567	173,891665	3,281
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	76,38834		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	42,943606		
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	2,818804		
		5299,269653	**5299,269653**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El 58,766%, comprende las tierras o áreas en pastos cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas

a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno.

Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.

Dentro del 58,766%, se encuentra el 28,544% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira presentan esta cobertura que Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

El 18,054%, constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Por otra parte el 41,224%, Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación.

Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundaria
o en transición.

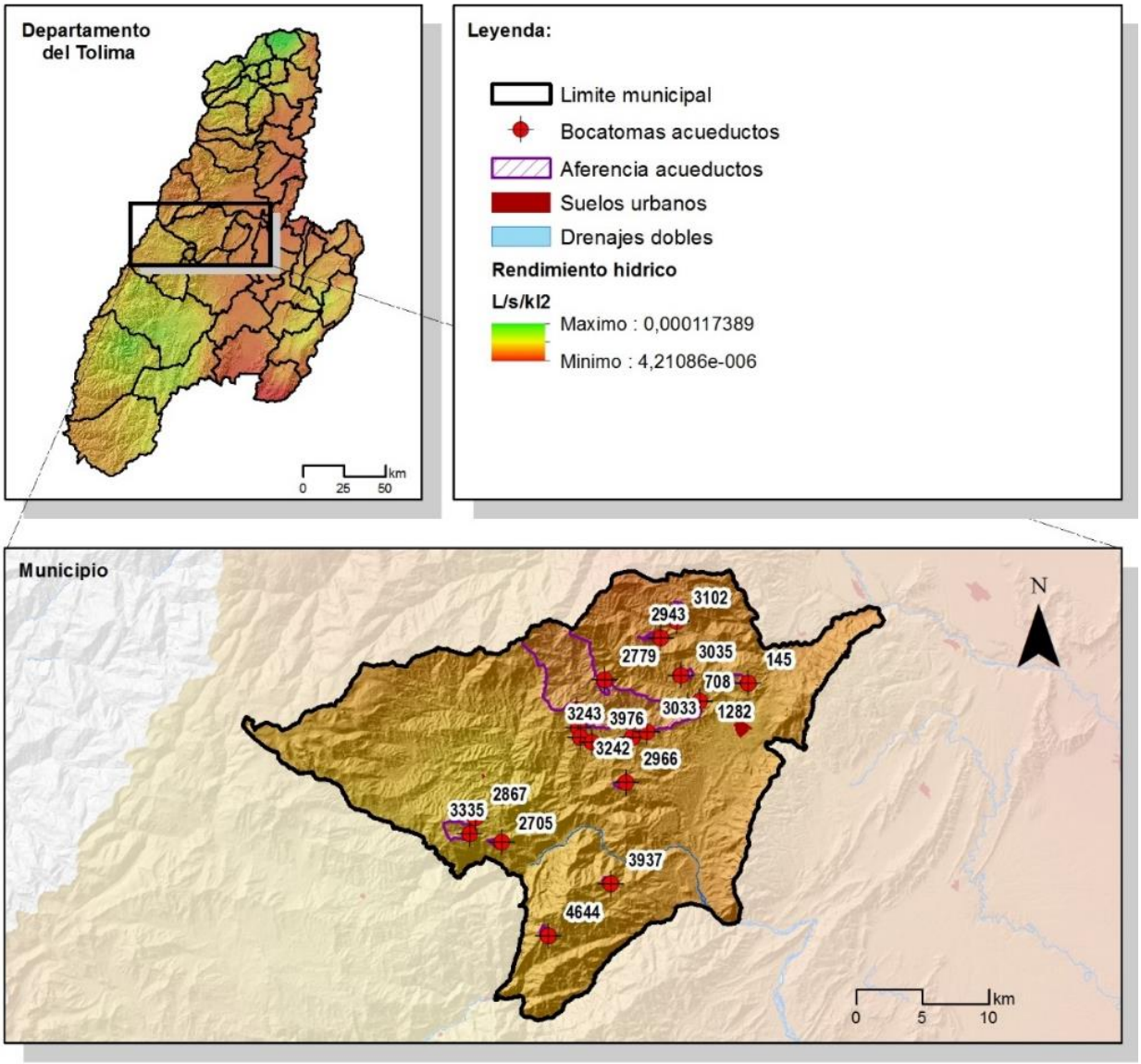
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km^2 en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Rovira y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

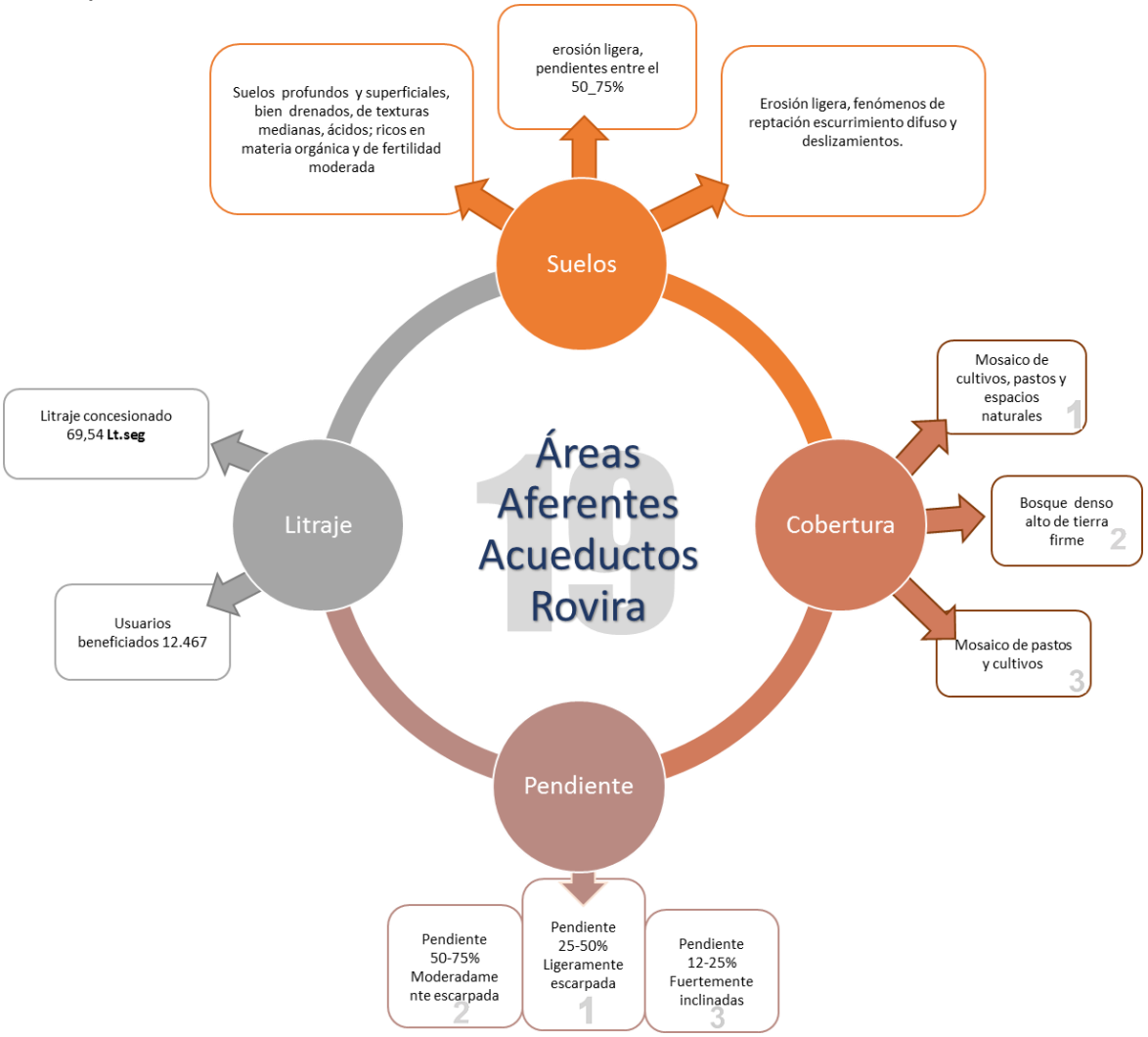
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Rovira

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTO A LA MICROCUENCA
3335	225,014	0,081	2207.9.6	Quebrada La Selva	1703,136	0,603	13,43%
2705	38,821	0,014	2207.9.6	Quebrada La Selva	1703,136	0,603	2,29%
2867	65,598	0,024	2207.9.3.13	Rio Manso	7889,245	2,730	0,87%
3243	19,825	0,006	2118.2.16	Quebrada Real	5915,837	1,792	0,35%
2966	39,470	0,012	2207.9.3.5	Quebrada El Calabozo	505,205	0,151	7,91%
3937	21,290	0,007	2207.11	Quebrada El Cedral	716,066	0,223	2,98%
4644	31,332	0,010	2207.13	Quebrada Las Auras	1575,723	0,506	2,04%
3035	6,781	0,011	2118.2.15.1	Quebrada El Salitre	190,833	0,055	19,95%
2943	50,519	0,013	2121.34.4	Quebrada Las Abras	592,04	0,159	8,39%
3102	59,577	0,015	2121.34.2	Quebrada Andes	981,46	0,230	6,61%
145	74,703	0,023	2121.35.2	Quebrada Las Palmas	290,123	0,159	14,16%
1282	4598,162	1,324	2118.2	Rio Luisa	22728,064	5,777	22,92%
3976	2,864	0,001	2118.2.16	Quebrada Real	5915,837	1,792	0,05%
3242	16,450	0,005	2118.2.16	Quebrada Real	5915,837	1,792	0,29%
2903	10,891	0,003	2118.2.16	Quebrada Real	5915,837	1,792	0,18%
3033	6,781	0,002	2118.2.16	Quebrada Real	5915,837	1,792	0,11%
1964	41,330	0,013	2118.2	Rio Luisa	22728,064	5,777	0,22%
2779	19,480	0,006	2118.2	Rio Luisa	22728,064	5,777	0,10%
708	25,342	0,008	2118.2	Rio Luisa	22728,064	5,777	0,13%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 19 acueductos del municipio de Rovira presentan un rendimiento hídrico de 1,576843 l/s/Km^2 que corresponden al 6,89% del rendimiento hídrico total del municipio de Rovira. El área aferente del acueducto municipal de Rovira, presenta un rendimiento hídrico de 1,323 l/s/Km^2 que corresponde al 22,91% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Rio Luisa, pues abarca el 98% del área de la misma. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Junta de Acción Comunal de la Vereda la Toma, con 0,0008 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,04% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada real.

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Rovira



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019



Asousuarios acueducto Vda. San Agustín-Saldaña, Tolima

ANEXO 38 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE SALDAÑA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE SALDAÑA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeologia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. **Unidades de suelo** 19
6. **Capacidad de uso del suelo** 24
7. **Pendientes** 26
8. **Cobertura de la tierra** 28
9. **Rendimiento hídrico** 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Saldaña. 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Saldaña. 4
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 8
Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña. 18
Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña 21
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña 27
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco. 29
Tabla 12. Rendimiento hídrico del área aferente del acueducto del municipio de Saldaña. 31
Tabla 13. Porcentaje de cobertura de los municipios en el área aferente. 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Saldaña y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 5
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes. 17
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes 20
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes 24
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Saldaña y en sus áreas aferentes 27
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes 28
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Saldaña y en las áreas aferentes de los acueductos 31
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña. 32

MUNICIPIO DE SALDAÑA

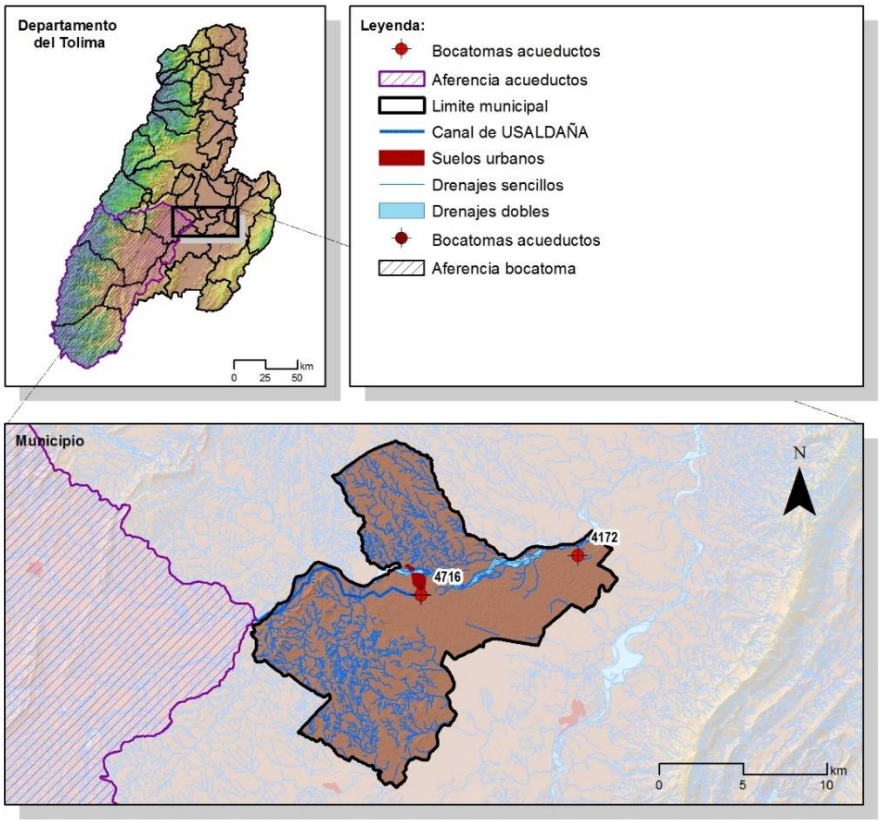
1. Localización

El municipio de Saldaña se encuentra situado en el suroeste del Departamento del Tolima a una distancia de 85 kilómetros de la ciudad de Ibagué capital del departamento del Tolima. Su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°56´ de latitud Norte y 75°01´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La altitud de la cabecera municipal es de 310 m.s.n.m, presentando una temperatura de 26 a 28,5°C.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio cuenta con 2 acueductos, 1 veredal y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población. Los acueductos del municipio de Saldaña se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Saldaña y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Saldaña.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Lat.	Long.			
4716	EMPRESA SERVICIOS PUBLICOS SALDAÑA S.A.S	Bueno	3,9218	-75,0134	314	35	775021,63
4172	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. SAN AGUSTIN/SALDAÑA	Malo	3,9432	-74,9294	303	8	0

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Saldaña cuenta con 2 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 43,00 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	35,00
VEREDAL	1	8,00
TOTAL	**2**	**43,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificó 1 fuente hídrica y 1 pozo subterráneo para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Saldaña (Bajo Saldaña) la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 35,00 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Saldaña.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Bajo Saldaña	2208	1	35,00
Pozo Subterráneo	C	1	8,00
TOTAL		**2**	**43,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Saldaña:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Otra	1
Toma sumergida	1
TOTAL	**2**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

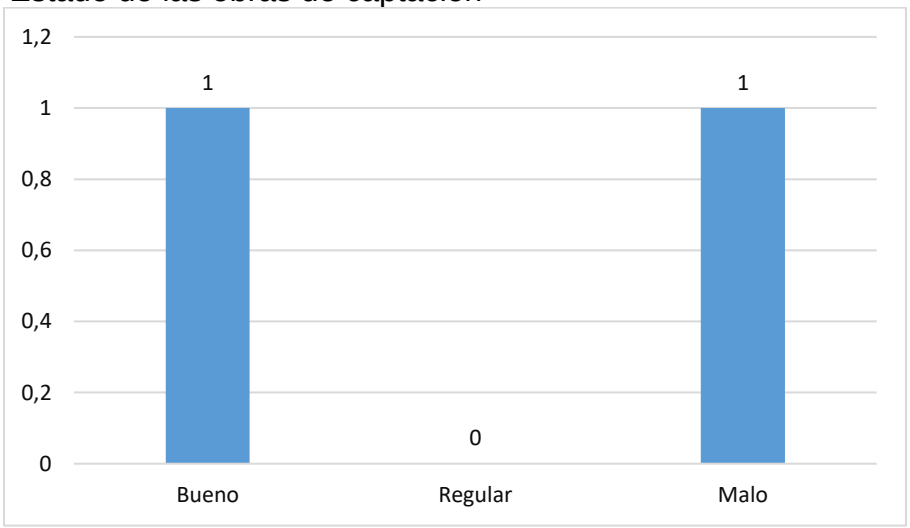
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50% de las concesiones presentan estado malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	1	50,00
Regular	0	0,00
Malo	1	50,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Saldaña, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	26.657
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan

ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los

Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Formación Luisa (TRi)

Definida por Nelson (1959), como una serie de estratos compuestos por conglomerados, grawacas y shales ferruginosos, donde los componentes de mayor tamaño predominan hacia la base de la sucesión. Cediel y otros (1980), propusieron el nombre de Formación Luisa, a una sucesión litológica compuesta por capas rojas originadas en un ambiente continental que corresponde a llanuras aluviales bajas, sometidas a inundaciones y desecaciones periódicas.

Hacia niveles inferiores una secuencia de arcillolitas rojizas, predominando hacia el tope areniscas rojo-amarillentas de grano fino a medio, friables, notándose la presencia de microfallas. Es de resaltar la ausencia de los conglomerados y brechas que caracterizan la parte inferior de la formación, debido a la tectónica del área.

Al norte de Chaparral en el sector de la quebrada el Cajón y la Pintada, está constituida por conglomerados polimícticos, hacia la parte inferior, y limolitas de color rojo interestratificadas con areniscas del mismo color muy fracturadas, hacia el tope.

Formación Payandé (TRp)

Definida por Renz (en Trumpy, 1943), como un conjunto de sedimentos marinos encontrados al norte de Chaparral y en la región de Payandé, constituido por calizas grises, en partes arenosas y silíceas, con intercalaciones de chert. La caliza, localmente se encuentra metamorfizada a mármol, con wollastonita.

Barrero (1969) dividió la Formación Payandé en dos partes bien diferenciadas. La parte inferior consta de una arcosa basal, que puede alcanzar unos 10 m de espesor, seguidos por bancos potentes de calizas, con intercalaciones muy delgadas de chert negro, con espesor de 140 m. La parte superior es una alternancia de chert gris, con cuarcitas y en menor proporción, capas de caliza, con un espesor de 400m.

Cediel y otros (1980), consideran tres segmentos teniendo en cuenta la litología, el carácter de la estratificación y el contenido fosilífero. El segmento inferior, de más o menos 200m de espesor, constituido por calizas nodulosas de color grisáceo, cruzadas en diferentes direcciones por venas de calita que rellenan fracturas.

El segmento intermedio, de aproximadamente 300m constituido en su mayoría por calizas margosas y arenosas; hacia la parte central de este segmento se presentan brechas, con cantos de calizas y capas con nódulos de chert oscuro. El segmento superior de aproximadamente 100m, se constituye por calizas margosas.

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO_2, y 0,8% - 6,2% de K_2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO_2 y se encuentran más enriquecidas en K_2O (4% y 6,4%). Así mismo, las tobas muestran mayores valores en K_2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K,

mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO_2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K_2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K_2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan valores de $K_2O<4\%$; los contenidos de Al_2O_3 para valores de SiO_2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe_2O_3, CaO, Na_2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO_2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016).

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

- **Facies cuarzodiorítica:** Es Ia composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de Ia Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de elIas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Grupo Honda (Ngh)

En la región estudiada el Grupo Honda está representado por una secuencia de rocas sedimentarias elásticas, principalmente areniscas gris verdosas, arcillolitas abigarradas y delgados lentes conglomeráticos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada y gradada. El Grupo Honda aparece en contacto fallado con el borde oriental del Batolito de lbagué y tiene un rumbo regional N-NE con buzamiento variable al este y al oeste formando un sinclinal. Stirton (en DE PORTA 1974, p. 313) le asigna al Grupo Honda una edad Oligoceno superior - Mioceno superior.

Grupo Gualanday (PPg)

Este grupo se divide en tres unidades según Raasveldt (1956):

Formación Gualanday Inferior (PPgi)

Está compuesta por una secuencia que a grandes rasgos muestra una tendencia granocreciente; hacia la parte media inferior predominan las areniscas con ocasionales lentes conglomeráticos sobre arcillolitas de color rojizo, que subiendo en la secuencia se van haciendo cada vez más delgados y escasos; en la parte superior predominan los conglomerados finos sobre areniscas y areniscas conglomeráticas; en este sector las arcillolitas aparecen ocasionalmente en capas

delgadas cuneiformes. La franja de afloramiento más próxima a Cunday forma parte de la vereda San Antonio, las fincas El Balso, Los Ángeles y los Delfines. La segunda área situada más hacia el Oriente forma parte de las fincas El Corinto, Campo Alegre, entre otras. En el área, la Formación Gualanday Inferior está constituida por areniscas cuarzosas amarillentas a rojizas intercaladas con bancos de arcillolitas abigarradas.

Formación Gualanday Medio (PPgm)

Está constituida por dos niveles; la parte inferior (200 a 300 m) está compuesta por intercalaciones de arcillolitas rojas con areniscas lodosas de color amarillo crema, verdoso y gris, con lentes delgados de conglomerados de chert, cuarzo y ocasionalmente con fragmentos volcánicos y metamórficos, localmente con cemento calcáreo. La parte superior (400 m) está constituida principalmente por arcillolitas de color rojizo, formando un nivel blando con morfología suave que contrasta con las rocas del Gualanday Superior.

Formación Gualanday Superior (PPgs)

Se encuentra sólo en el Sinclinal de Colombia (esta unidad forma el núcleo del Sinclinal de Prado al norte de la zona de estudio); es una unidad predominantemente de litoarenitas conglomeráticas de color amarillo claro, con guijos de cuarzo, chert, roca ígnea y esporádicamente metamórfica con interdigitaciones con areniscas y areniscas conglomeráticas separados por capas convergentes de arcillolitas. Cossio y otros (1995).

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente la formación Saldaña, los Neis y Esquistos de Tierradentro, el Batolito de Ibagué y el Complejo Cajamarca son clasificados como acuífugos, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

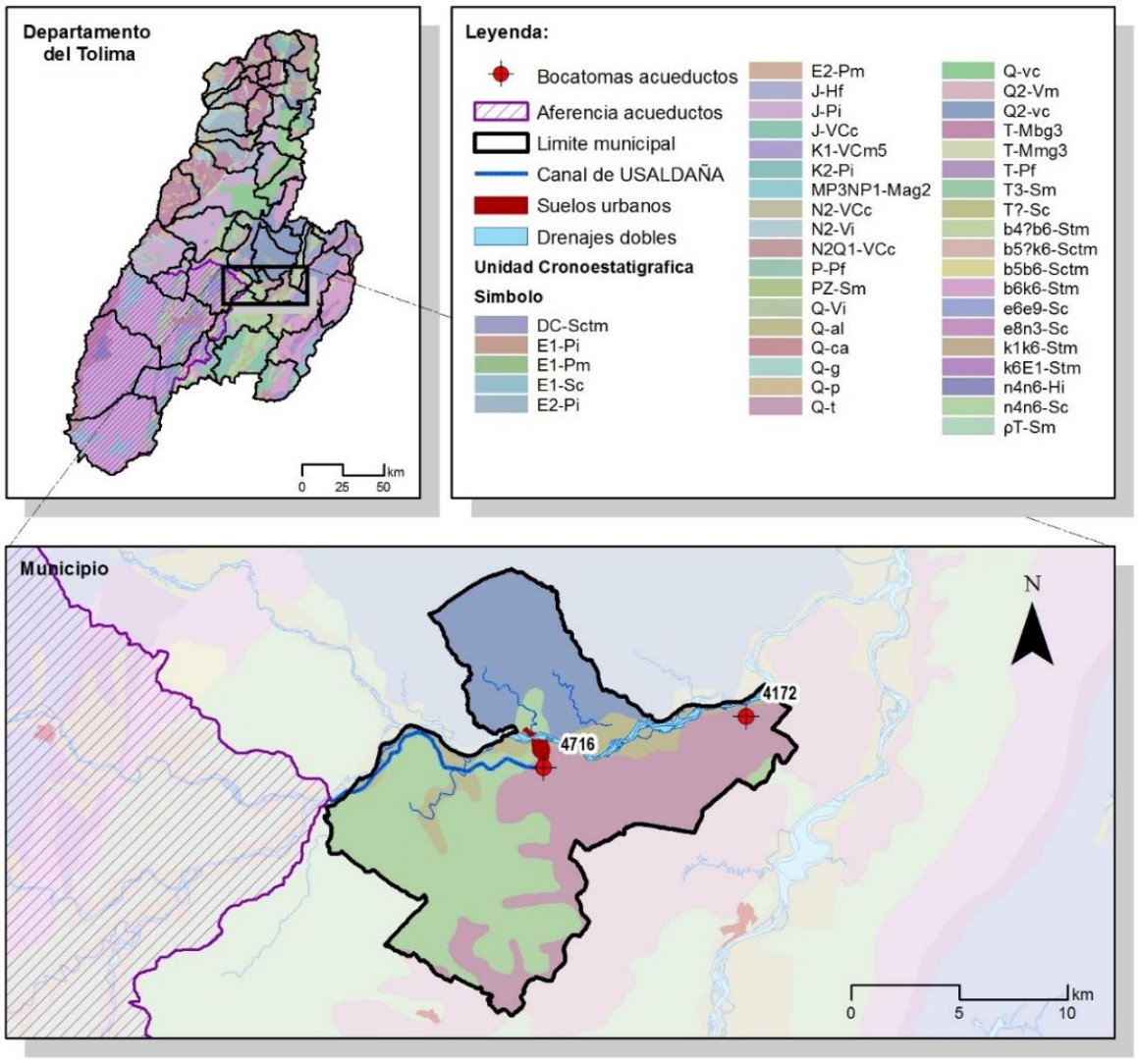
La formación Honda y el Grupo Gualanday, se pueden clasificar como acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y volcanoclástico acuíferos generalmente confinados; capacidad de baja a media 0.05 a 2.0 litros por segundo.

La formación Payandé es una unidad rocosa con flujo esencialmente a través de sus fracturas; son clasificadas como acuíferos continuos de extensión regional de baja a mediana productividad, acuíferos generalmente confinados con agua de

buena calidad química, con una capacidad específica promedio de 0.05 hasta 2.0 litros por segundo.

En el caso de la formación Luisa, son rocas de muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, almacenan aguas de regular a mala calidad química, salada en las regiones costeras, con una capacidad específica promedio de 0.05 litros por segundo.

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019.

Tabla 8. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
DC-Sctm	Cuarzoarenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.	Devónico-Carbonífero	Formación Amoyá	542,43	0,070%
E1-Pi	Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros.	Paleoceno	Batolito de Santa Bárbara	11530,85	1,489%
e6e9-Sc	Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcillolitas.	Bartoniano-Chatiano	Grupo Gualanday	48787,23	6,302%
J-Hf	Pórfidos dacíticos y andesíticos	Jurásico	Formación Saldaña	676,59	0,087%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué, Stock de San Cayetano	413570,82	53,421%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	43016,19	5,556%
k6E1-Stm	Arcillolitas rojizas con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino. Mantos de carbón a la base.	Maastrichtiano-Paleoceno	Formación Seca	6232,15	0,805%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro, Complejo Icarco, Gneis del Davis	51056,71	6,595%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		14761,99	0,060%
n4n6-Hi	Pórfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos	Serravaliano-Mesiniano	Stock de La Albania	3099,56	1,277%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda	17496,31	5,664%
PZ-Sm	Pizarras, filitas y limolitas micáceas intercaladas con cuarzoarenitas	Paleozoico	Formación Anaba	542,43	0,378%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		11530,85	3,172%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		48787,23	1,184%
Q-g	Depósitos glaciares	Cuaternario		676,59	1,438%
Q-Vi	Andesitas porfiríticas	Cuaternario		413570,82	0,258%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico	Formación Luisa	43016,19	0,246%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	6232,15	0,905%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	51056,71	6,526%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

5. Unidades de suelo

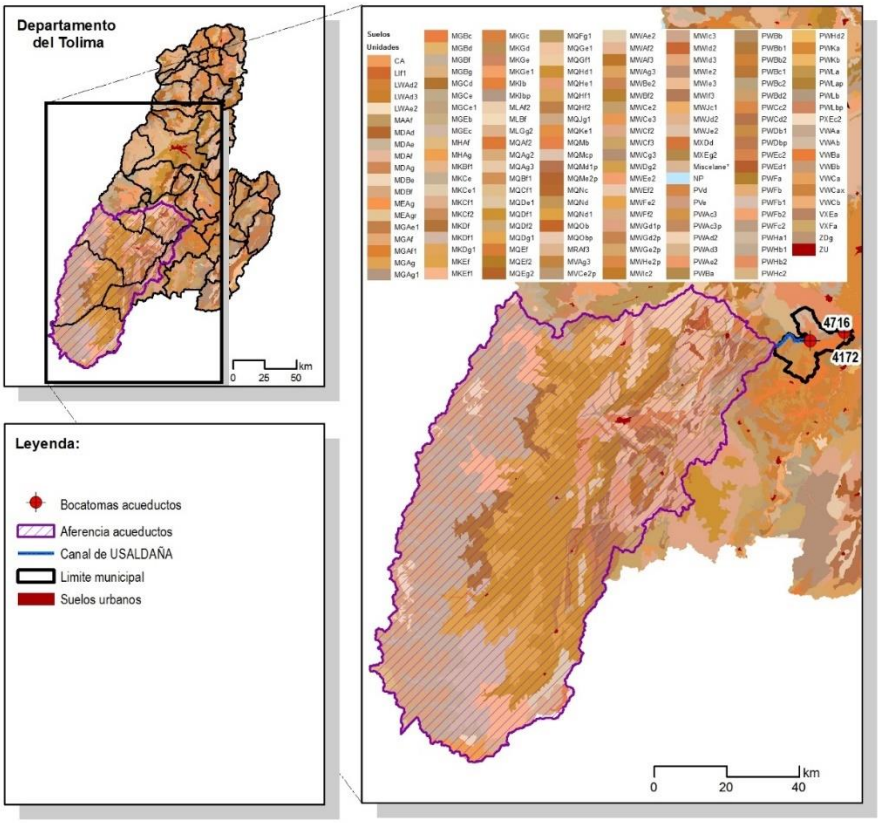
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Saldaña se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Saldaña se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQDf1 con el 18,0683% del área total, estos son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada, estos suelos presentan relieve fuertemente quebrado y moderada a fuertemente escarpado, de pendientes largas, erosión ligera a moderada, siendo la roca parental el Batolito de Ibagué.

El 14,0337% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGBf, estos son suelos muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, muy ricos en materia orgánica y de fertilidad muy baja, estos suelos presentan un relieve moderado y fuertemente escarpado, laderas rectas y largas, fenómenos de escurrimiento superficial.

Tabla 9. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña

UCSuelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA(HA)	%
Cuerpo de agua							3.234,53	0,42
MGEb	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	58,85	0,01
MDBe MDBf MEAg MEAgr	Extremadamente frío húmedo y muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Depósitos piroclásticos sobre andesitas y esquistos	Media	ENTISOLES	8.171,07	1,06
							94.601,27	12,2
			Cumbres andinas	Rocas metamórficas (esquistos), ígneas (cuarzodioritas) y en sectores cenizas volcánicas	Media y gruesa		556,46	0,07
				Rocas ígneas (andesitas, basalsaltos, flujo volcánico) y cenizas volcánicas	Gruesa		526,38	0,07
MGAf MGAf1	Muy frío muy húmedo	Montaña	Crestas	Depósitos discontinuos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	0,15	0
							6,59	0
MGBc MGBd MGBf	Muy frío muy húmedo	Montaña	Cumbres andinas	Depósitos piroclásticos no consolidados sobre esquistos	Media y gruesa	ANDISOLES	0	0
							0,34	0
	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas y tonalitas		ENTISOLES	108.440,74	14
MGEb MGEc	Muy frío húmedo	Montaña	Vallecitos	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	470,82	0,06
							2.356,33	0,3
MHAf MHAg	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre andesitas, esquistos, diabasas y basaltos	Gruesa	ANDISOLES	2.723,23	0,35
				Rocas ígneas volcánicas	Gruesa y media	INCEPTISOLES	4.982,52	0,64

Miscelane	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	Misceláneo Rocoso	1.223,21	0,16
MKCe1 MKCf1 MKCf2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	5.856,99	0,76
							4.082,10	0,53
							520,67	0,07
MKDf MKDf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	20.845,70	2,7
							29.812,12	3,86
MKEf MKEf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (basaltos, cuarzodioritas)	Media	ANDISOLES	69.059,88	8,94
							31.921,84	4,13
MKGd	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	2.526,33	0,33
MKIb	Frío húmedo	Montaña	Glacís de acumulación	Depósitos coluviales	Media	INCEPTISOLES	440,06	0,06
MLAf2 MLBf MLGg2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (diabasas y basaltos)	Gruesa y media	ANDISOLES	13,5	0
				Rocas ígneas y cenizas volcánicas			670,05	0,09
				Rocas ígneas y metamórficas	Media	ENTISOLES	6.630,52	0,86
MQDe1 MQDf1 MQDf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	3.925,23	0,51
							139.616,52	18,1
						ANDISOLES	607,16	0,08
MQFg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas)	Media y fina	ENTISOLES	0,06	0
MQGe1 MQGf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	INCEPTISOLES	955,3	0,12
							19.417,01	2,51
MQHd1 MQHe1 MQHf1 MQHf2	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	765,73	0,1
							12.533,91	1,62
							1.039,01	0,13
							11.503,74	1,49
MQLLMb MQNc MQNd MQNd1	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y gruesa	INCEPTISOLES	1.060,93	0,14
			Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas)	Media y fina		160,66	0,02
							2.388,42	0,31
							4.449,63	0,58
MQOb	Templado húmedo	Montaña	Vallecitos	Depósitos aluviales heterogéneos	Media y fina	ENTISOLES	1.315,70	0,17

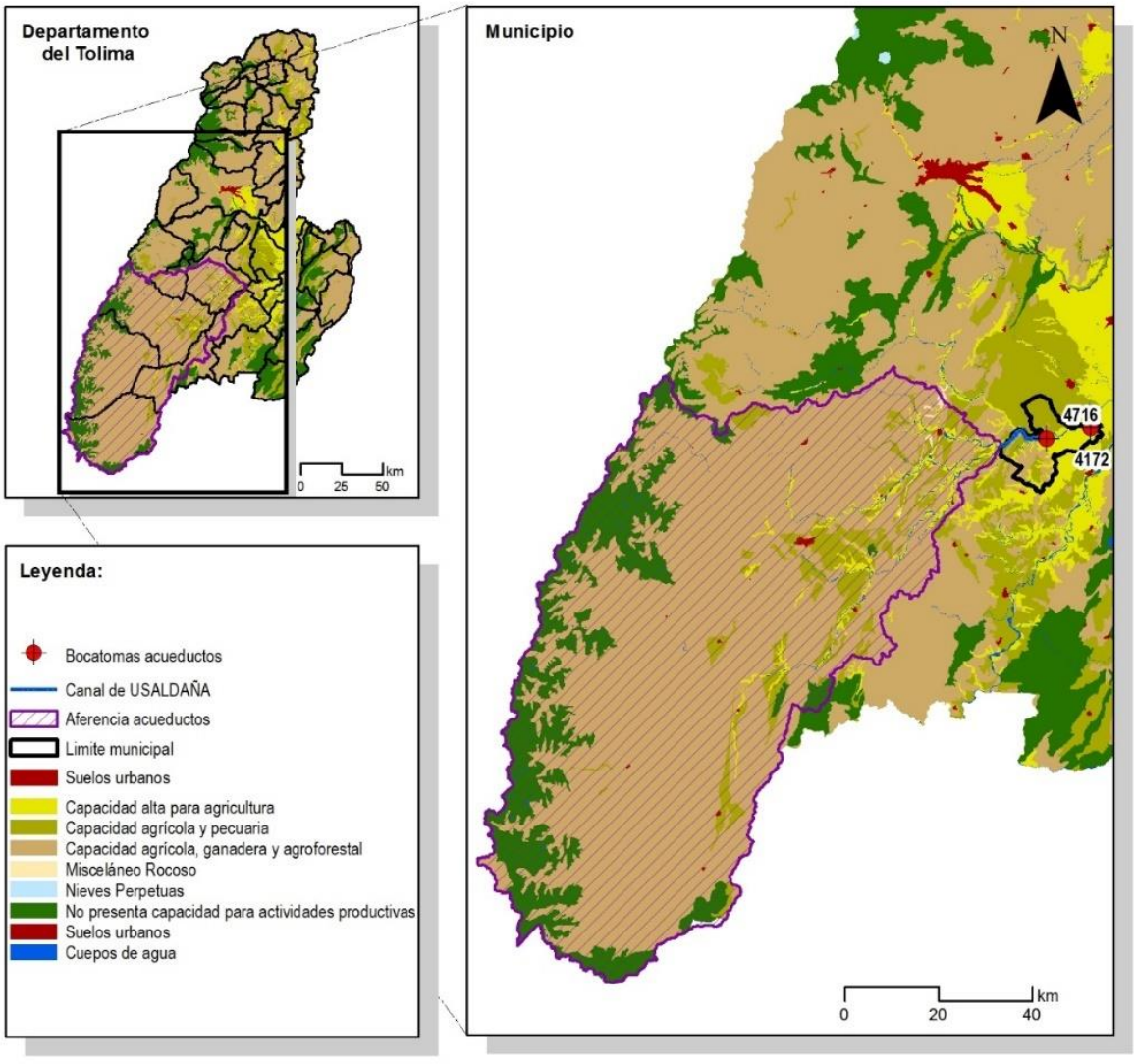
MRAf3	R	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias mixtas (arcillolitas, limolitas y areniscas)	Media y fina	INCEPTISOLES	28,34	0
MWAe2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	2.229,34	0,29
MWAf2							30.202,07	3,91
MWAf3							7.688,61	1
MWBe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	2.063,69	0,27
MWBf2							14.813,53	1,92
MWCe2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	7.294,14	0,94
MWCf2							19.499,00	2,52
MWCf3							3.008,08	0,39
MWId2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	1.161,76	0,15
MWId3							292,55	0,04
MWIe2							497,54	0,06
MWIe3							21.541,59	2,79
MWIf3							1.086,70	0,14
PWAc3	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	1.647,11	0,21
PWAc3p							2.730,35	0,35
PWAd3							2.287,73	0,3
PWBb2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Fina	INCEPTISOLES	1.150,59	0,15
PWBc1							2.102,78	0,27
PWBc2							980,29	0,13
PWBd2							393,32	0,05
PWCc2	Cálido seco	Piedemonte	Colinas	Arcillas sobre arcillolitas	Fina y media	INCEPTISOLES	4.084,26	0,53
PWCd2							17.733,95	2,3
PWEc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo	Fina	INCEPTISOLES	7.073,42	0,92
PWEd1							2.195,97	0,28
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	8.060,89	1,04
PWLb							6.626,08	0,86
VWBb	Cálido seco	Valle	Terrazas nivel 1	Depósitos aluviales mixtos	Fina	INCEPTISOLES	4.128,49	0,53
Zonas urbanas							643,66	0,08

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Saldaña

Categoría	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	232.576,07	30,71
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	178.539,63	23,57
8	No presenta capacidad para actividades productivas	106.866,62	14,11
7es	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	74.827,72	9,88
7pe	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	45.876,05	6,06
4es	Capacidad agricola y pecuaria	31.022,53	4,10
6p	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	17.071,81	2,25
3s	Capacidad alta para agricultura	16.002,69	2,11
6ps	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	13.489,21	1,78
6es	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	7.850,14	1,04
7e	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	6.665,20	0,88
8pc	No presenta capacidad para actividades productivas	6.051,06	0,80
CA	CA	4.337,00	0,57
4sc	Capacidad agricola y pecuaria	4.128,49	0,55
7pc	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	2.722,21	0,36
4e	Capacidad agricola y pecuaria	2.526,33	0,33
7c	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	2.356,67	0,31
4s	Capacidad agricola y pecuaria	1.661,66	0,22
Misceláneo ígneo Rocoso	Misceláneo ígneo Rocoso	1.223,21	0,16
ZU	ZU	643,66	0,08

Categoría	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
6c	Capacidad agricola, ganadera y agroforestal	529,68	0,07
4pes	Capacidad agricola y pecuaria	393,32	0,05

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 30,70% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad.

7. Pendientes

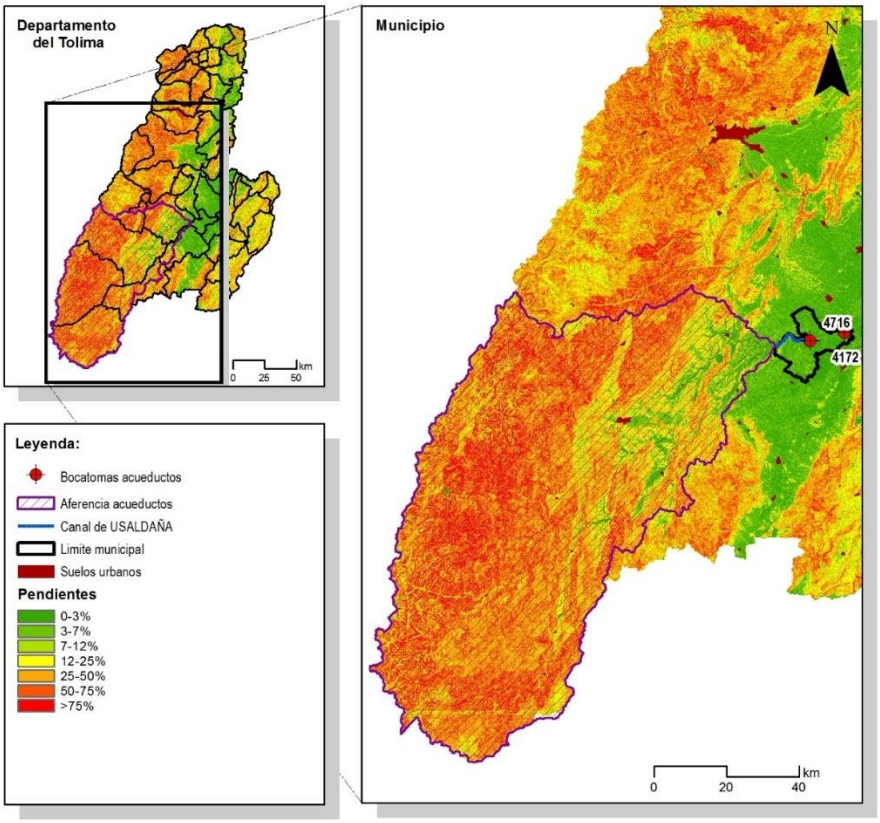
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.

- ✓ <u>Muy escarpados:</u> Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Saldaña y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	21973,70	2,84%
3-7%	Ligeramente inclinado	28405,34	3,67%
7-12%	Moderadamente inclinado	34256,32	4,42%
12-25%	Fuertemente inclinado	111066,96	14,35%
25-50%	Ligeramente escarpado	268855,35	34,73%
50-75%	Moderadamente escarpado	217407,41	28,08%
>75%	Fuertemente escarpado	92201,11	11,91%

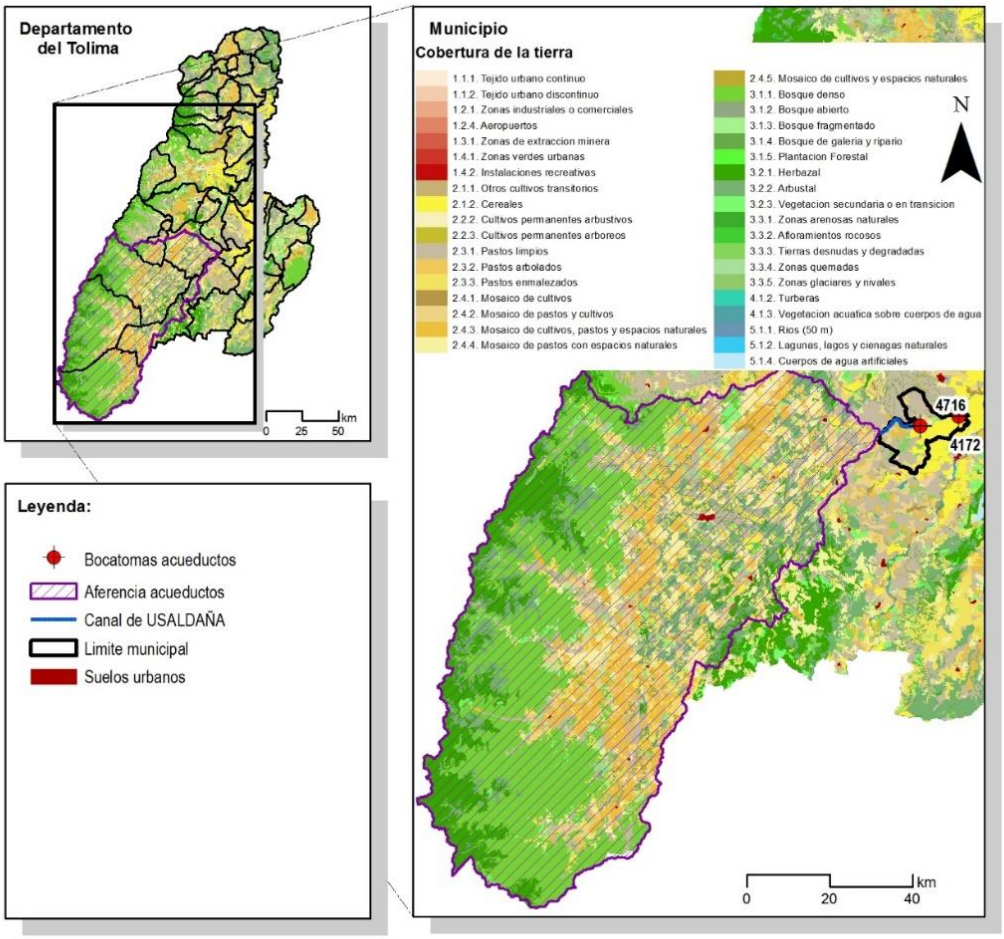
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Saldaña se encuentra que el rango de pendiente predominante es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 34,73% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 11), seguido de zonas moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 28,08% y 14,35% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Saldaña se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Saldaña y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Ataco.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	216.599,78	27,99
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	74.557,48	9,63
2.3.3	Pastos enmalezados	71.040,91	9,18
2.3.1	Pastos limpios	67.145,29	8,68
3.2.1.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	57.742,97	7,46
3.2.2.1	Arbustal denso	53.460,87	6,91
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	51.784,42	6,69
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	39.446,89	5,10
3.2.2.2	Arbustal abierto	33.205,62	4,29
3.2.1.1.1.3	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	20.920,57	2,70
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	17.060,81	2,20
3.2.1.1.1	Herbazal denso de tierra firme	13.065,10	1,69
3.1.1.2.1	Bosque denso bajo de tierra firme	10.818,99	1,40
3.1.4	Bosque de galería y ripario	10.299,29	1,33
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	6.399,31	0,83
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	5.656,24	0,73
3.2.1.2.2	Herbazal abierto rocoso	4.153,13	0,54
2.2.2.2	Café	3.526,69	0,46
2.1.2.1	Arroz	3.112,10	0,40
5.1.1	Ríos (50 m)	3.071,51	0,40
2.3.2	Pastos arbolados	3.071,26	0,40
3.1.3.1	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	2.516,66	0,33
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	2.020,54	0,26
1.1.1	Tejido urbano continuo	696,40	0,09
3.1.1.2.2	Bosque denso bajo inundable	674,52	0,09
2.1.1	Otros cultivos transitorios	505,03	0,07
3.3.2	Afloramientos rocosos	499,85	0,06
2.4.1	Mosaico de cultivos	225,40	0,03
3.3.4	Zonas quemadas	180,05	0,02
5.1.2	Lagunas, lagos y cienagas naturales	95,66	0,01
1.3.1	Zonas de extracción minera	63,96	0,01
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	54,41	0,01
3.3.5	Zonas glaciares y nivales	45,33	0,01
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	44,15	0,01
3.2.1.2.1	Herbazal abierto arenoso	31,38	0,00
1.2.4	Aeropuertos	27,15	0,00

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 27,99% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña presentan cobertura de bosque denso alto de tierra firme, correspondiendo a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

El 9,63% de la cobertura presenta mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, que comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales.

En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 9,18% pastos enmalezados, que están constituidos Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

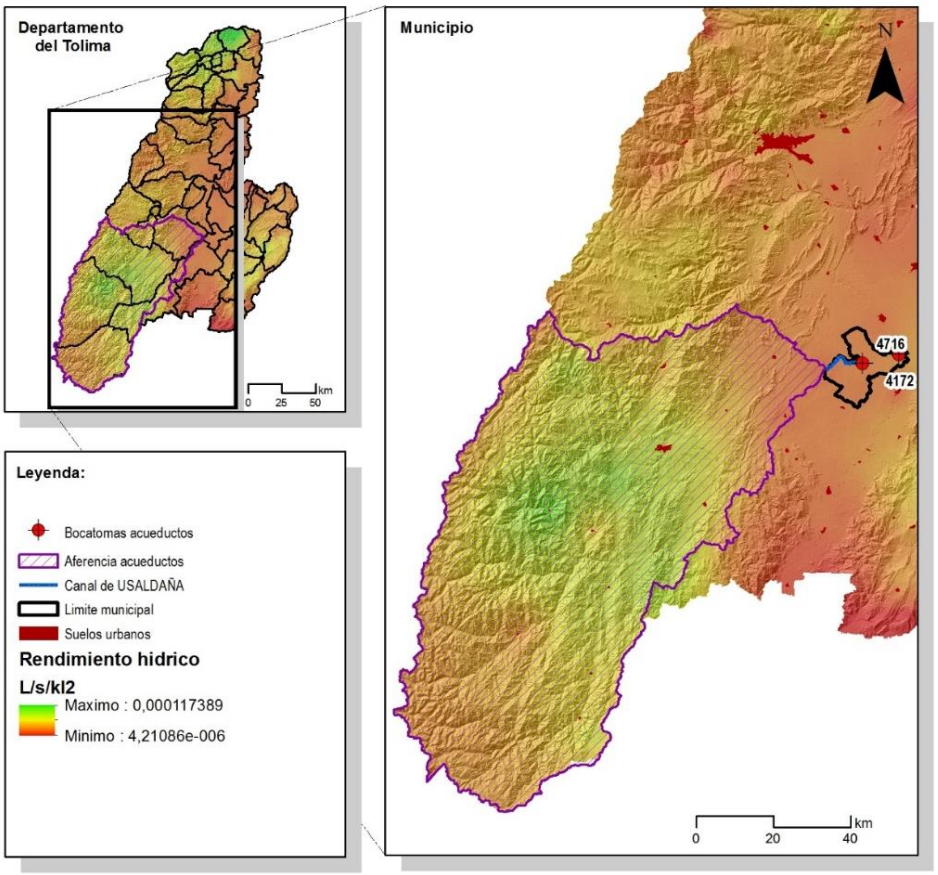
Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Tabla 12. Rendimiento hídrico del área aferente del acueducto del municipio de Saldaña.

LLAVE	Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO SUBZONA	NOMBRE SUBZONA	Área subzona (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA
4716	7750,22	321,57	2201	Rio Alto Saldaña	2581,40	109,49
			2202	Rio Ata	1541,84	57,72
			2203	Medio Saldaña	604,02	29,98
			2204	Rio Amoya	1465,96	70,95
			2206	Rio Tetuan - Rio Ortega	1192,85	42,45
			2207	Rio Cucuana	0,00324	0,00006
			2208	Bajo Saldaña	364,14	10,97

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Saldaña y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 13. Porcentaje de cobertura de los municipios en el área aferente.

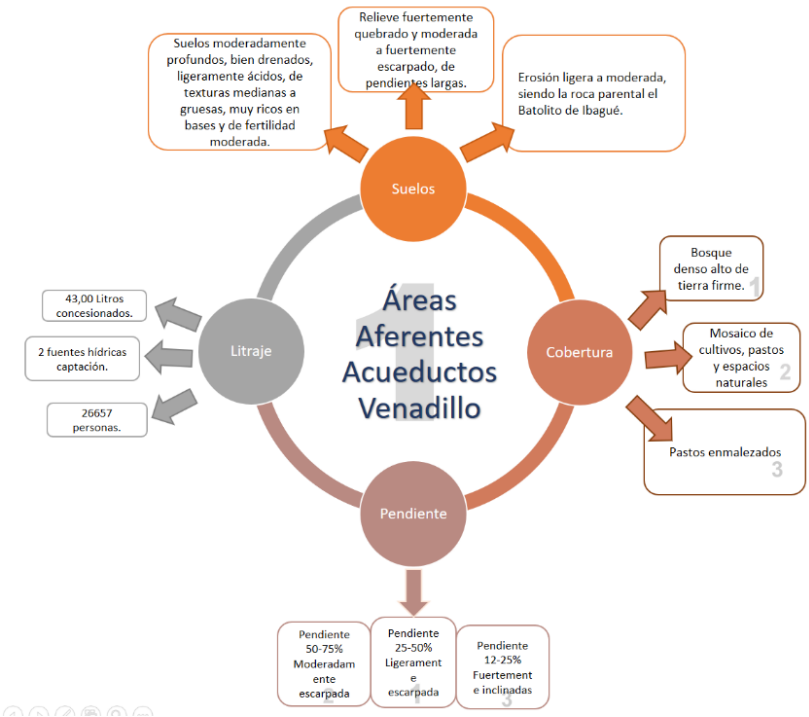
MUNICIPIO	ÁREA (Km2) DENTRO DEL ÁREA DE AFERENCIA	% COBERTURA EN EL ÁREA AFERENTE
COYAIMA	152,86	22,61
ATACO	696,61	69,12
SAN ANTONIO	271,03	70,73
CHAPARRAL	2100,39	100,00
RIOBLANCO	2048,81	100,00
PLANADAS	1759,83	100,00
ORTEGA	720,70	75,51

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

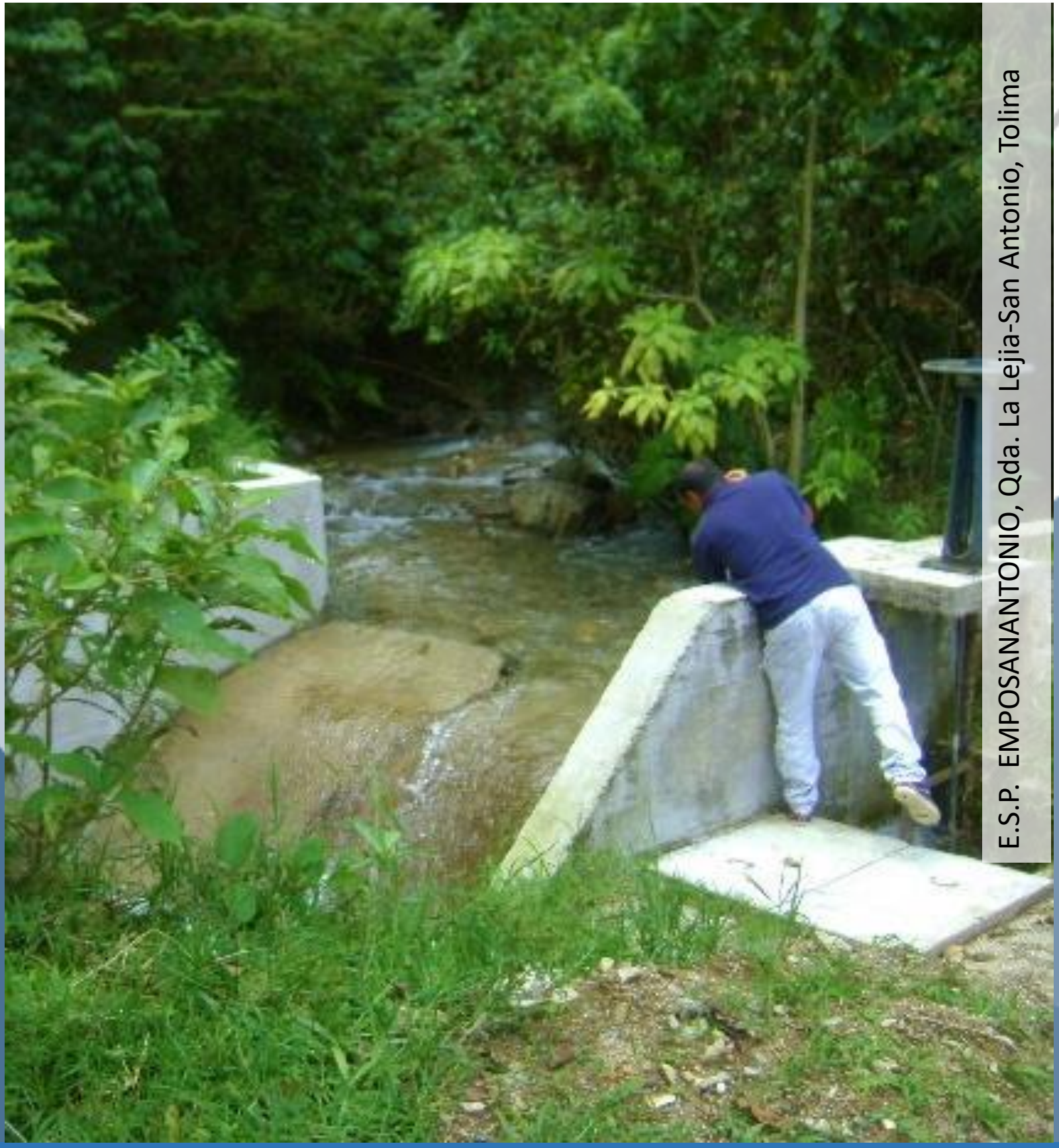
El Municipio de Saldaña, cuenta con 1 área aferente que abarca las subzonas hidrográficas del Rio Alto Saldaña, Rio Ata, Medio Saldaña, Rio Amoya, Rio Tetuan - Rio Ortega, Rio Cucuana y Bajo Saldaña. El rendimiento hídrico del área aferente, en este caso, es la sumatoria de los rendimientos hídricos de las microcuencas.

Las áreas de los Municipios de Chaparral, Rioblanco y Planadas, se encuentran en un 100% dentro del área aferente del Municipio de Saldaña, seguidos por Ortega con un 75,51%, San Antonio 70,73%, San Antonio 70,73%, Ataco 69,12% y Coyaima 22,61%.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Saldaña.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



E.S.P. EMPOSANANTONIO, Qda. La Lejia-San Antonio, Tolima

ANEXO 39 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE SAN ANTONIO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 19
9. **Rendimiento hídrico** 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de San Antonio 3
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 5
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Antonio. **5**
Tabla 4 Tipo de obras de captación **5**
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación **6**
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios **7**
Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio **12**
Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio. 14
Tabla 1 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de San Antonio 16
Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio. 17
Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio. 20
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de San Antonio 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de San Antonio y sus áreas aferentes **. 4**
Figura 2. Estado de las obras de captación **6**
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes **12**
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes **13**
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes **15**
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de San Antonio y en sus áreas aferentes **18**
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes. 19
Figura 8.. Rendimiento hídrico del municipio de San Antonio y en las áreas aferentes de los acueductos. 21
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio 23

MUNICIPIO DE SAN ANTONIO

1. Localización

La Cabecera Municipal se encuentra localizada al sur occidente del Departamento del Tolima a 3°55’ de longitud norte y 75°29’ de longitud del oeste de Greenwich. El municipio posee 48 veredas con su respectiva Junta de Acción Comunal, se destaca Playarrica, con 275 viviendas y 1.600 habitantes, situado a la orilla del río Cucuana, convergen en este sitio, límites con cuatro municipios a saber: Por el oriente con el Municipio de Ortega; Por el Noroccidente con el Municipio de Roncesvalles; Por el Nororiente con el Municipio de Rovira y por Guadualito. el Sur: con el Municipio de Chaparral.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de San Antonio se encuentra ubicado a una altura de 1400 msnm, su temperatura media es de 23 ºC, un área de 387 km² y corresponden a la zona rural 385,98 y 3,97 a la cabecera municipal. Ésta se encuentra localizada al suroccidente del Departamento del Tolima, a 3 º 55 ' de longitud norte y 75 º 29 ' de longitud del oeste de Greenwich. Entre los accidentes orográficos se pueden mencionar la cordillera de Calarma, La Cordillera de los Alpes, Calarma, San Jorge y Valle.

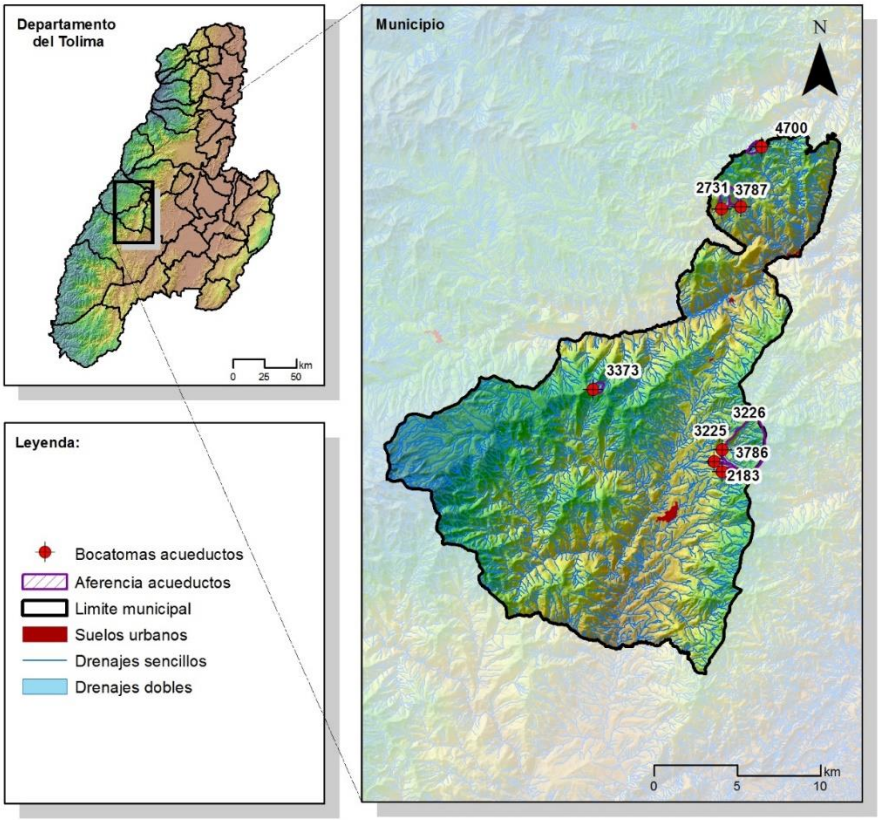
Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de San Antonio

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENTE
				LONGITUD	LATITUD			
3786	JAC. VDA. EL JARDIN/SAN ANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,44988	3,9372	2062	0,5400	46,072
2183	JAC. VDA. VINO LLANO GRANDE/SAN ANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,45450	3,9428	2090	1,8630	21,766
3225	E.S.P. DE SAN ANTONIO EMPOSANANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,45000	3,9492	1898	23,8900	581,148
3226	E.S.P. DE SAN ANTONIO EMPOSANANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,45150	3,9590	2042	17,2800	12,349
3373	JAC. VDA. LA SOLEDAD/SAN ANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,51984	3,9819	2700	1,3100	31,636
3787	JAC. VDA. CAJAMARCA/SAN ANTONIO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,45056	4,0799	2316	0,8100	68,221

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO	AREA AFERENTE
				LONGITUD	LATITUD			
2731	JAC. VDA LAS MESETAS/SAN ANTONIO COMUNIDAD DE LA VEREDA LAS MESETAS	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,44010	4,0812	1755	1,0300	51,335
4700	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA LAS PAVAS.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-75,42908	4,1136	2281	0,9840	41,872

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de San Antonio y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de San Antonio cuenta con 8 concesiones de agua las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 47,71 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	41,17
VEREDAL	6	6,54
TOTAL	**8**	**47,71**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 4 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la quebrada La Lejía la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 4 concesiones que corresponden al 50,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de San Antonio, adicional cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 43,57 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Antonio.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada La Lejía	2206.4.20	4	43,57
Quebrada Aguas Claras	2207.21	2	1,84
Quebrada Guadualito	2207.20	1	0,98
Quebrada Caña Brava	2207.44	1	1,31
TOTAL		**8**	**47,71**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de San Antonio:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	3
Presa de derivación	3
Otra	2
TOTAL	**8**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

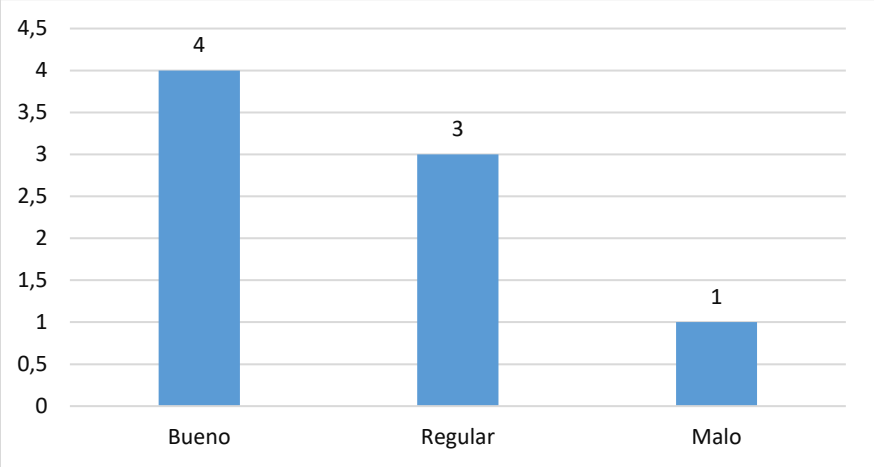
Las visitas realizadas permiten verificar que el 50,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	4	50,00
Regular	3	37,50
Malo	1	12,50

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de San Antonio, solo fue reportado personal fijo en el área de captación de la concesión del usuario JAC. VDA. CAJAMARCA/SAN ANTONIO.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	6.884
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Batolito De Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y

otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio Ieve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, Ie dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Grupo Honda

El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla Natagaima - Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones (SGC, 2001).

En el extremo sur del Valle Medio del Magdalena, que corresponde al norte del Tolima, está constituida, en la parte inferior, por areniscas y arcillolitas de color rojo y gris, con algunos conglomerados, con escasos fragmentos de origen volcánico. Luego se presentan intercalaciones de conglomerados, conglomerados arenosos, areniscas con abundantes fragmentos volcánicos, en menor proporción arcillolitas. En la parte superior hay predominio de capas rojas de lutitas y areniscas de grano fino sin fragmentos volcánicos (SGC, 2001).

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villa vieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima (SGC, 2001).

Neises Y Anfibolitas De Tierradentro

Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

Anfibolitas

En el sur del Tolima, en el río Blanco y las quebradas Quebradón, El Golpe, Icarcó y Chunchullo. La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita.

Neises Anfibolitico

Afloran en los ríos Blanco y Mendarco, y las quebradas Quebradón, Icarcó y El Cural, así como en el carreteable que conduce de la Vereda Espíritu Santo a la Inspección de Policía de La Marina, en el suroeste del Departamento del Tolima.

La textura es néisica, bien bandeada, de grano medio a grueso y localmente fino; el color es gris oscuro verdoso. También se reportan estructuras migmatíticas del tipo estromática y agmática.

La composición mineralógica es hornblenda, andesina - oligoclasa - labradorita, cuarzo, diópsido y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y pirita.

Neises cuarzofeldespáticos

Algunos sitios de exposición están al suroccidente de Chaparral, específicamente en los ríos Mendarco, Ambeima y Blanco, y las quebradas Quebradón, Icarcó, Chunchullo, Cereté, El Cural, El Golpe y La Aurora; también se observan en los carreteables La Brecha - La Profunda, Espíritu Santo - La Marina y Chaparral - El Limón.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales.

Neises biotíticos

Se han reportado afloramientos al suroccidente de Chaparral, en los ríos Ambeima y Blanco y las quebradas El Cural, El Golpe, Icarcó, La Aurora y La Soledad, y por el carreteable que conduce de la Vereda Espíritu Santo a la Inspección de Policía de La Marina.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita.

4. Hidrogeología

Sistemas de acuíferos muy baja a ninguna productividad con capacidad especifica <0.05

Complejo de rocas ígneos-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.

Dentro de este sistema hidrogeológico se encuentra el *Batolito de Ibagué (Ji)*

Sistemas de acuíferos de media productividad, con capacidad especifica entre 1.0 y 2.0 l/s/m.
Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.

Acuífero confinado A2: Intercalaciones de arenisca, arcillolitas y conglomerados formando rellenos de canal; color gris verdoso dominante

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur.

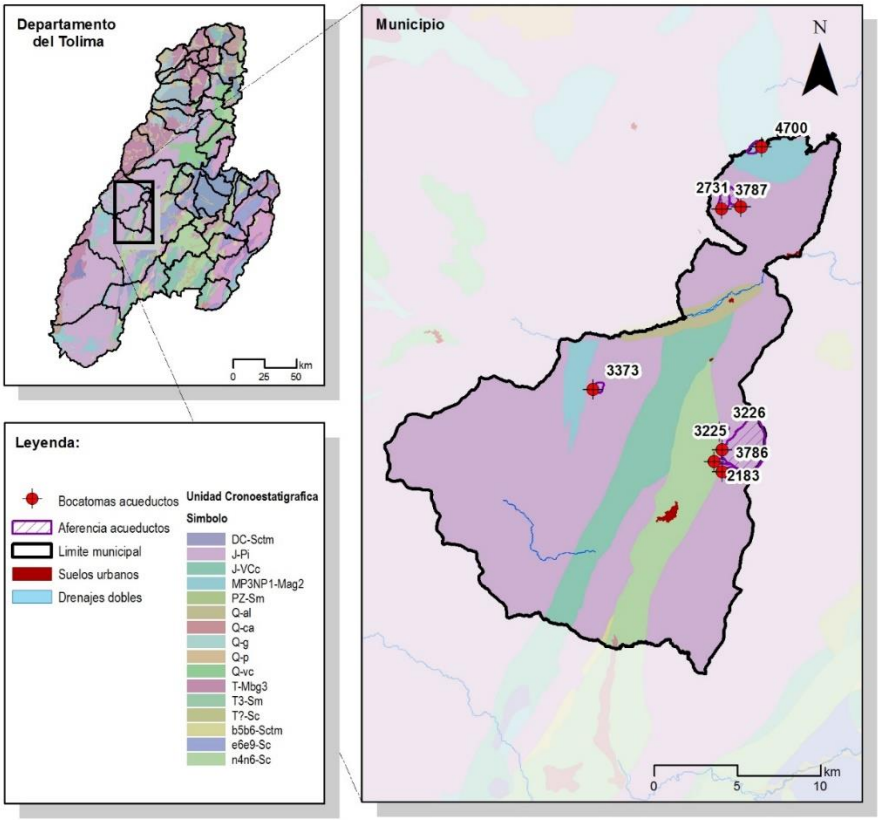
Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Es un acuífero multicapa, considerándose como el de mayor extensión regional y mayor espesor en el área de la plancha 5-14. De tipo confinado a semiconfinado en sus áreas de almacenamiento; al norte de la plancha, se encuentra conectado hidráulicamente con el Acuífero Abanico del Guamo – Espinal, (INGEOMINAS, 1999), se calcula en varios pozos perforados por Ingeominas (Castilla, Lisboa, El Cucharo, Jabalcón) una capacidad especifica menor de 1.0 l/s/m, por lo cual se clasifica el acuífero de baja productividad.

Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	805,080	94,23%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	41,872	4,90%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Formación Honda	7,451	0,87%

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes

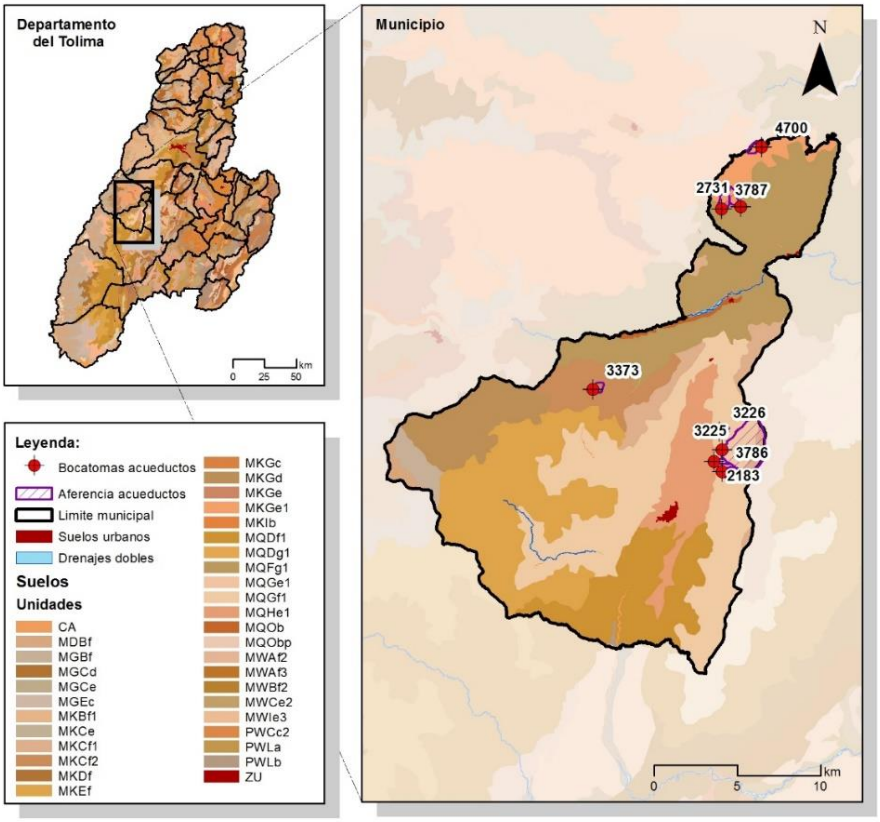


Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

5. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de San Antonio se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio se encuentran principalmente en suelos MQGf1, los cuales se encuentran en un 58,12% del total de las áreas, en suelos MKCf1 en el 18,79% y en suelos

MKGe1 en un 14,23%; la unidad MQG es la unidad más extensa dentro del clima medio húmedo y muy húmedo. Presenta suelos moderadamente profundos, de drenaje excesivo de texturas medias, fuertemente ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada. Esta unidad corresponde al tipo de relieve de filas y vigas, caracterizado por presentar relieve fuertemente quebrado y moderadamente escarpado y pendientes largas, mayores de 50%.

Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio.

UC Suelo	CLIMA_1	PAISAJE	TIPO_RELIE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	%
MKCf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	160,61	18,798
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	4,06	0,475
MKCf2	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas ígneas (tonalitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	31,63	3,702
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	121,5	14,230
MQFg1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas)	Media y fina	ENTISOLES	39,842	4,663
MQGf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas mixtas	Media	INCEPTISOLES	496,66	58,12

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Los suelos presentados en el municipio de San Antonio, presentan las siguientes características: los suelos **MQDf1** son suelos moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 50-75%, erosión ligera, relieve quebrado a escarpado. La vegetación natural ha sido destruida casi en su totalidad para establecer cultivos de café, yuca, frutales y potreros para ganadería extensiva.

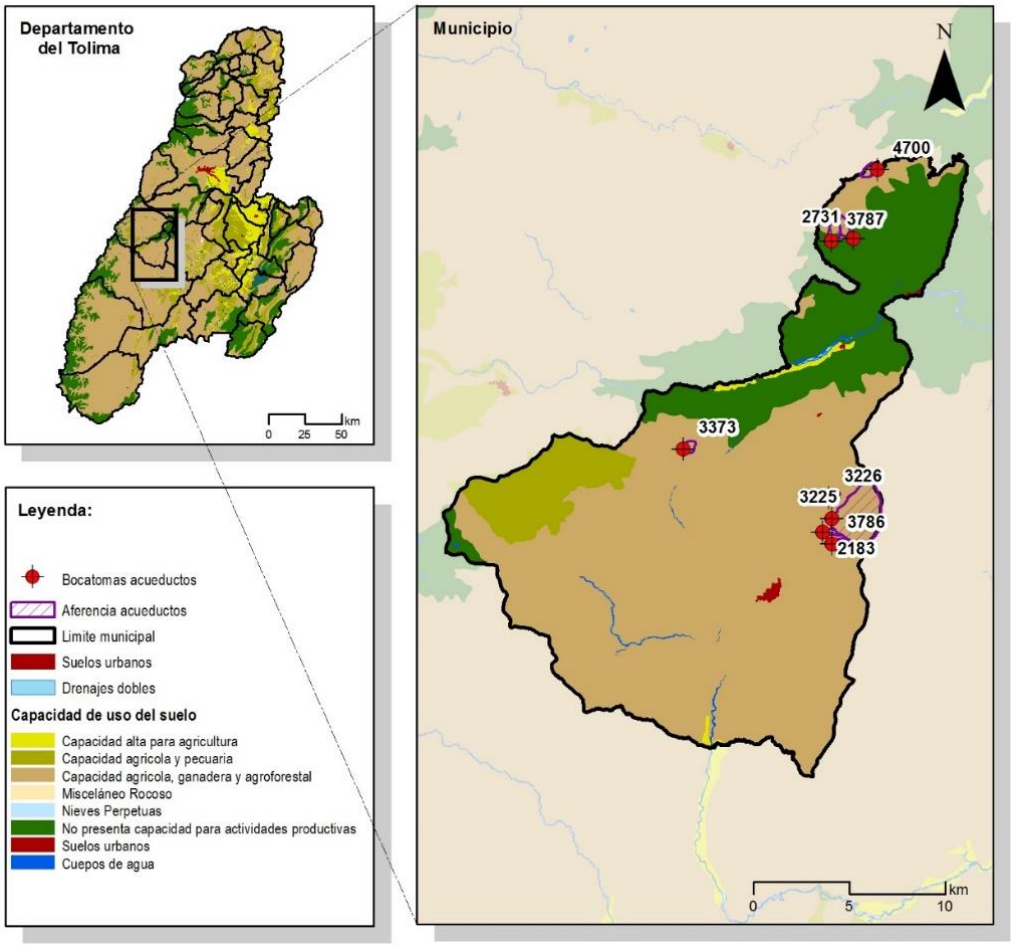
Los suelos **MKCe1**, son suelos profundos y moderadamente profundos, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50%, erosión ligera, relieve fuertemente ondulado a quebrado. Tierras dedicadas a la ganadería extensiva con pastos naturales y muy poco mejorados, también existen algunos sectores con vegetación arbórea.

Finalmente los suelos **MKGe1,** son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada; fase de pendiente del 25-50%, relieve fuertemente ondulado a quebrado, pendientes cortas y medias. Tierras dedicadas a la ganadería.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de San Antonio

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	AREA	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	0,992	496,663	58,130
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	495,671		
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	6,351	192,249	22,501
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	154,262		
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	31,636		
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	4,06	125,645	14,705
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	119,167		
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	2,418		
8	No presenta capacidad para actividades productivas	39,842	39,842	4,663
TOTAL		**165,487**	**854,399**	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 80,18% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 14,70 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio se encuentra en la clase agroecológica 6, las cuales son tierras que presentan limitaciones muy severas que en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes, semi densos y densos, también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. Los suelos presentes en la categoría 6ps, son suelos con limitación de pendiente (p) y suelo (s).

Finalmente el 4,66 de los suelos de las áreas aferentes de os acueductos del municipio de San Antonio son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la

conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.

Es de entender, que el manejo, orientado a la conservación del medio ambiente, de los suelos de la clase 8 situados por encima de los 4200 msnm, no sería el mismo que para los de la clase 8 situados a nivel del mar. Así mismo, las políticas de gobierno orientadas a diseñar programas de protección de los recursos naturales, involucrarían aspectos muy diferentes, para las diferentes instancias de los suelos de la clase 8.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

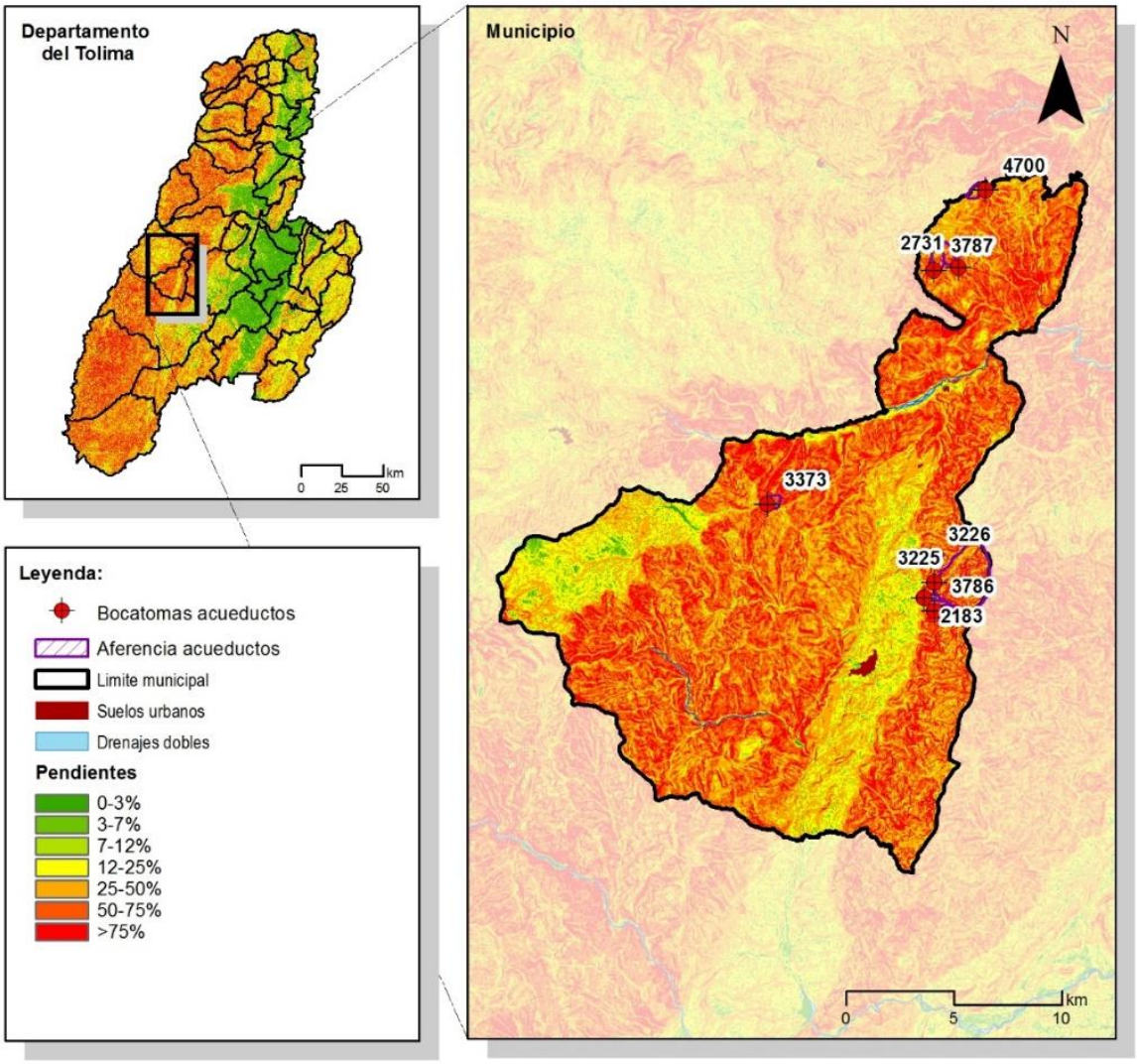
Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio.

Rangos	Descripción	Área (HA)	Porcentaje de cubrimiento
50 - 75	Moderadamente escarpado	332,57	38,95
>75	Fuertemente escarpado	158,49	18,56
12-25	Fuertemente inclinado	59,72	6,99
7-12	Moderadamente inclinado	9,63	1,12
0 - 3	Plano	0,75	0,08

Rangos	Descripción	Área (HA)	Porcentaje de cubrimiento
3-7	Ligeramente inclinado	2,26	0,266
25 - 50	Ligeramente escarpado	290,33	34,00
TOTAL	**0**	853,79	**100**

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de San Antonio y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

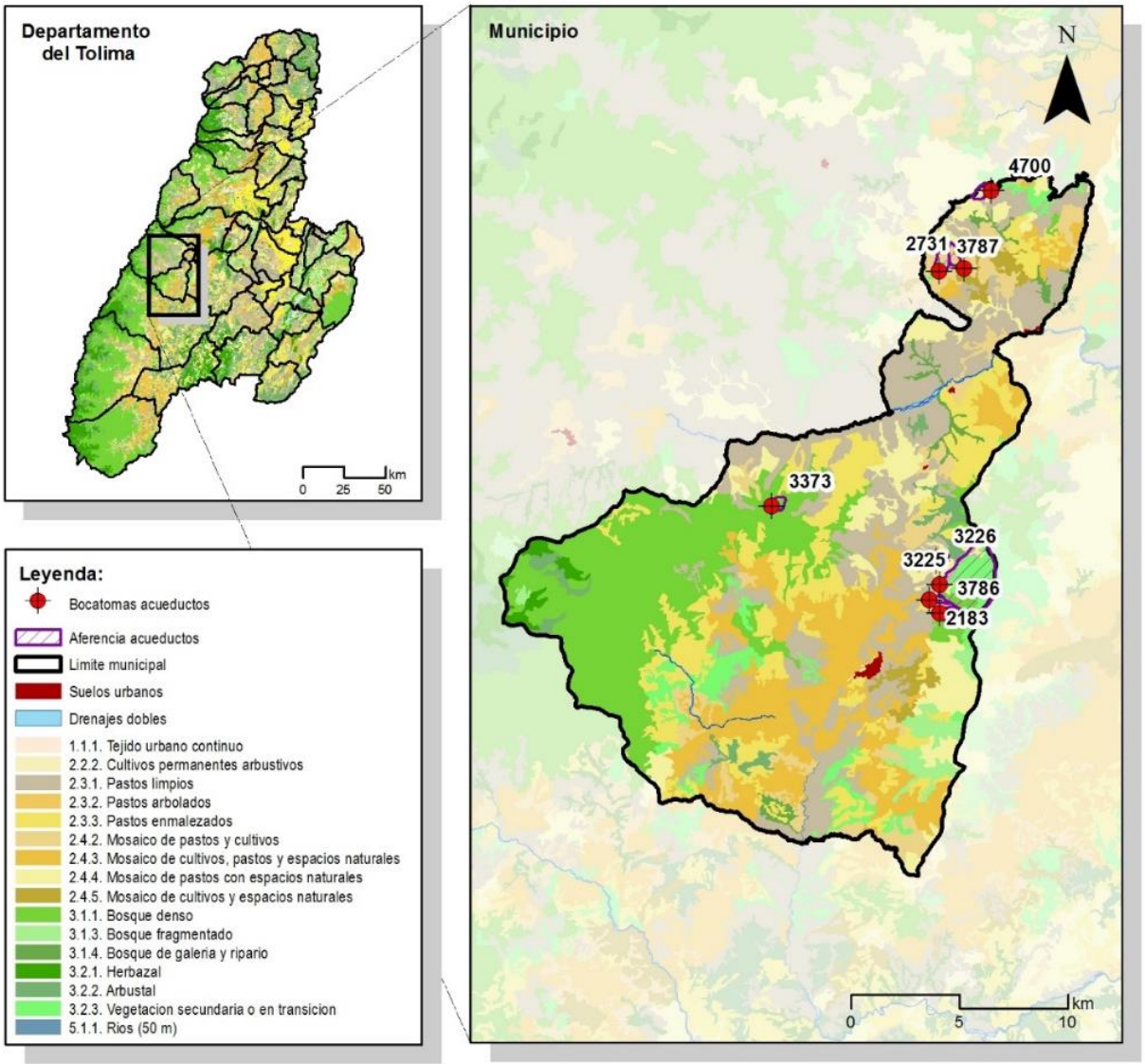
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de San Antonio se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio es de 50-75% conformando una topografía moderadamente escarpada y abarcando un total de

38,95% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas fuertemente escarpadas, abarcando un área de 18,56 % y 6,99 % respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de San Antonio se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de San Antonio y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio.

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	AREA (ha)	% COBERTURA
3.2.3	Vegetacion secundaria o en transicion	438,832	51,361
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	119,601	13,998
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	118,825	13,907
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	77,318	9,049
2.3.1	Pastos limpios	70,053	8,199
2.3.3	Pastos enmalezados	18,474	2,162
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	11,295	1,321

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

El 51,36% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio presentan cobertura de vegetación secundaria en transición, Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original.

Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

El 13,99% del área global presenta cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales, constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 13,90% del área se encuentra con cobertura de bosque denso alto, Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que

en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros. El 9,04% en cobertura de mosaico de pastos y cultivos, el 8,19% en cobertura de pastos limpios, finalmente el 2,16% en cobertura de pastos enmalezados.

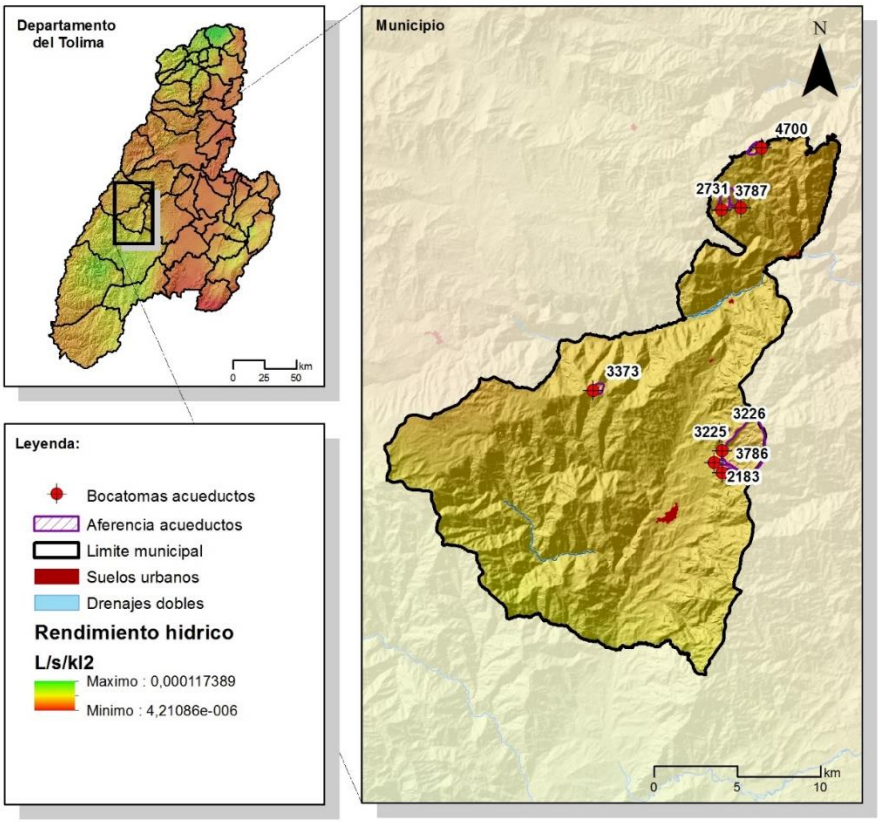
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8.. Rendimiento hídrico del municipio de San Antonio y en las áreas aferentes de los acueductos.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de San Antonio

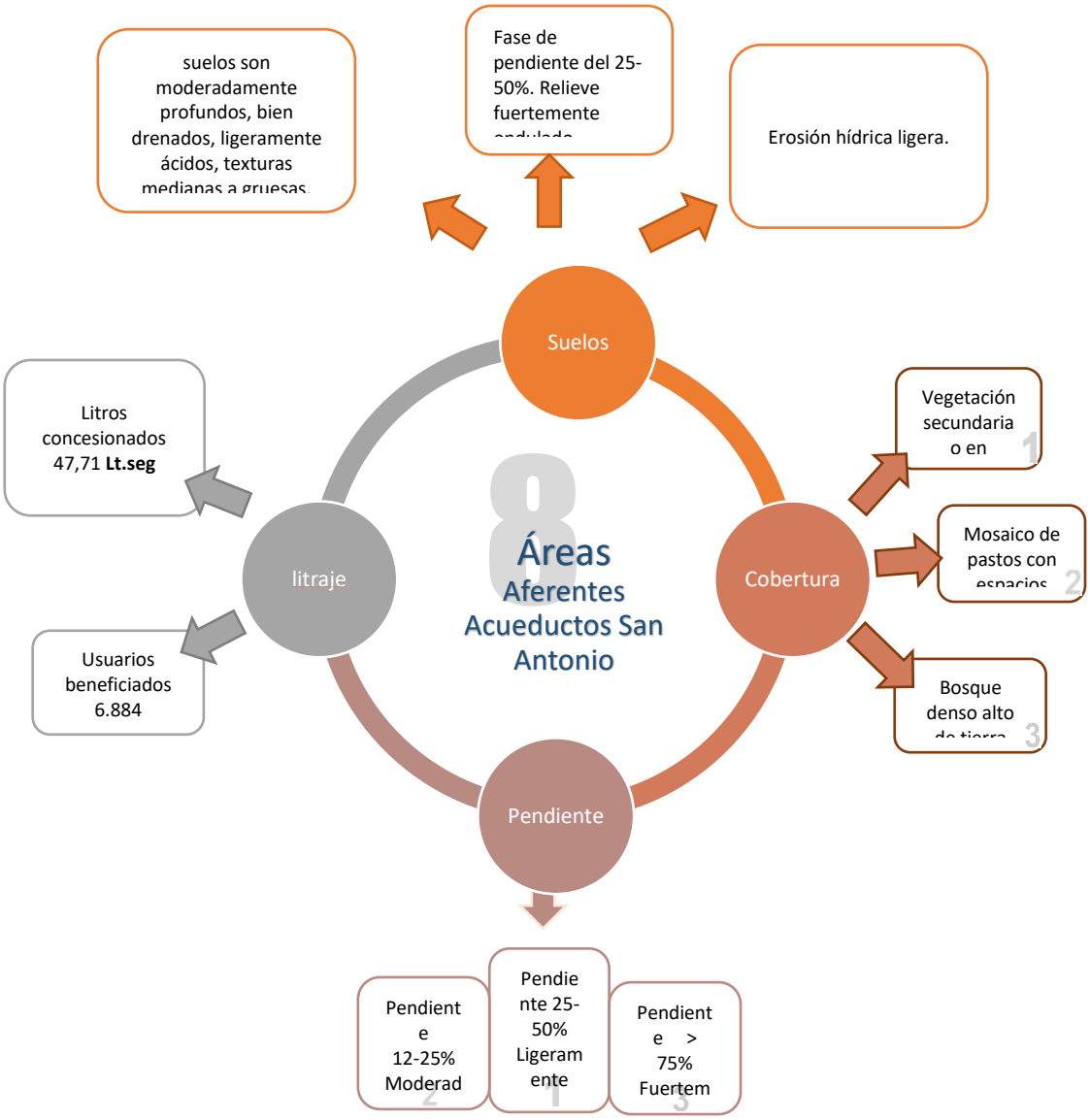
LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	% RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA MICROCUENCA
3786	0,460	0,017783	2206.4.20	Quebrada La Lejía	105,325	3,979	0,44%
2183	0,217	0,008485	2206.4.20	Quebrada La Lejía			0,21%
3225	5,811	0,221392	2206.4.20	Quebrada La Lejía			5,56%
3226	0,123	0,004739	2206.4.20	Quebrada La Lejía			0,11%
3373	0,316	0,011957	2207.45	Quebrada San Francisco	3,932	21,833	0,05%
3787	0,682	0,024617	2207.21	Quebrada Aguas Claras	57,125	2,347	1,04%
2731	0,513	0,018621	2207.21	Quebrada Aguas Claras			0,79%
4700	0,418	0,000037	2207.20	Quebrada Guadualito	33,340	0,268	0,01%
	8,544024	**0,307631**					

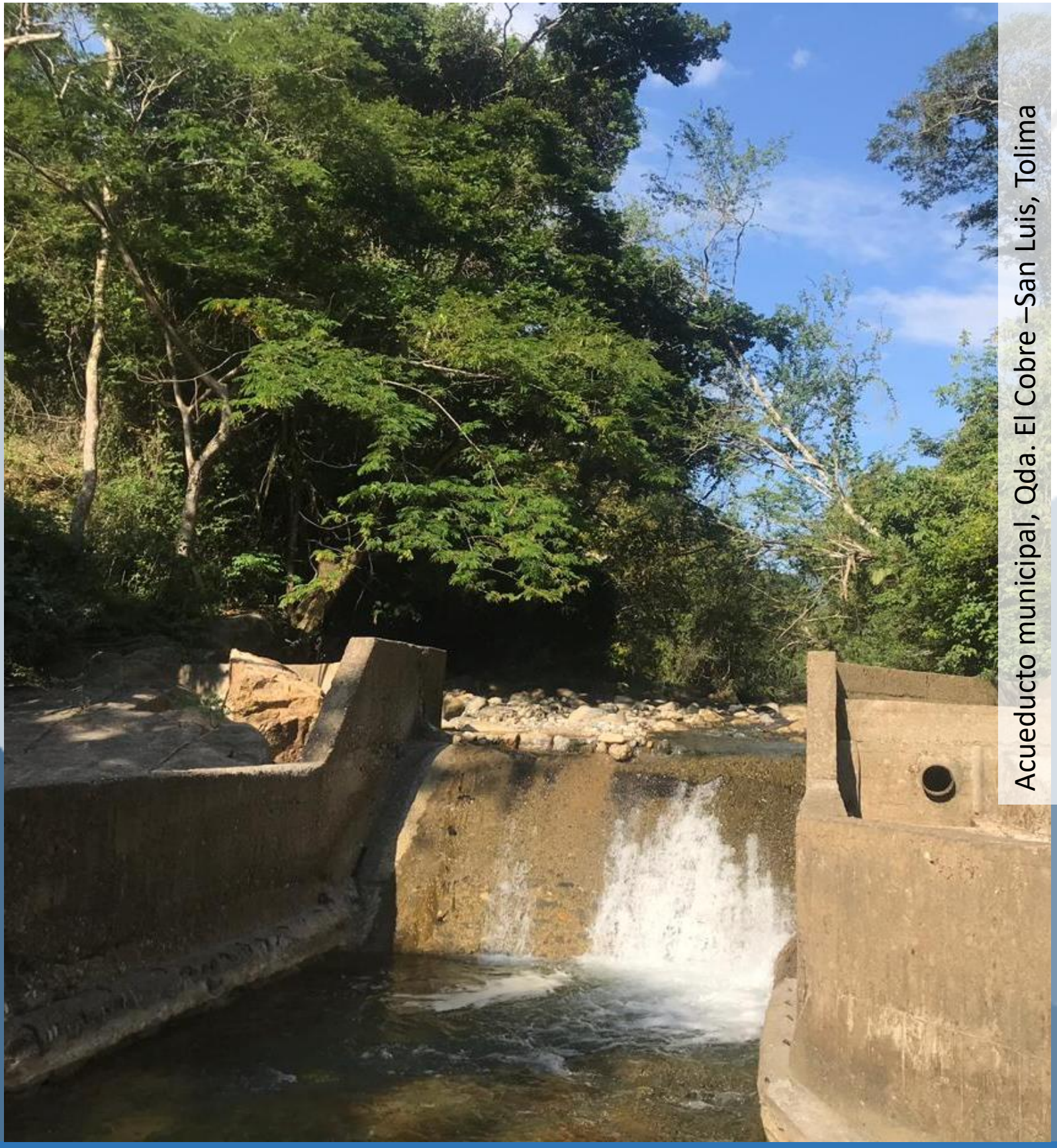
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio de San Antonio presentan un rendimiento hídrico de 0,307 l/s/Km^2 que corresponden al 2,103% del rendimiento hídrico total del municipio de San Antonio. El área aferente del acueducto municipal de San Antonio, presenta un rendimiento hídrico de 0,226 l/s/Km^2 que corresponde al 5,68% del rendimiento hídrico total de la microcuenca la Lejía, pues abarca el 5,63% del área de la misma.

El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la JAC. VDA. Las Pavas/San Antonio, con 0,000037 l/s/km^2 el cual corresponde al 0,01% del rendimiento hídrico total de la quebrada Guadualito.

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Antonio





Acueducto municipal, Qda. El Cobre –San Luis, Tolima

ANEXO 40 - CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE SAN LUIS

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE SAN LUIS 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 13
5. **Unidades de suelo** 14
6. **Capacidad de uso del suelo** 17
7. **Pendientes** 19
8. **Cobertura de la tierra** 21
9. **Rendimiento hídrico** 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de San Luis.....4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA y Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Luis. 5
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Luis.....5
Tabla 4. Tipo de obras de captación.....6
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 7
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis 14
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis. 16
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de San Luis.....17
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis 21
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis 22
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de San Luis.....25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de San Luis y sus áreas aferentes.....4
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes 13
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes 15
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes.....18
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de San Luis y en sus áreas aferentes 20
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes.....22
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de San Luis y en las áreas aferentes de los acueductos.....25
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis.....26

MUNICIPIO DE SAN LUIS

1. Localización

El municipio de San Luis pertenece al departamento del Tolima. Su cabecera se localiza sobre los 4º 08' de latitud norte y los 75º 06' de longitud oeste. El municipio de San Luis limita por el norte con los municipios de Ibagué y Coello, por el oriente con los municipios de Espinal y Guamo, por el occidente con los municipios de Rovira y Valle de San Juan y por el sur con los municipios de Ortega y Saldaña.

El municipio de San Luis se encuentra localizado al centro del departamento del Tolima y dista a 62 km de la ciudad de Ibagué. Dentro de su sistema climático podemos observar zonas de vida que van desde los 400 m.s.n.m. hasta por encima de los 1.600 m.s.n.m. La red hídrica del municipio de San Luis está conformada por los ríos: Luisa, Coello, Cucuana y Saldaña.

En cuanto a otras variables climatológicas, en el municipio de San Luis se permite encontrar valores de temperatura que oscilan entre 21º y 28º C. Según los datos proporcionados por las estaciones hidrometereológicas presentes en el área de influencia del municipio, existen precipitaciones promedio anuales que varían de 1.400 m. a 1.900 m. Para la humedad relativa, con un valor promedio anual de 74,42%, se tiene un valor mínimo de 71,51% y un valor máximo de 77,34%. Los meses en donde se presentan los valores más bajos de humedad relativa son Julio, Agosto y Septiembre coincidiendo con el período de verano del segundo semestre y Enero y Febrero para el primer semestre.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio tiene un área de 413.54km², de los cuales sólo el 0,31%, corresponde al área urbana y el 99,69% al sector rural, de los cuales 1,25 km², corresponden a superficie urbana y 412,29 km², a la zona rural.

El municipio de San Luis, en su área urbana, está conformado por 11 barrios y la zona rural la integran 39 veredas, 1 corregimiento (Payandé) y 4 caseríos (La Laguna, La Mesa, La Resaca y La Soledad).

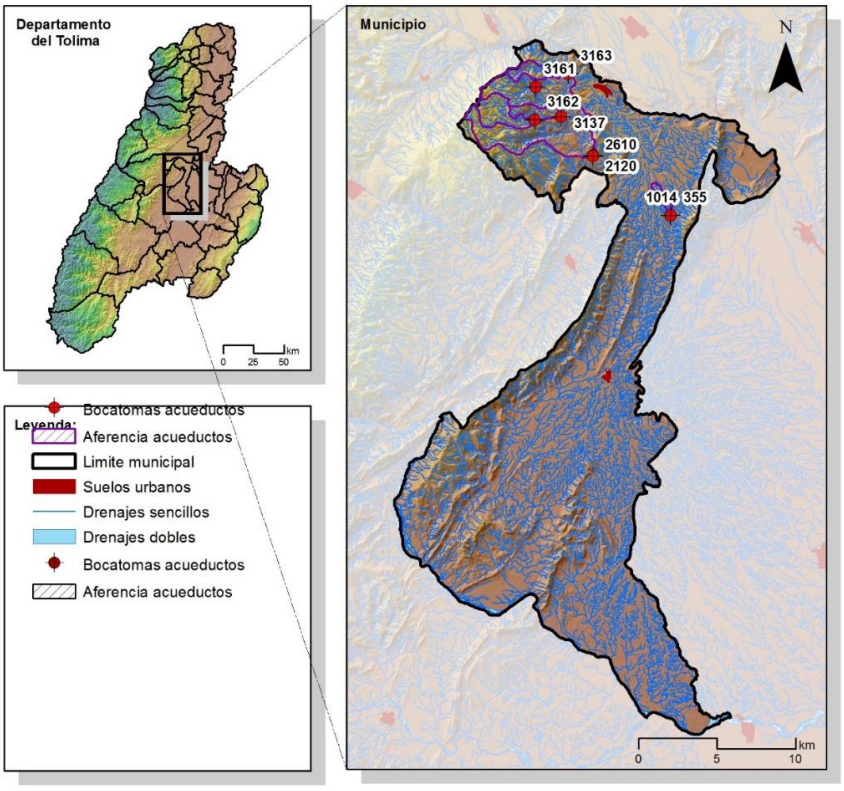
El municipio de San Luis cuenta con 9 concesiones de agua de las cuales 8 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 102,85 Lts.seg-1 destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación, en la tabla 1, 2 y la figura 1.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de San Luis

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
355	JAC. Vereda Paraguay.	Bueno	4.22490	-75.05942	561	1.3	100.88
1014	JAC. Vereda Paraguay.	Regular	4.22504	-75.05932	550	7	100.88
2120	Municipio de San Luis.	Regular	4.25945	-75.10397	844	49	3472.40
2610	Municipio de San Luis.	Bueno	4.25913	-75.10394	641	15.4	3472.40
3137	Asoc. de usua. del acueducto Los Chorros	Regular	4.28165	-75.12200	854	1.15	691.92
3161	Municipio de San Luis.	Bueno	4.29889	-75.13667	974	12	6.86
3162	Municipio de San Luis.	Bueno	4.28000	-75.13722	938	11	456.69
3163	Municipio de San Luis.	Bueno	4.30639	-75.11806	876	6	287.11

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de San Luis y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA y Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Luis.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada El Cobre	2118.2.8	6	94,55
Quebrada La Jagua	2118.2.3	2	8,30
TOTAL		**8**	**102,85**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, de la cual la Quebrada El Cobre, cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 6 concesiones que corresponden al 75,00% del total de concesiones para acueductos del municipio de San Luis, siendo esta quebrada además la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 94,55 $Lts.seg^{-1}$ a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de San Luis.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada El Cobre	2118.2.8	6	94,55
Quebrada La Jagua	2118.2.3	2	8,30
TOTAL		**8**	**102,85**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, en la tabla 4 se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de San Luis:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma de rejilla	6
Toma lateral	2
TOTAL	**8**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

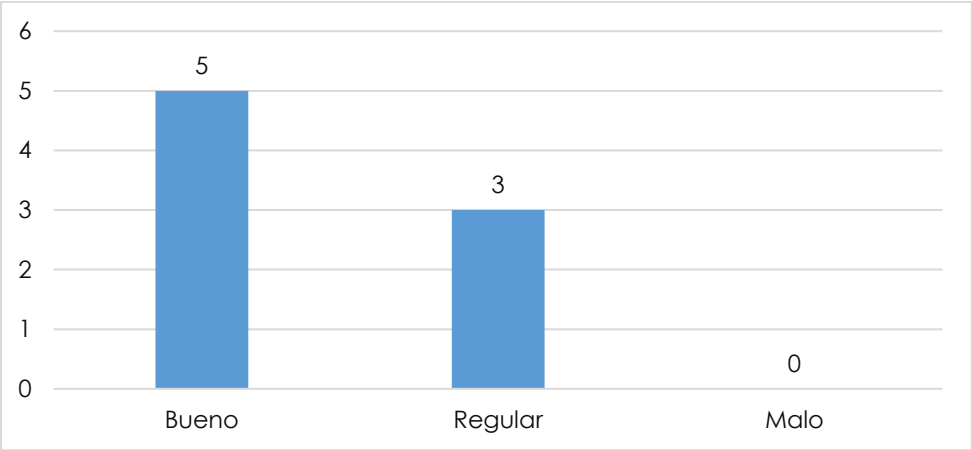
Las visitas realizadas permiten verificar que el 37,50% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, en la tabla 5 y la figura 2 se observa el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	5	62,50
Regular	3	37,50
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De las 9 concesiones mencionadas inicialmente, solo 8 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) de estas fue declarada en “Caducidad” bajo auto 814 de 14/02/2019 y era identificada bajo la llave 3343 del usuario JAC. VDA. TOMOGO/SAN LUIS. Con un total de 2,20 Lts.seg-1.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Falan, solo la concesión a nombre de la JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PARAGUAY es reportada con personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias, como se observa en la tabla 5.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	5.104
Personas Transitorias	Sin Definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Formación Payandé (TRp)

Definida por Renz (en Trumpy, 1943), como un conjunto de sedimentos marinos encontrados al norte de Chaparral y en la región de Payandé, constituido por calizas grises, en partes arenosas y silíceas, con intercalaciones de chert. La caliza, localmente se encuentra metamorfizada a mármol, con wollastonita.

Barrero (1969) dividió la Formación Payandé en dos partes bien diferenciadas. La parte inferior consta de una arcosa basal, que puede alcanzar unos 10 m de espesor, seguidos por bancos potentes de calizas, con intercalaciones muy delgadas de chert negro, con espesor de 140 m. La parte superior es una alternancia de chert gris, con cuarcitas y en menor proporción, capas de caliza, con un espesor de 400m.

Cediel y otros (1980), consideran tres segmentos teniendo en cuenta la litología, el carácter de la estratificación y el contenido fosilífero. El segmento inferior, de más o menos 200m de espesor, constituido por calizas nodulosas de color grisáceo, cruzadas en diferentes direcciones por venas de calita que rellenan fracturas.

El segmento intermedio, de aproximadamente 300m constituido en su mayoría por calizas margosas y arenosas; hacia la parte central de este segmento se presentan brechas, con cantos de calizas y capas con nódulos de chert oscuro. El segmento superior de aproximadamente 100m, se constituye por calizas margosas.

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO_2, y 0,8% - 6,2% de K_2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO_2 y se encuentran más enriquecidas en K_2O (4% y 6,4%). Así mismo, las

tobas muestran mayores valores en K2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K, mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan valores de K2O<4%; los contenidos de Al2O3 para valores de SiO2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe2O3, CaO, Na2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016).

Formación Caballos (Kic)

Patarroyo (1991) y Vergara (1991a). La sección estratigráfica inicia con un paquete de lodolitas físiles, en capas gruesas a medias, con estratificación ondulosa paralela; luego arenitas de cuarzo, subangular y glauconita tamaño arena muy fina

y media, en capas medias y delgadas, con estratificación ondulosa no paralela, encima capas gruesas de micrita fosilífera, con estratificación discontinua ondulosa, con presencia de Gasterópodos, Corales y Bivalvos.

Grupo Honda (Ngh)

En la región estudiada el Grupo Honda está representado por una secuencia de rocas sedimentarias elásticas, principalmente areniscas gris verdosas, arcillolitas abigarradas y delgados lentes conglomeráticos. Las estructuras sedimentarias predominantes son estratificación cruzada y gradada. El Grupo Honda aparece en contacto fallado con el borde oriental del Batolito de lbagué y tiene un rumbo regional N-NE con buzamiento variable al este y al oeste formando un sinclinal. Stirton (en DE PORTA 1974, p. 313) le asigna al Grupo Honda una edad Oligoceno superior - Mioceno superior.
Abanico de Guamo (Qag)

Son depósitos de color gris claro a tonos amarillentos, generados en diversos eventos de actividad del volcán Cerro Machín y se pueden apreciar en inmediaciones de la Vereda Santa Isabel, a lo largo del río Coello, cubriendo el Abanico de Ibagué y calizas de la Formación Payandé en la carretera Buenos Aires - Payandé, en la Plancha No. 245 del SGC “Girardot” (SGC, 2002).

En el contexto regional se presentan, generalmente, como bancos arenosos, con algo de gravas, cuya fracción gruesa es predominantemente pumácea, con esporádicos cantos de dacitas, rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Los espesores máximos expuestos pueden alcanzar los 25 m. Presentan, generalmente, compactación moderada a baja, lo que indica una alta permeabilidad (SGC, 2002).

En el cambio de pendiente, al salir de la zona montañosa, los flujos provenientes del volcán Cerro Machín no encontraron la topografía favorable para conformar conos de deyección, ya que debían superar alturas superiores a los 50 m, de los escarpes formados en las terrazas disecadas del Abanico de Ibagué, y bajaron así encañonados por el río Coello (INGEOMINAS, 1997). Algunos superaron las alturas existentes en la localidad de Payandé, y bajaron por el río Luisa, que son los depósitos que conforman el Abanico de Guamo, y otros superaron la llamada "Barrera de Gualanday" (localizada en la población de Gualanday), la cual está constituida por estratos de la Formación Gualanday; y forma así el Abanico de Espinal, el cual se describe más adelante (SGC, 2002).

De acuerdo con dataciones C14, obtenidas en madera carbonizada, dan entre 5.100 y 1.200 años antes del presente (Cepeda et al., 1995), (SGC, 2002).
Abanico de Espinal (Qae)

Se trata de un depósito de flujo de lodos que ingresó al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday, con los flujos que lograron superar la barrera que lleva su mismo nombre, donde tiene su ápice. En este sitio se encuentra la barrera constituida por estratos de la Formación Gualanday, que había impedido la extensión del Abanico de Ibagué hacia el oriente (SGC, 2002).

El Abanico de Espinal se originó con el aporte del volcán Cerro Machín. Se diferencia del Abanico de Ibagué por su mayor contenido volcánico y material más fino (SGC, 2002).

Corresponde a depósitos de color gris claro a amarillento, conformados por cantos y fragmentos heterométricos, con diámetros generalmente entre 1 y 30 cm, ocasionalmente hasta de 1 m, dentro de una matriz limo arenosa. Se observan niveles de ceniza y orientaciones de flujo, principalmente en los niveles gruesos, y muestran en ocasiones gradaciones locales o disposición caótica de sus componentes (SGC, 2002).

En general, la selección es regular a mala; presenta niveles planos paralelos lenticulares y superficies ondulosas. Los cantos y fragmentos son pumitas dacitas e ignimbritas y, en menor proporción, rocas intrusivas ácidas a intermedias y filitas (SGC, 2002).

La matriz es de cuarzo hialino, feldespatos, biotita fresca y alterada, líticos oscuros y accesorios. Los granos de la matriz son angulares a subangulares, y presentan una alta descomposición de feldespatos. Los fragmentos piroclásticos tienen formas angulosas y en menor proporción subredondeadas elipsoidales. Se encuentran cantos retrabajados provenientes de rocas intrusivas y metamórficas, subredondeados a redondeados con esfericidad notable; también fragmentos de rocas metamórficas como filitas aplanadas y alargadas con bordes redondeados, estos últimos en baja proporción (SGC, 2002).

En general, estos depósitos son friables y pulvurulentos, y presentan una mediana compactación por cementación. En la parte occidental, el primer flujo presenta suelos poco desarrollados con baja retención de agua, su aspecto es desértico, cubierto por hierbas, pastos y escasos árboles; Los depósitos del Abanico de Espinal están en contacto discordante con las formaciones del Cretácico y Cenozoico que le infrayacen, y cubren una paleotopografía principalmente conformada por arenitas, lodolitas y conglomerados del Grupo Honda. Este depósito presenta espesores muy variados, que van disminuyendo en dirección suroccidente (SGC, 2002).

No se tiene referencia de la edad del depósito, pero por presentarse menos disecado que el Abanico de Guamo, se piensa que es un depósito más reciente (SGC, 2002).

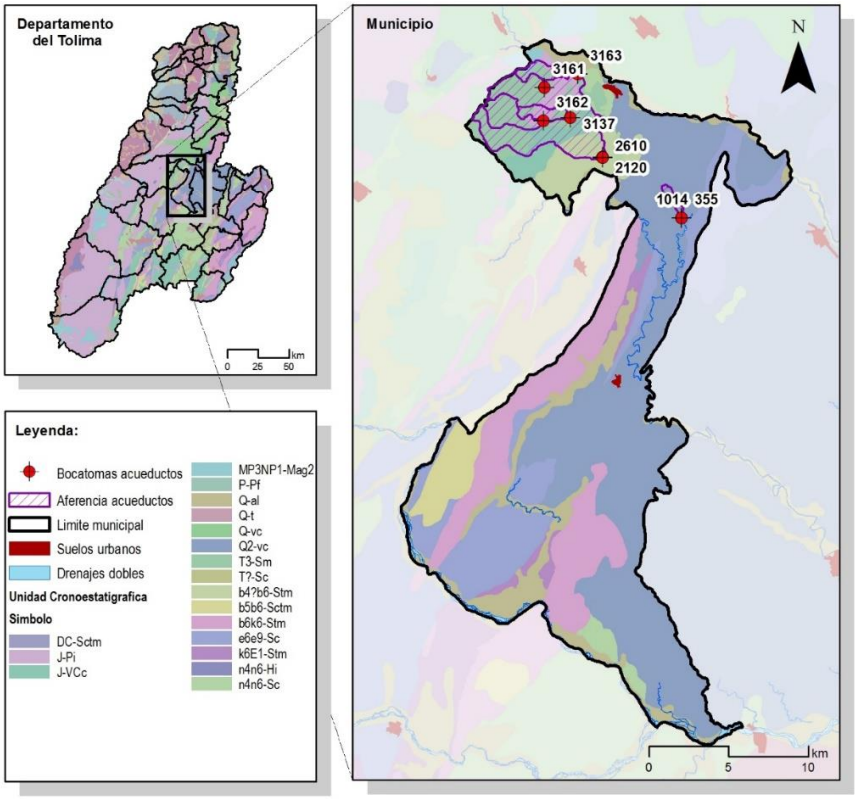
4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente la formación Saldaña, y los Neis y Esquistos de Tierradentro son clasificados como acuífugos, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

La formación Payandé y la formación Caballos, son unidades rocosas con flujo esencialmente a través de sus fracturas; son clasificadas como acuíferos continuos de extensión regional de baja a mediana productividad, acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química, con una capacidad específica promedio de 0.05 hasta 2.0 litros por segundo.

Los Abanicos del Guamo y Espinal son considerados como acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química, con una productividad baja entre 0.05 a 1.0 litros.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	1949,164	54,548%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Stock de Payandé	573,405	16,047%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	521,865	14,605%
b4?b6-Stm	Cuarzoarenitas. Al tope, glauconíticas o ferruginosas y, en la parte media, con intercalaciones de calizas y shales.	Barremiano?-Albiano	Formación Caballos	325,597	9,112%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno	Abanico del Guamo, Abanico de Espinal	100,882	2,823%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	63,192	1,768%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	34,636	0,969%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		4,545	0,127%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

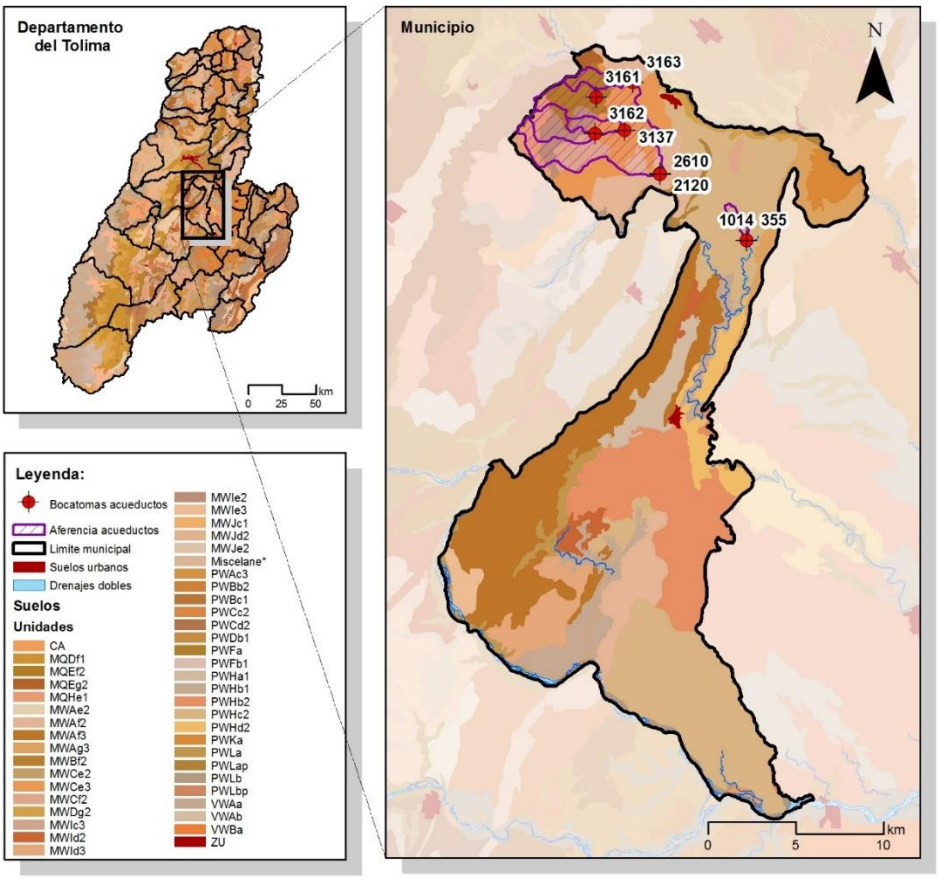
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de San Luis, se pueden observar en la figura 4 y la tabla 9, así como la ubicación de la bocatoma del acueducto del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Esta unidad pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical, con temperaturas mayores de 24 °C, con precipitaciones de 700 a 2000 mm,

Las áreas aferentes del municipio de San Luis, se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWCe3, superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja con el 34,0% del área total; con el 20,9% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQEf2, estos son suelos superficiales, bien drenados, ácidos de texturas medianas a finas, pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada; con el 14,1% del área total, se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWle2, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas medias y finas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja; con el 11,3% del área total en las áreas aferentes se encuentra los suelos pertenecientes a las unidades de MWCf2 estos son suelos superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja; con el 9,5% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQHe1, estos son suelos moderadamente profundos y superficiales, de texturas medias y finas, ácidos, de contenidos medios en materia orgánica y de fertilidad moderada; con el 5,4% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWAf2, estos son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas gruesas y medias, reacción neutra, pobres en materia orgánica y fertilidad muy baja; con el 2,8% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad PWHc2, estos son suelos muy superficiales, bien y excesivamente drenados; de texturas gruesas; de reacción neutra y pobres en materia orgánica; con el 1,5% del área total aferente se encuentra en suelos (CA), pertenecientes a Cuerpos de Agua; y con el 0,6% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQEg2, estos son suelos superficiales, bien drenados, ácidos de texturas medianas a finas, pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	(%)
MWCe3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	1216.4	34.0
MQEf2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	745.4	20.9
MWle2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	INCEPTISOLES	502.8	14.1

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	(%)
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	INCEPTISOLES	402.9	11.3
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	INCEPTISOLES	340.8	9.5
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	MOLISOLES	192.0	5.4
PWHc2	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Depósitos aluviales (arenas de tobas)	Gruesa	ENTISOLES	100.9	2.8
CA	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	52.2	1.5
MQEg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	ENTISOLES	20.0	0.6

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

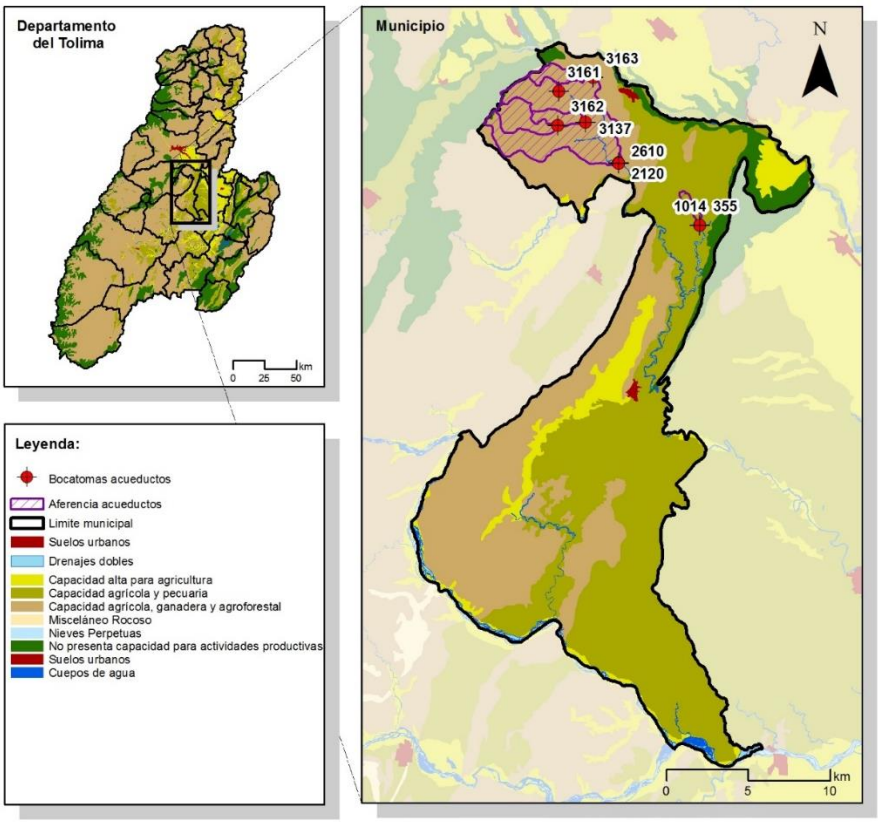
6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de San Luis

Categoría	Descripción	Área (ha)	%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1248.21	34.9
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1216.36	34.0
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	402.86	11.3
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	340.81	9.5
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	191.97	5.4
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	100.88	2.8
CA	CA	52.19	1.5
8	No presenta capacidad para actividades productivas	20.00	0.6

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 85.6 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Falan se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos agrícolas; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. El uso está condicionado por las fuertes pendientes, el drenaje natural excesivo, los suelos pobres, la erosión, el exceso o la deficiencia de lluvia, la alta pedregosidad o la rocosidad en algunas unidades de tierra. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos o subclases es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la subclase 7pe (34.9%), son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión; la subclase 7e (34.0%), son suelos con limitación por (e) y erosión; la subclase 7p (11.3%), son suelos con limitación de pendiente (p); 7es (5.4%), son suelos con limitación de erosión y suelos.

El 9.5% de los suelos se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones severas, que las hacen inadecuadas para la explotación

agrícola intensiva. El uso debe orientarse hacia la elección de cultivos semi perennes o perennes en el sistema de multiestrata, o en fajas de cultivos asociados dispuestos en sentido contrario a la dirección de la pendiente y al pastoreo extensivo, con establecimiento de pastos de corte. Se recomienda paras tierras la explotación en sistemas que combinen el uso de agricultura con los bosques y el establecimientos de bosques comerciales plantados en algunos sectores. Los suelos presentes en la clase 6 son los de la subclase 6ps, que son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión y son suelos con limitación de pendiente (p).

Los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, que se encuentra en la clase agroecológica 4, son tierras con limitaciones severas que la restringen la elección de las plantas para la agricultura y requieren prácticas de manejo cuidadosas, como siembras en contorno, cultivos en fajas intercaladas, instalación de barreras, control de malezas y fertilización: Se recomienda el establecimientos de cultivos densos como los pastos de corte, caña panelera, cultivos semi limpios y explotaciones agro- silvo-pastoriles. Los suelos presentes en la clase 4 son los de la subclase 4 es (2.8%), son tierras de relieve ligera a fuertemente ondulado; de climas cálido seco y cálido húmedo; de suelos ocasionalmente pedregosos y ligera a moderadamente erosionados. No mecanizables aptas para la ganadería semi-intensiva y uso forestal; requieren moderadas prácticas de manejo para evitar la erosión y tiene limitaciones o deficiencias en su suelo.

Y el 0,6 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, se encuentra en la clase agroecológica 8, las tierras de esta clase tienen limitaciones muy severas, que las hacen inadecuadas para fines agropecuarios y forestales; solamente deben ser empleadas para la vida silvestre, belleza escénica zonas de protección especial y como banco de flora y fauna. Los principales limitantes que tienen los suelos son: las pendientes pronunciadas, la escasa profundidad efectiva, la erosión, y las temperaturas muy bajas.

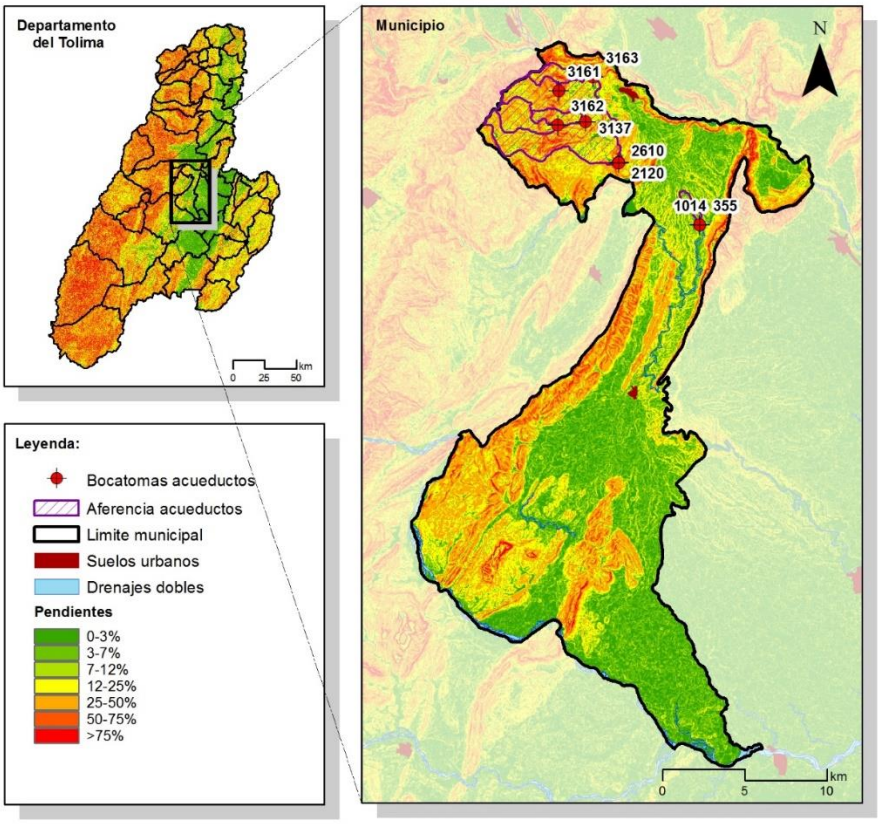
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de San Luis y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	85.52	2.4
3-7%	Ligeramente inclinado	196.47	5.5
7-12%	Moderadamente inclinado	353.43	9.9
12-25%	Fuertemente inclinado	1168.78	32.7
25-50%	Ligeramente escarpado	1390.38	38.9
50-75%	Moderadamente escarpado	346.15	9.7
>75%	Fuertemente escarpado	30.24	0.8

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

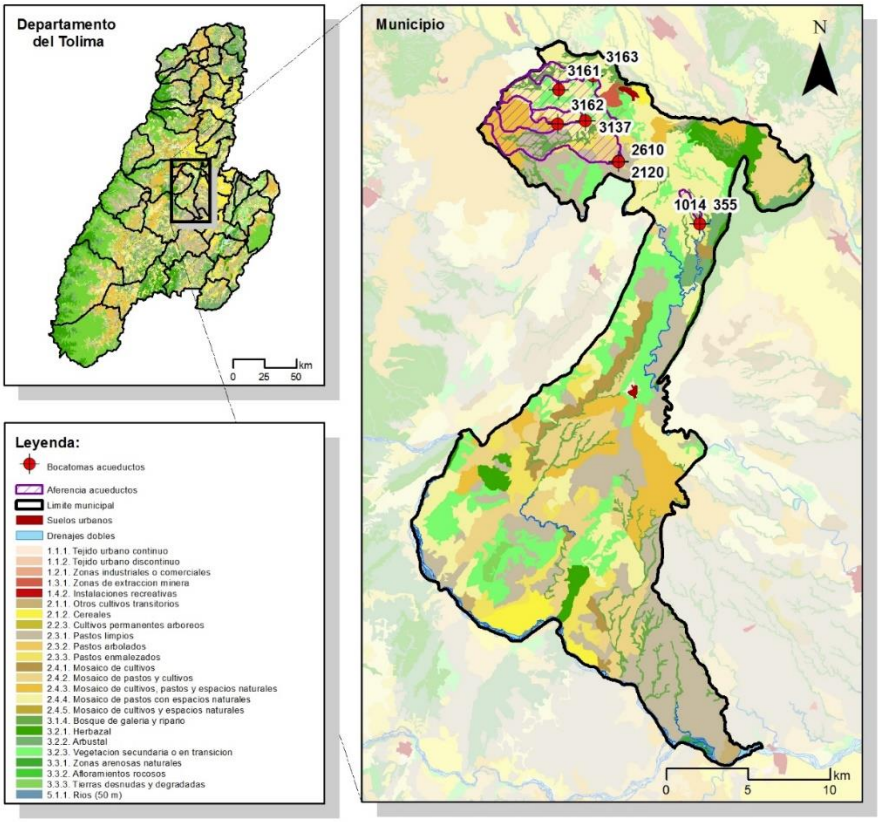
La pendiente presente en las bocatomas de los acueductos del municipio de San Luis se observa en la tabla 11, luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 38,9% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9).

Seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, abarcando un área de 32,7% y 9,9% respectivamente del total del área; presenta también los acueductos en sus áreas aferentes una pendiente ligeramente inclinada 3-7% conformando una topografía abarcando un total de 5,5% del área global de las áreas aferentes; pendientes planas con un área de 2.4 del global de las áreas aferentes y con los rangos de pendiente escasos de >75% con 0.8% del total del área aferente.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de San Luis, se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de San Luis y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	1137.39	31.83
2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	730.31	20.44
3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	512.26	14.34
3.1.4.	Bosque de galería y ripario	410.56	11.49
2.3.1.	Pastos limpios	373.91	10.46
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	208.91	5.85
2.3.3.	Pastos enmalezados	174.00	4.87
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	22.49	0.63
1.3.1.	Zonas de extracción minera	3.46	0.10

El 31,83% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de mosaico de pastos con espacios naturales: Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural

El 17,7% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales: En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 14,34% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de Vegetación secundaria o en transición: Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

El 11,49 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de Bosque de galería y ripario: Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario.
El 10.46% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de Pastos limpios. Los pastos comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se

debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace. La cobertura de pastos limpios con alto grado de manejo también puede presentar confusión con las coberturas de cultivos herbáceos transitorios o permanentes, especialmente cuando los pastos presentan arreglos espaciales geométricos, debido a la variedad de tonos y colores que se observan en la imagen. Para su diferenciación se hace necesaria la utilización de información auxiliar como fotografías aéreas, mapas temáticos y otra información agrícola, así como un buen nivel de referencia local del intérprete. Los pastos limpios la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 5,85% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de mosaico de pastos y cultivos: en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. El mosaico de pastos y cultivos presenta en la imagen arreglos geométricos característicos que facilitan su interpretación; así como también una amplia gama de tonos y colores debido a sus diferentes estados vegetativos y las variadas prácticas de manejo.

El 4,87 % de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis, presentan cobertura de Pastos enmalezados: Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

Las áreas restantes las conforman áreas más pequeñas (Tierras desnudas y degradadas y zonas de extracción minera) están descritas en la tabla 12, de Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis.

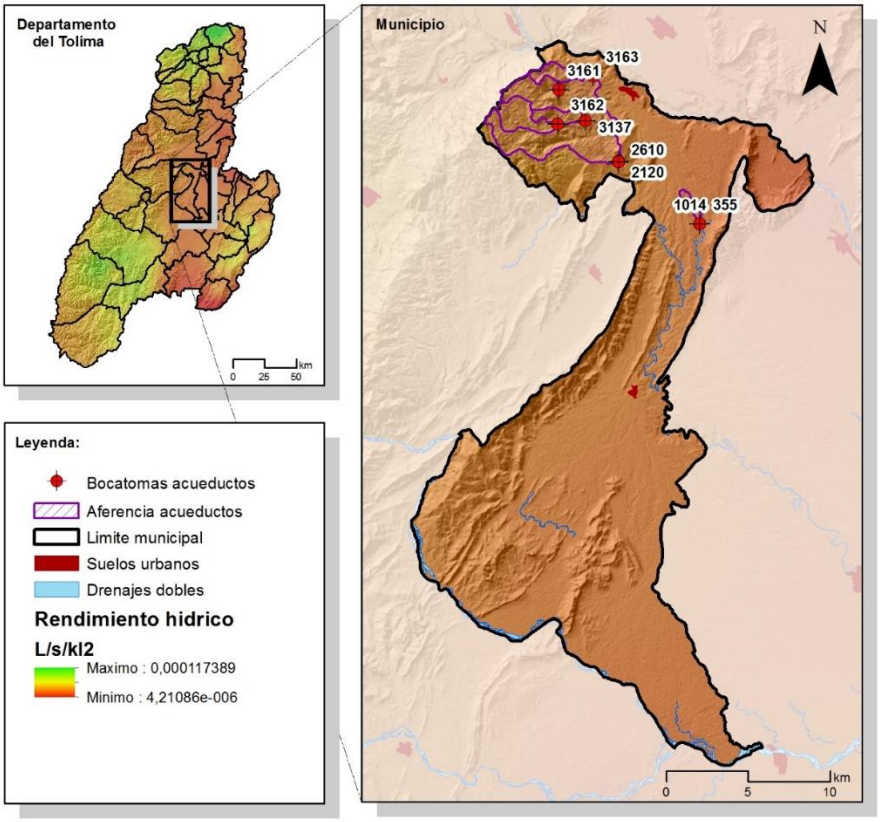
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo.

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de San Luis y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de San Luis

LLAVE ACUEDUCTO	ÁREA AFERENCIA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO ÁREA AFERENTE	CÓDIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% ÁREA DE AFERENCIA RESPECTO ÁREA MICRO	% RH ÁREA AFERENTE RESPECTO MICROCUENCA
3162	4.57	0.130538	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	10.11	11.0
3137	6.92	0.066255	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	15.32	5.6
3161	0.07	0.001857	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	0.15	0.15
1014	1.01	0.020823	2118.2.3	Quebrada La Jagua	18.43	0.367	5.5	5.6

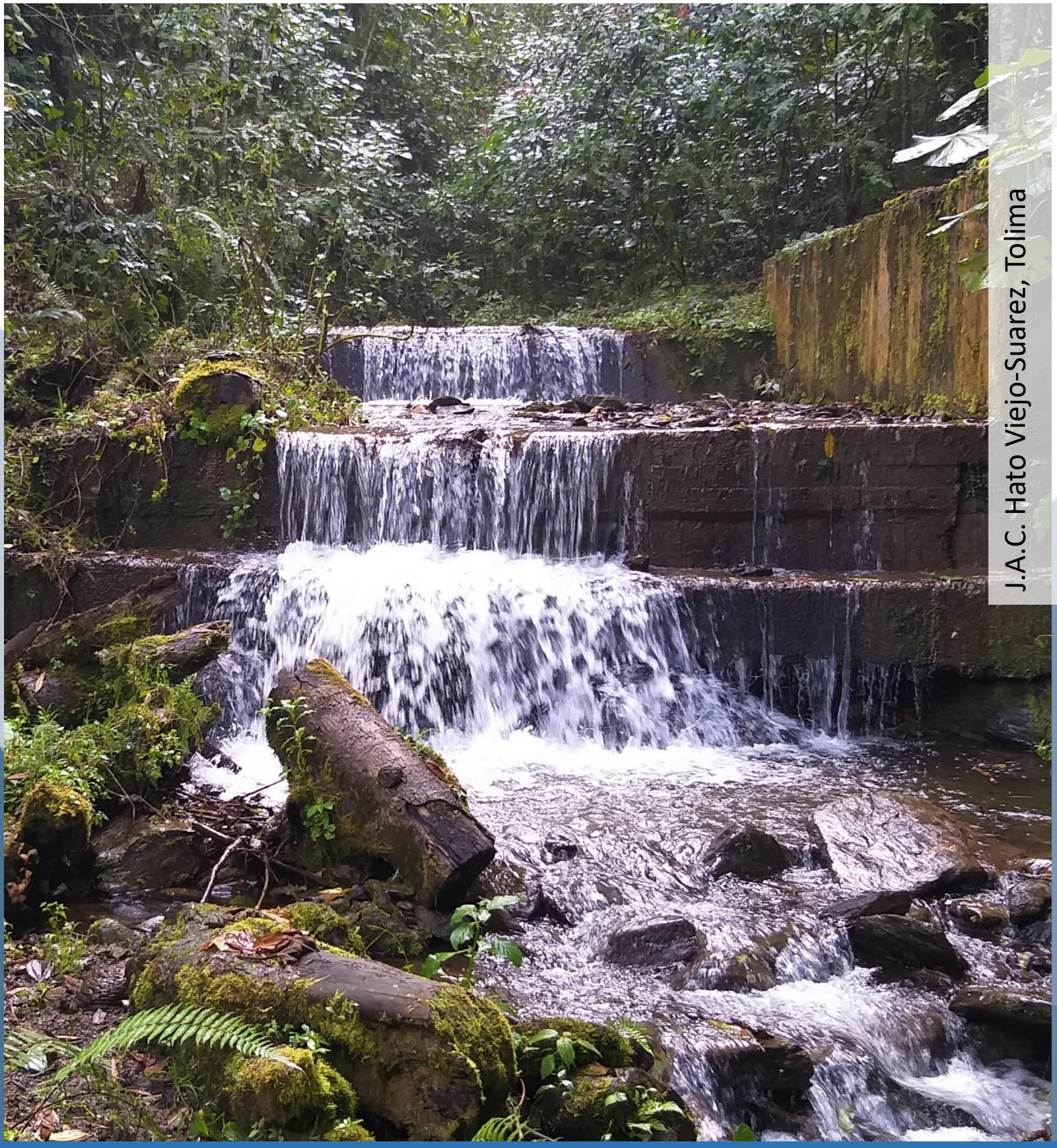
3163	2.87	0.073183	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	6.4	6.2
2120	34.72	0.669459	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	76.8	56.5
355	1.01	0.020823	2118.2.3	Quebrada La Jagua	18.43	0.367	5.5	5.6
2610	34.72	0.941292	2118.2.8	Quebrada El Cobre	45.18	1.184	76.8	79.5
TOTAL	**85,89**	**1,924**			**307,96**	**7,83**	**196,58**	**170,2**

Las áreas aferentes de los 8 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 1,924 l/s/Km^2 que corresponden al 21,0% del rendimiento hídrico total del municipio de San Luis. El área aferente del acueducto del Municipio de San Luis, presenta un rendimiento hídrico de 0,94 l/s/Km^2 que corresponde al 79.66% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada El Cobre, pues abarca el 76.8% del área de la misma.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de San Luis



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Hato Viejo-Suarez, Tolima

ANEXO 41 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE SANTA ISABEL

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE SANTA ISABEL 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 10
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 14
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Santa Isabel 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Santa Isabel 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca 7
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Santa Isabel 10
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel 11
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel 14
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Santa Isabel 14
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel 17
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel 19
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Santa Isabel 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes . 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Santa Isabel y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes 18
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Santa Isabel y en las áreas aferentes de los acueductos 20

MUNICIPIO DE SANTA ISABEL

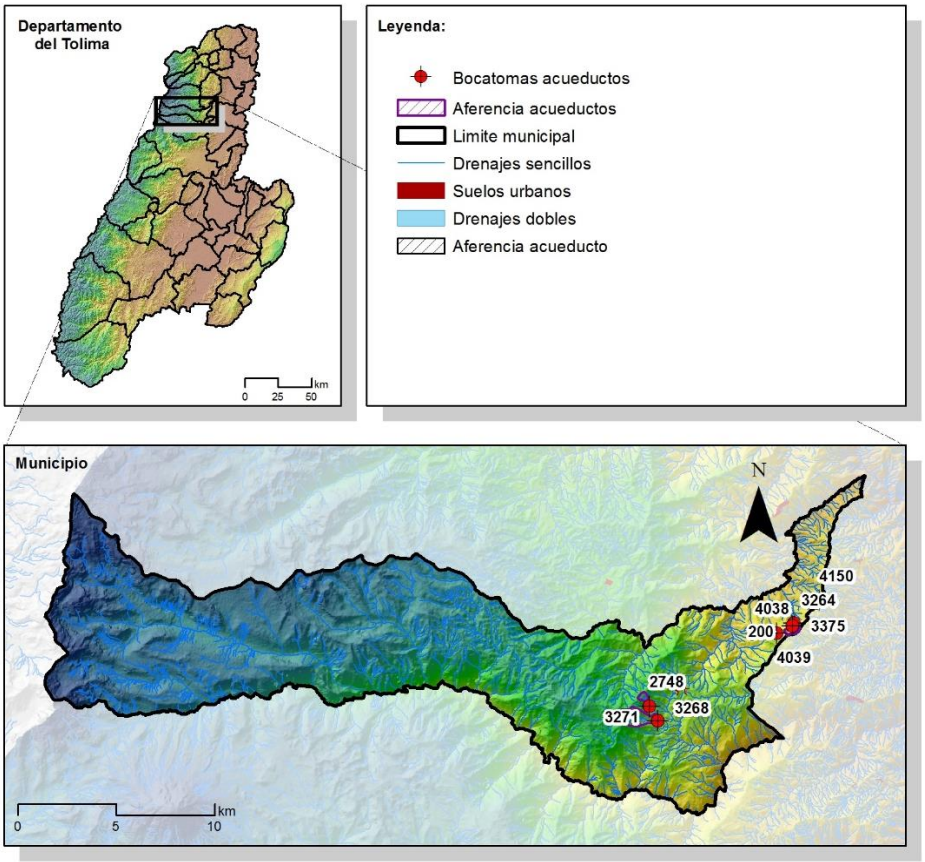
1. Localización

El Municipio de Santa Isabel, se encuentra situado al Norte del Departamento del Tolima, en límites con el parque nacional natural Los Nevados, se sitúa en las coordenadas 4°42′50″N 75°05′51″O, con una altitud promedio de 2250 m.s.n.m. Limita al norte con los Municipios de Murillo y Líbano, al sur con el Municipio de Anzoátegui, al oriente con Venadillo y al occidente con el Departamento de Risaralda.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Santa Isabel cuenta con 9 acueductos entre veredales y municipal. Los cuales presentan un área aferente de 351,63 ha que corresponden al 1,3% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 9 acueductos del municipio de Santa Isabel, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Santa Isabel

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
2748	Municipio de Santa Isabel	Malo	4,705897	-75,111147	2410	15,6	23,44
3264	Asoc. De Usuarios Acueducto rural colectivo Cumbre Candelaria Venado	Bueno	4,744166	-75,044790	1663	2,8	29,63
3268	Asociación de Usuarios Acueducto rural La Rica San Carlos	Malo	4,699067	-75,107391	2207	2,5	127,95
3271	Asociación de Usuarios Acueducto rural Colectivo San Rafael	Bueno	4,699067	-75,107391	2206	2,5	127,95
3375	J.A.C Vereda Santa Bárbara	Regular	4,742816	-75,045640	1710	0,6	14,34
4038	Asociación Acueducto Regional San Isidro	Malo	4,739510	-75,052990	1882	2,1	5,25
4039	Asociación Acueducto Regional San Isidro	Malo	4,739511	-75,052938	1883	1,2	5,25
4150	Asociación Usuarios Acueducto Rural San Rafael Pueblo Nuevo	Bueno	4,754594	-75,033325	1715	1,6	3,43
200	J.A.C.S. Rafael José A. Correa G.	Regular	4,742716	-75,045670	1704	9,5	14,34

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Santa Isabel cuenta con 9 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 38,73 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	7	20,23
MUNICIPAL	2	18,50
TOTAL	**9**	**38,73**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río La Yuca la que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 5 concesiones que corresponden al 66,67% del total de concesiones para acueductos del municipio de Santa Isabel, adicional la quebrada La Rica cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 20,67 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Santa Isabel

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio La Yuca	2125-01.1.13	6	18,05
Quebrada La Rica	2124.2.7	3	20,67
TOTAL		**9**	**38,73**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Santa Isabel:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	7
Toma de rejilla	2
TOTAL	**9**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

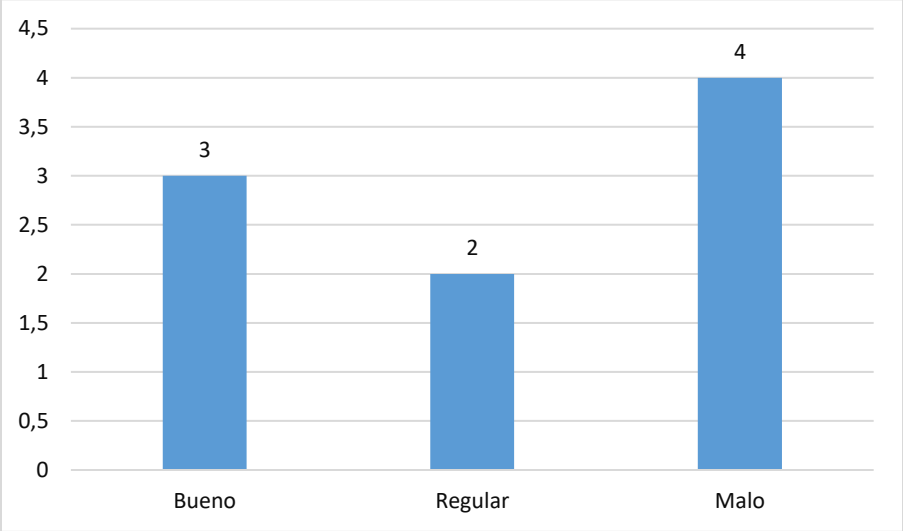
Las visitas realizadas permiten verificar que el 66,67% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	33,33
Regular	2	22,22
Malo	4	44,44

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Santa Isabel, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	6.359
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito; minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

- **PH y Temperatura**

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Santa Isabel

Santa Isabel			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	**X**
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Con la interpolación de datos de PH y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Casabianca, se determinaron valores en promedio de PH de 7.50 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 13.64 °C (baja), lo que infiere una buena concentración de oxígeno, una aceptable calidad del agua; sin embargo se recomienda revisar zonas con posible desprotección de cobertura vegetal y/o posibles vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas. Ver anexos con mapas de Ph y temperatura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente estas unidades como el Complejo Cajamarca son clasificada como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se

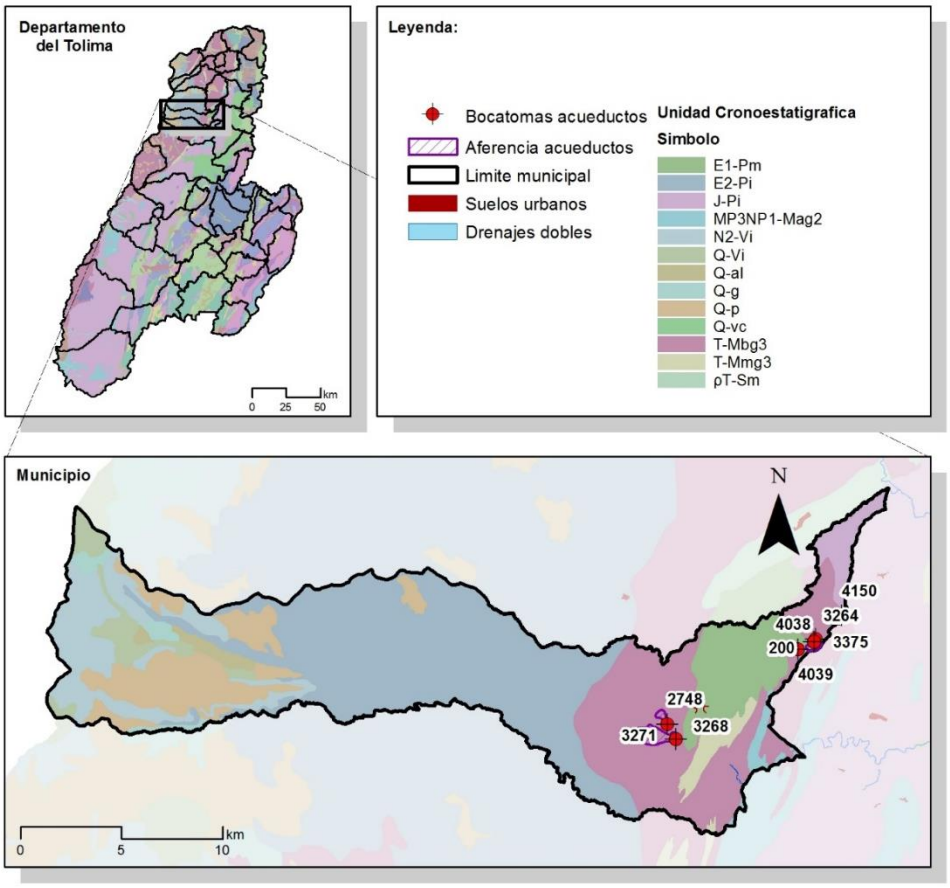
encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	162,33	85,55%
E1-Pm	Cuarzodioritas que varían a dioritas	Paleoceno	N/A	27,40	14,44%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

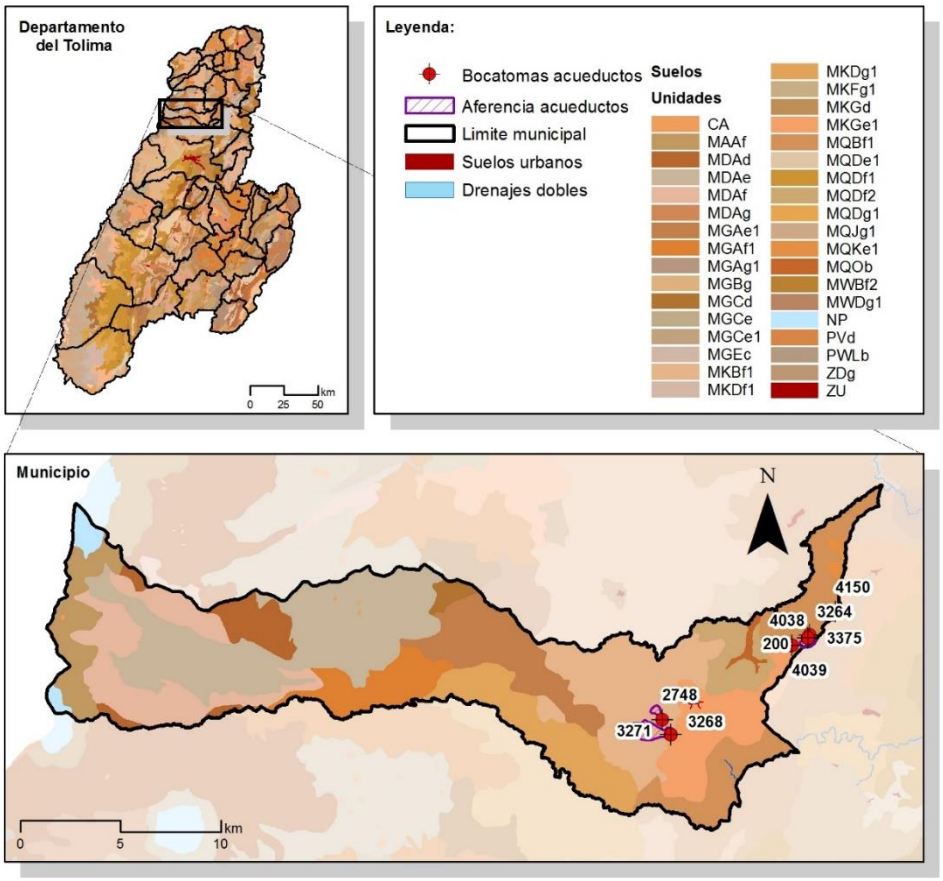
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones.

La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Santa Isabel se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Santa Isabel se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKBf1 con el 86,75% del área total, estos suelos provienen de material parental de cenizas volcánicas, se caracterizan por ser suelos profundos y superficiales, bien drenados de texturas medianas., ácidos y rico en materia orgánica; de fertilidad moderada. Pendientes moderadamente escarpadas, largas; laderas cubiertas de cenizas volcánicas, fase de pendiente 50-75%, erosión ligera.

El 11,44% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MKGe1, estos son suelos estos son suelos Muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, el relieve es fuertemente ondulado a quebrado, pendientes cortas y medias, fase de pendiente 25-50%, erosión ligera.

Los suelos de la unidad MQKe1 (1,815%) provienen de mantos espesos de cenizas volcánicas sobre lahares, muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada.

Relieve moderado a fuertemente ondulado y fuertemente quebrado, de pendientes cortas de cimas redondeadas con recubrimiento de cenizas volcánicas, erosión ligera en algunos sectores.

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	Andisoles	164,593	86,75%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	Andisoles	21,702	11,44%
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	Andisoles	3,437	1,81%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

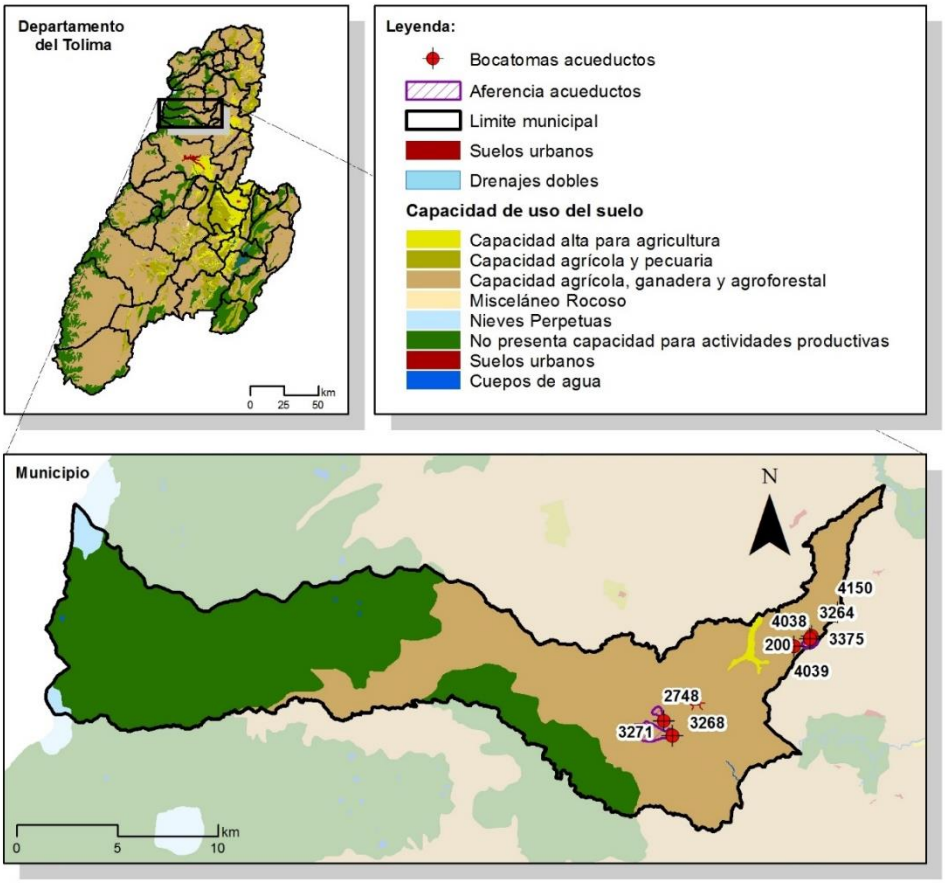
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Santa Isabel

Categoría	Descripción	Área (ha)	% Cobertura
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	151,405	79,80%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	21,702	11,44%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	13,188	6,95%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3,437	1,81%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 79,80 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel se encuentra en la clase agrológica 7pc, esta subclase de tierras se presenta en los climas extremadamente frío húmedo y pluvial, en relieve con pendientes moderadamente escarpadas (50-75%). Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes y el clima ambiental por las bajas temperaturas (extremadamente frío) y la condición de humedad (pluvial) y en menor grado la saturación de aluminio (>90%).

La subclase 6ps ocupa un porcentaje del 11,44; estas tierras se localizan en los climas frio húmedo, templado húmedo y seco y cálido húmedo y seco; en relieve ligeramente escarpado (25-50%). Las principales restricciones que limitan el uso de estos suelos son la pendiente, la profundidad efectiva muy superficial y superficial, la saturación de aluminio (>90%), pedregosidad superficial abundante (15-50%), fragmentos de roca dentro del perfil (35-60%) y deficiencia de lluvias en un semestre del año.

Las tierras de la subclase 7pe, están representadas con el 6,95%, tienen limitaciones por pendientes entre 50 al 75%, erosión moderada, presentan suficientes lluvias durante un semestre, con deficiencias en el siguiente.

El 1,81%, está representado por la subclase 7p, estas tierras se presentan en los climas muy frío y frío húmedo y muy húmedo, templado húmedo y seco y cálido húmedo y seco, en pendientes moderadamente escarpadas (50-75%). La principal limitación que restringe el uso de los suelos es la pendiente y en menor grado la saturación de aluminio (>90%), profundidad efectiva superficial y muy superficial, pedregosidad superficial abundante (15-50%), baja capacidad de retención de humedad, abundantes fragmentos de roca en el perfil y deficiencia de lluvias en un semestre del año.

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

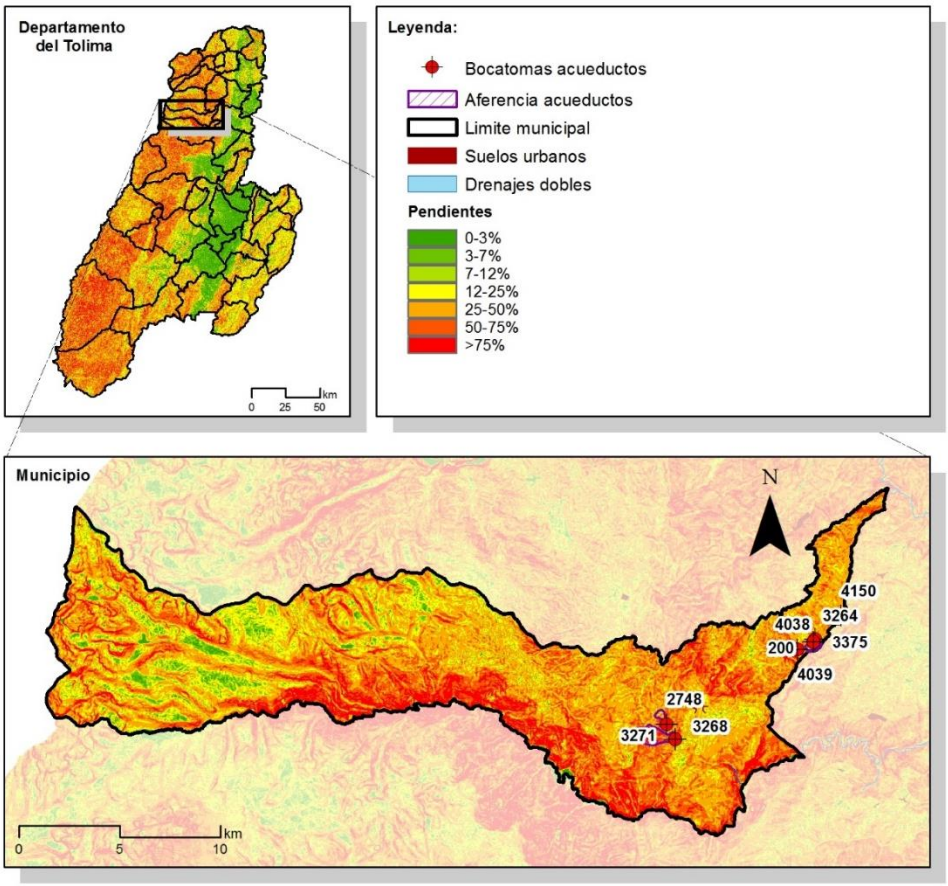
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	0,28	0,15%
3-7%	Ligeramente inclinado	0,57	0,30%
7-12%	Moderadamente inclinado	1,04	0,55%
12-25%	Fuertemente inclinado	14,65	7,70%
25-50%	Ligeramente escarpado	78,54	41,28%
50-75%	Moderadamente escarpado	75,32	39,59%
>75%	Fuertemente escarpado	19,85	10,43%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Santa Isabel y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

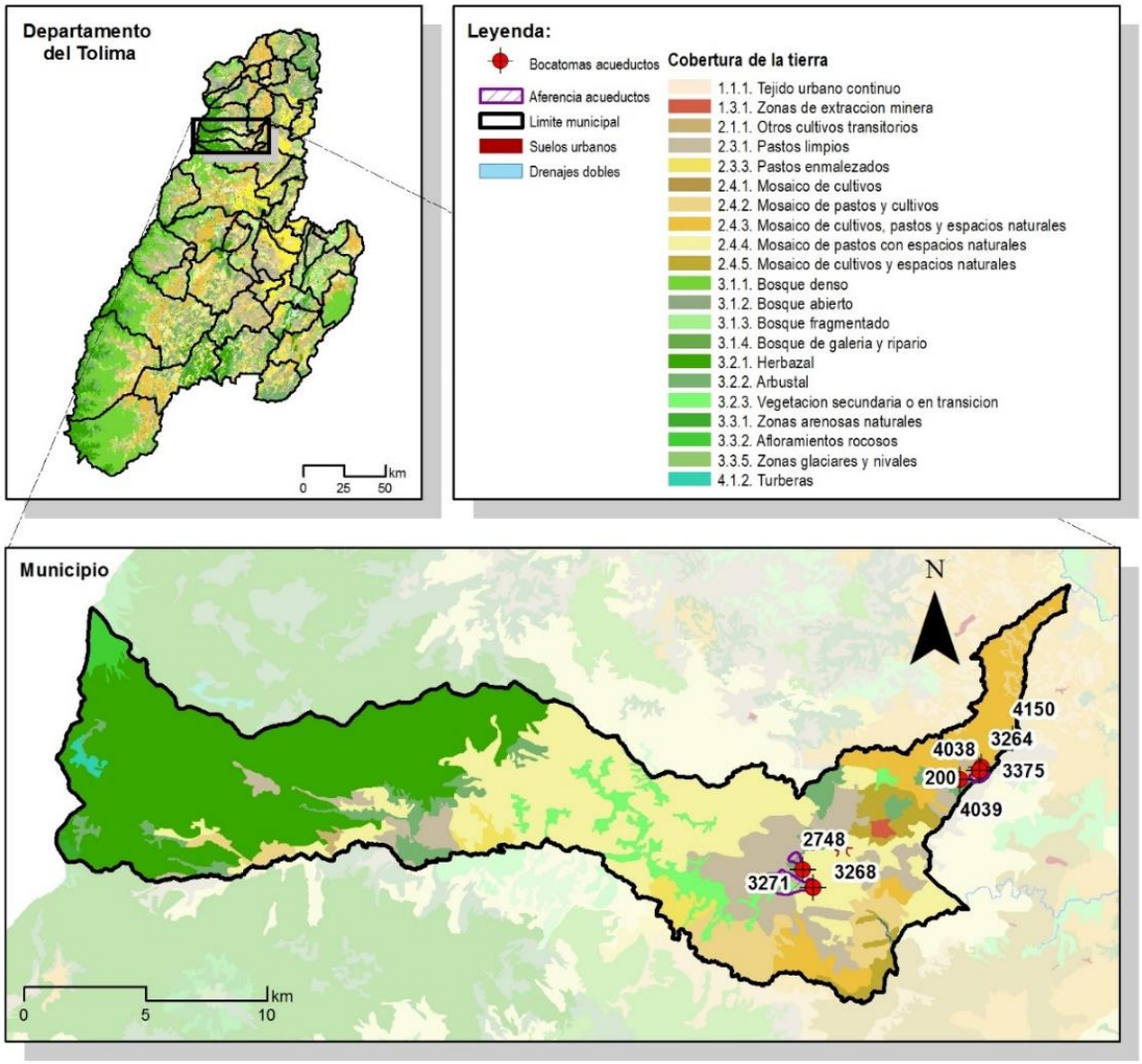
Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Santa Isabel se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio en mención es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 41,28% del área

global de las áreas aferentes (ver tabla 12), seguido de zonas moderadamente escarpadas, abarcando un área de 39,59% con rango de pendiente 50-75%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Santa Isabel se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Santa Isabel y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel

Código	Descripción	Área (ha)	% Cubrimiento
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	7405,190	69,53%
2.3.1	Pastos limpios	2015,963	18,93%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	849,554	7,98%
3.2.2.2	Arbustal abierto	236,476	2,22%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	142,738	1,34%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 69,53% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, esta comprende las superficies del territorio ocupado principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. El 18,93% de la cobertura presenta pastos limpios, que son tierras con pastizales con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en el que se realizan prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

La cobertura Mosaico de pastos con espacios naturales corresponde al 7,98%, esta cobertura está constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. Las coberturas de pastos representan entre el 30% y el 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustos, herbazales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

Las áreas restantes las conforman el Arbustal abierto (2,2%) y en menor representatividad Vegetación secundaria o en transición con representatividad del 1,34%.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

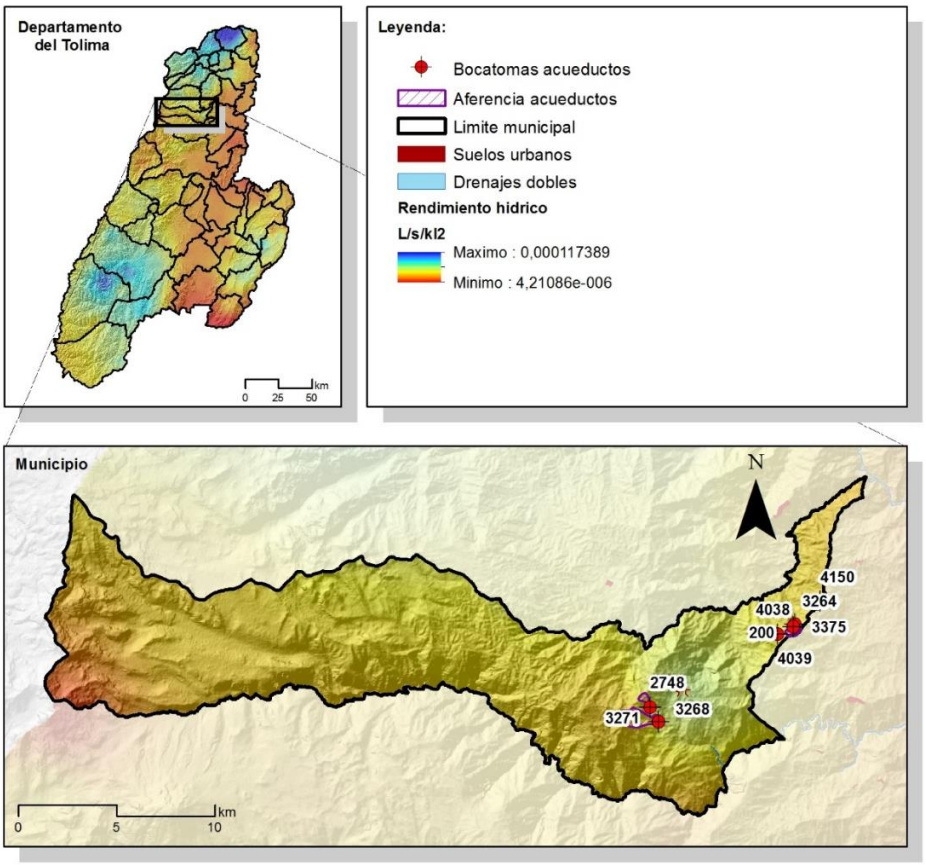
El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Santa Isabel

Llave	Área Aferencia (Km²)	Rendimiento Hídrico Área Aferente	Código Microcuenca	Nombre Microcuenca	Área Microcuenca (Km²)	Rendimiento Hídrico Microcuenca	% Rh Área Aferente Respecto Rh Micro	% Área De Aferencia Respecto Área Micro
2748	0,234	0,007777	2124.2.7	Quebrada La Rica	15,335	0,525871	1,479	1,529
3271	1,280	0,03944					7,500	8,344
3268								
4038	0,053	0,001657	2125-01.1.13	Rio La Yuca	63,471	2,005629	0,083	0,083
4039								
3375	0,143	0,004403					0,220	0,226
200								
3264	0,296	0,004729					0,236	0,467
4150	0,034	0,001026					0,051	0,054
TOTAL	2,041	**0,059032**			78,806	2,532		

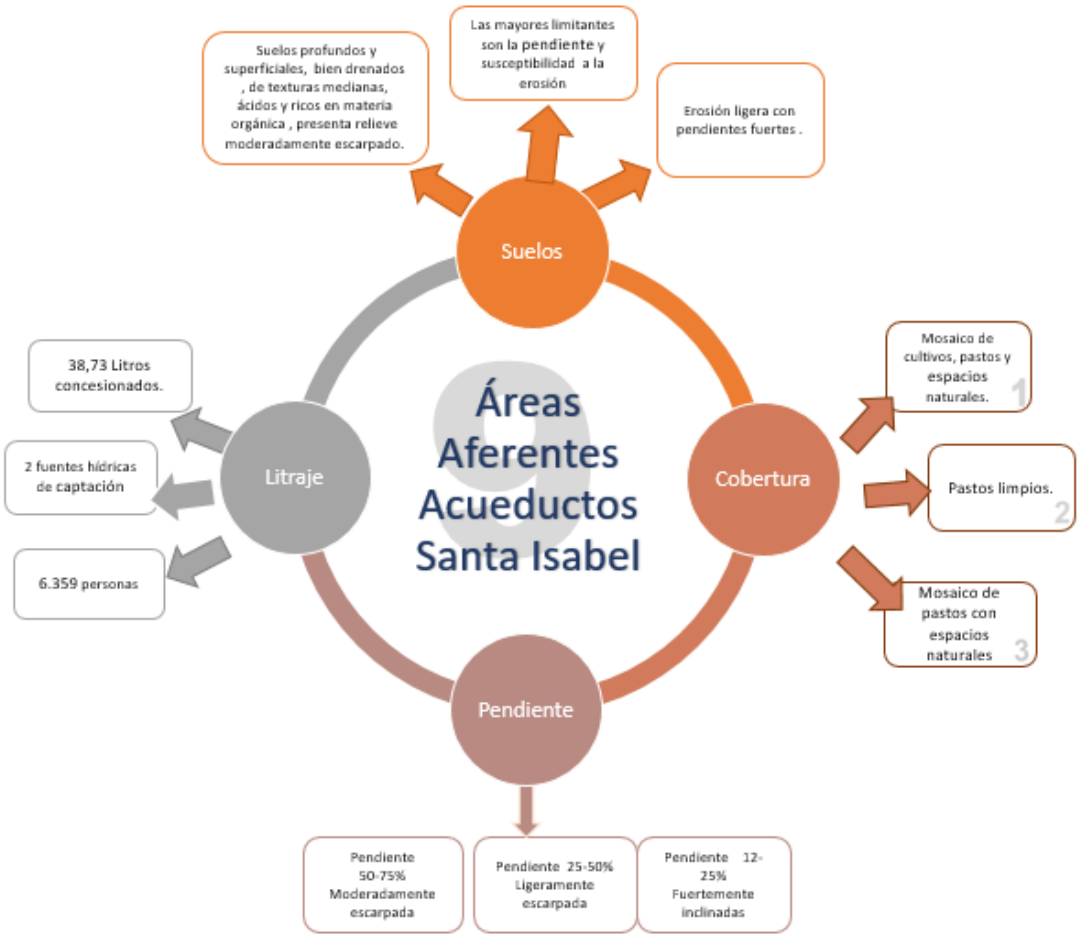
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Santa Isabel y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 9 acueductos del municipio de Santa Isabel, presentan un rendimiento hídrico de 0,05 l/s/Km^2 que corresponden al 0,62% del rendimiento hídrico total del municipio de Santa Isabel. El área aferente de los acueductos de la Asociación del Acueducto Regional San Isidro, J.A.C Vereda Santa Bárbara, J.A.C San Rafael, la Asociación de Usuarios Acueducto Rural Colectivo Cumbre Candelaria Venado, La Asociación de Usuarios Acueducto Rural San Rafael Pueblo Nuevo, presentan un rendimiento hídrico de 0,01 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,12% del rendimiento hídrico total del río la Yuca.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Santa Isabel



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C. Hato Viejo-Suarez, Tolima

ANEXO 42 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE SUAREZ

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE SUAREZ 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
4. **Hidrogeologia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. **Unidades de suelo** 10
6. **Capacidad de uso del suelo** 12
7. **Pendientes** 14
8. **Cobertura de la tierra** 15
9. **Rendimiento hídrico** 17

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Suarez **4**
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA **6**
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Suarez. **6**
Tabla 4 Tipo de obras de captación **7**
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación **7**
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios **8**
Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez **10**
Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez. 11
Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Suarez. 12
Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez. 15
Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez. 15
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Suarez 17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Suarez y sus áreas aferentes **4**
Figura 2. Estado de las obras de captación **7**
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes **9**
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes **10**
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes **12**
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Suarez y en sus áreas aferentes **14**
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes. 16
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Suarez y en las áreas aferentes de los acueductos. 18
Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez 19

MUNICIPIO DE SUAREZ

1. Localización

Situado al oriente del departamento a los 4 grados treinta y tres minutos (4º 33') de latitud norte, y a setenta y cuatro grados y cincuenta minutos (74º 50') de longitud, al oeste de Greenwich.

Carretera completamente pavimentada hasta el municipio del Espinal, desde donde se comunica con ciudades como Neiva, Ibagué y Bogotá D.C. Carretera destapada en buen estado que arranca desde la doble calzada Bogotá-Ibagué, al extremo norte del municipio, pasa por la cabecera municipal y llega hasta el municipio de Purificación al sur.

Al norte con el municipio de Ricaurte en el departamento de Cundinamarca; al oriente con los Municipios de El Carmen de Apicala y Cunday, al occidente con los Municipios de Flandes, El Espinal y Guamo, y al sur con el Municipio de Purificación.
Extensión total: 194 Km2. Extensión área urbana: 0.38 Km2.
Extensión área rural: 193.62 Km2.
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 290 m.
Temperatura media: 28 grados,
Distancia de referencia: 13 Km al Espinal.

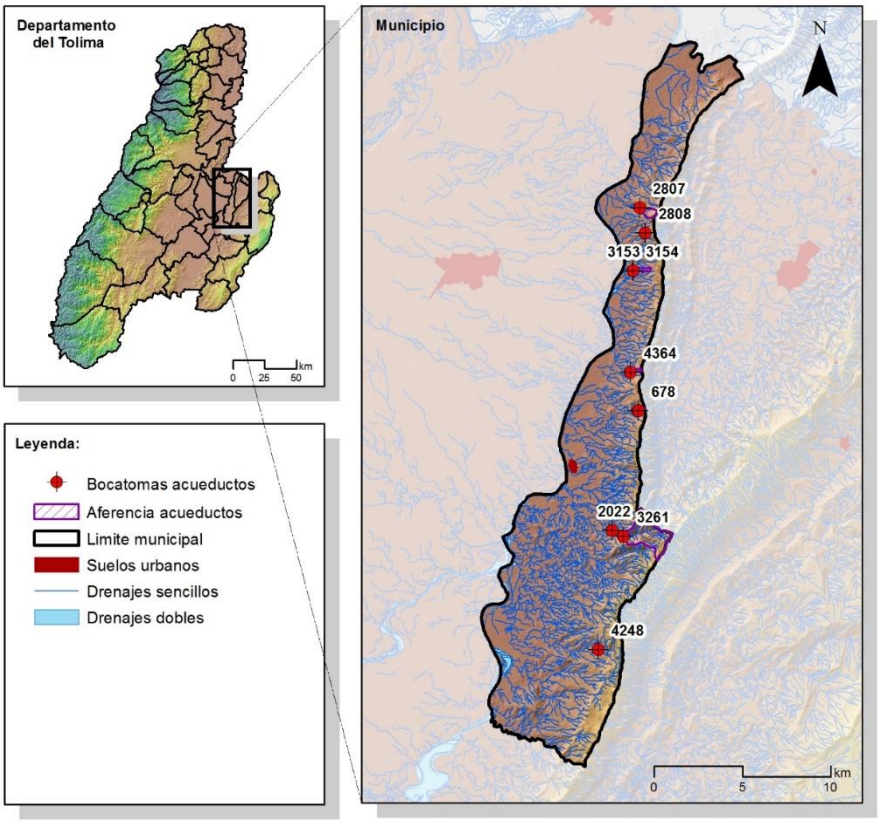
2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

La Quebrada Batatas, es la quebrada más importante de la región y se caracteriza por su cristalina corriente. El nombre Batatas proviene de la planta y el fruto de la batata que, antiguamente, constituía un alimento básico en la dieta de los indígenas habitantes de la región.

Anteriormente, Batatas servía como límite entre las provincias de Neiva y Bogotá además de las villas de Tocaima y Purificación; sin embargo, hoy se encuentra en límite con los municipios de Carmen de Apicalá y Cunday.

Batatas es base para el encuentro y dispersión tanto de los suarences como de los visitantes, puesto que es el lugar ideal para refrescarse teniendo en cuenta las altas temperaturas a las que llega la región; este balneario ofrece el espacio para nadar, compartir en familia y amigos y realizar el conocido paseo de olla colombiano.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Suarez y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Suarez

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO
				LONGITUD	LATITUD		
678	ASOC. DE USUAR AGUA POTABLE VDA LIMONAL GUADITA.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,7976350	4,076808	470	1
848	J.A.C. HATO VIEJO.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS				0,756
2022	MUNICIPIO DE SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8108960	4,015448	445	1,8

LLAVE	NOMBRE	TIPO DE USO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA	LITRAJE CONCESIONADO
				LONGITUD	LATITUD		
2807	ASOC. DE USUAR AGUA POTABLE VDA. ARRAYANES/SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,7968440	4,181008	447	0,48
2808	ASOC. DE USUAR AGUA POTABLE VDA. ARRAYANES/SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,7940010	4,168241	357	0,24
3153	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. LA SALADA/SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8003380	4,148723	315	0,14
3154	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. LA SALADA/SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8003380	4,148723	315	0,02
3261	MUNICIPIO DE SUAREZ.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8050800	4,012460	456	18
4248	ASOC. SUSCRIPTORES ACUED AGUA BLANCA/LA HONDA.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8179360	3,954364	563	3,056
4364	ASOC COMUN USUAR ACUED VDA. AGUAS CLARAS.	ACUEDUCTOS	ACTIVOS	-74,8016000	4,096632	391	1,4

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

ESTADO ACUEDUCTOS VEREDALES MUNICIPIO DE SUAREZ

El municipio de Suarez cuenta con 10 concesiones de agua, de las cuales 9 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 26,14 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	19,80
VEREDAL	7	6,34
TOTAL	**9**	**26,14**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 10 concesiones mencionadas inicialmente, solo 9 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada "Archivada" bajo resolución 0290 de 19/05/2019, identificados con llave 848 del usuario J.A.C. HATO VIEJO, con un caudal otorgado de 0,756 Lts.seg^{-1}.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 7 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada de Batatas cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 19,80 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Suarez.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada De Batatas	2115.28	2	19,80
Quebrada Agua Blanca	2115.27	1	3,06
Quebrada Aguas Claras	2115.35	1	1,40
Quebrada Limonal	2115.32	1	1,00
Quebrada El Hato	2115.46	1	0,48
Quebrada La Ceiba	2115.45	1	0,24
Directos Magdalena	2115	2	0,16
TOTAL		**9**	**26,14**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Suarez:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	8
Toma de rejilla	1
TOTAL	**9**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

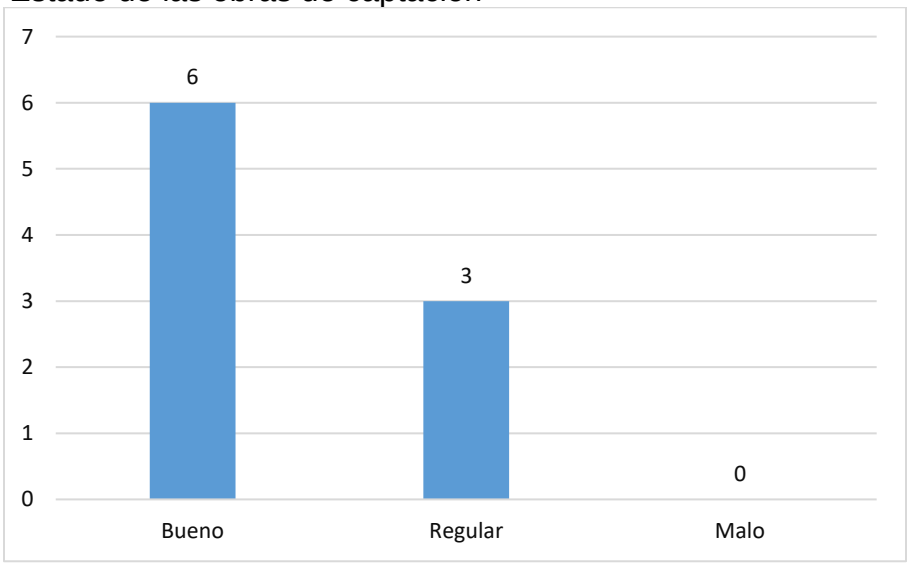
Las visitas realizadas permiten verificar que el 33,33% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	6	66,67
Regular	3	33,33
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Suarez, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	7.262
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Honda (NgH)

El Grupo Honda se extiende a lo largo del valle del río Magdalena, en una franja que cruza el Departamento del Tolima de sur a norte; la mayor extensión se encuentra a la altura de Coyaima y Castilla hasta Flandes; a partir de allí se estrecha, ampliándose de nuevo en los alrededores de Piedras hasta Honda. Afloramientos de la unidad se presentan en la carretera Castilla Coyaima-Chaparral, Rovira - San Antonio, Castilla, Natagaima-Aipe, pero debido a su escaso buzamiento, no presenta buenas exposiciones.

Las rocas del Grupo Honda que afloran en el Valle Superior del Magdalena corresponden a la llamada Formación Villavieja de Wellman (1970), que se subdivide en los Miembros Volcánico Baraya y Cerro Colorado; el primero consta de areniscas de grano fino a medio y arcillolitas de colores predominantemente grises, con abundante aporte volcánico, mientras que el segundo está constituido por capas rojas finogranulares.

El espesor total del Honda puede variar desde 1.200 m, en el sector de Natagaima y Saldaña, disminuyendo hasta 112 m en la región de Carmen de Apicalá. Guerrero (1993) reporta 1.150 m en la zona de Villavieja, un poco al sur del límite Huila - Tolima.

El contacto inferior, en la parte norte del Valle Superior, ha sido citado como discordante, reposando sobre diferentes unidades litológicas. El contacto superior es discordante con la Formación Mesa; algunos autores establecen que este límite es concordante. Terrazas y aluviones del río Magdalena cubren la unidad discordantemente.

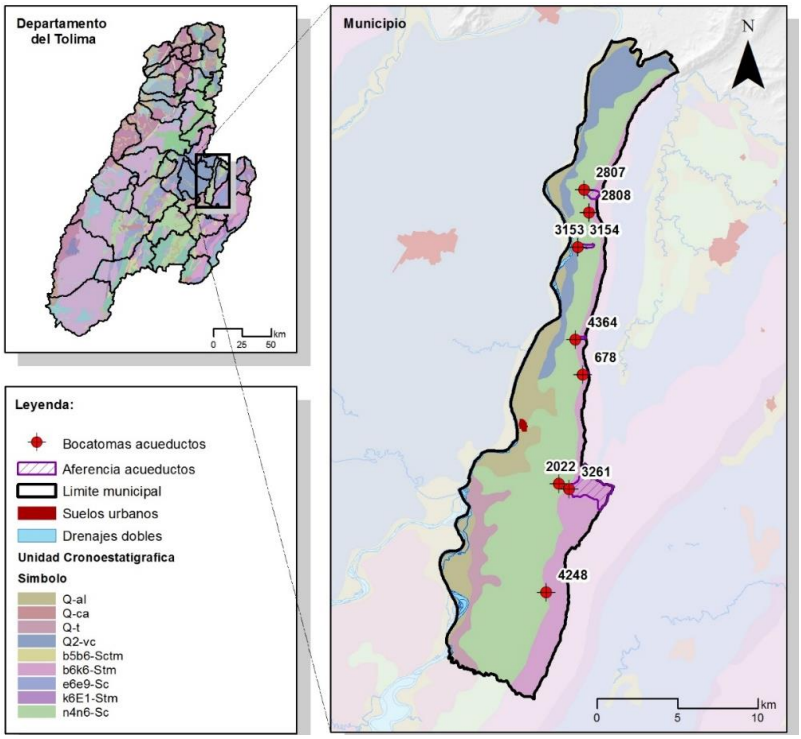
4. Hidrogeología

La hidrogeología de la zona se caracteriza por estar localizada en acuíferos de media productividad como el acuífero Honda, Gualanday y algunas unidades del cretácico superior, a continuación, se cita el acuífero Honda y sus características principales:

Sistemas de acuíferos de media productividad, con capacidad especifica entre 1.0 y 2.0 l/s/m. Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacifluvial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.

Acuífero Honda (Ngh): El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Este acuífero se depositó en un ambiente fluvial meandriforme a lacustre durante el Terciario Medio. (INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA - INGEOMINAS, Mayo, 2004).

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 7 Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez

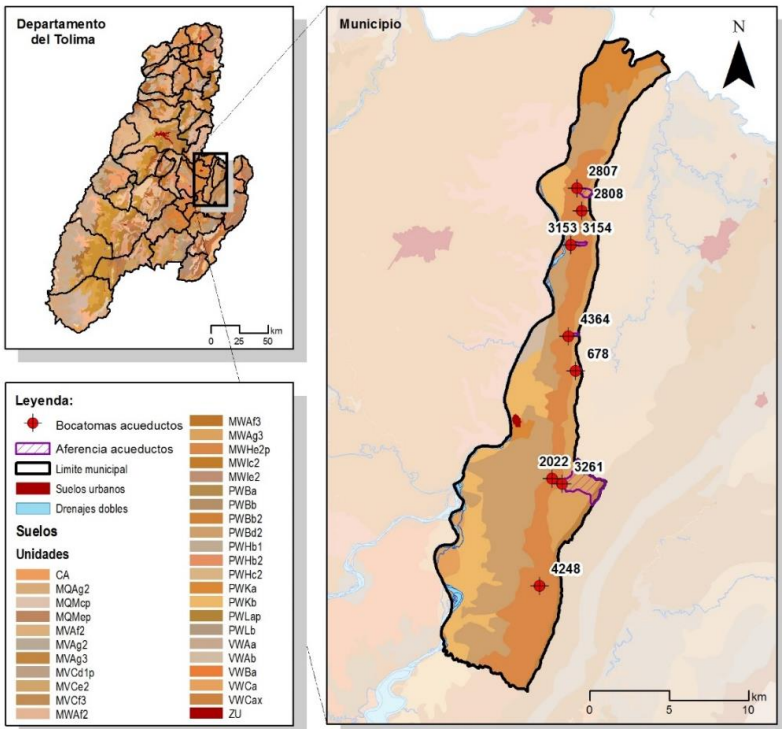
Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		357,567	88,66%
n4n6-Sc	Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados	Serravaliano-Mesiniano	Grupo Honda	45,694	11,33%
Q2-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica	Holoceno	Abanico de Espinal	0,021	0,01%

Fuente: CORTOLIMA – GIRG, 2019

5. Unidades de suelo

Los suelos presentes en el municipio de Suarez se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Las bocatomas y las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez se encuentran principalmente en suelos MWAg3, los cuales se encuentran en un 86,86% del total de las áreas, en suelos MWHe2p en el 13,12% y en suelos PWBd2 en un 0,006%; la unidad MWA es la unidad más extensa, son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas finas, medias y gruesas, ácidos, bajos en materia orgánica y de fertilidad baja; fase de pendiente mayores del 75%, erosión severa, relieve moderado a fuertemente escarpado.

Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez.

UCSuelo	CLIMA_1	PAISAJE	TIPO_RELIE	MATERIAL_P	TEXTURA	Orden	AREA_HA	%
MWAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	292,35	72,49
MVAg3	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	ENTISOLES	57,96	14,37
MWHe2p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas tobáceas)	Media	ENTISOLES	52,94	13,12
PWBd2	Cálido húmedo	Piedemonte	Colinas	Arenas y arcillas	Media	INCEPTISOLES	0,02	0,006
TOTAL							403,28	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Los suelos presentados en el municipio de Suarez, presentan las siguientes características: los suelos **MVAg3**, son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas finas, medias y gruesas, ácidos, bajos en materia orgánica y de fertilidad baja; fase de pendiente mayores del 75%, erosión severa, relieve moderado a fuertemente escarpado.

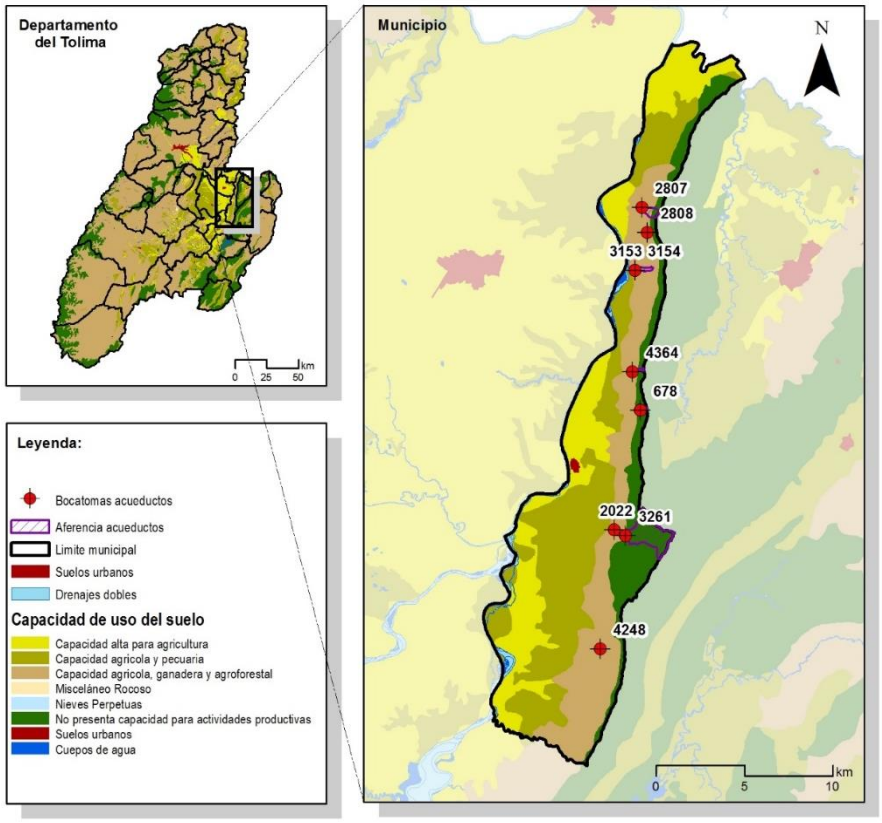
Finalmente los suelos **MWHe2p,** son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas medias y finas, bien drenados, ligeramente ácidos y de fertilidad baja; fase de pendiente del 25-50%, erosión moderada y pedregosa.

Finalmente los suelos **PWBd2,** son suelos profundos y muy superficiales, bien drenados, de reacción neutra, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada. Fase de pendiente del 12-25%, erosión moderada.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Suarez.

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	AREA	%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	5,294	36,737
4pes	Capacidad agrícola y pecuaria	2,4076	16,707

UC CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN	AREA	%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	3,2092	22,270
8	No presenta capacidad para actividades productivas	3,4999	24,287

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 36,73% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez se encuentran en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p), los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 16,70 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez se encuentra en la clase agroecológica 4, Las tierras de la clase 4 tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros. La agroforesteria es una buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas, áreas erodadas y susceptibles al deterioro.

El 22,27 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez se encuentra en la clase agroecológica 8, Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.
En la clase 8 se incluyen tierras misceláneas tales como: tierras malas (bad lands) o misceláneos erosionados, playas, dunas, glaciares, afloramientos rocosos, cárcavas, fosos de grava y de cantera, vaciaderos, cauces de ríos, tierras de ripio, minas de sal, tierras de escoria, calvas y tierras ubicadas a alturas superiores a los 3.600 m.s.n.m.

Los páramos, manglares, humedales y algunas áreas muy escarpadas, entre otras, son lugares muy atractivos para desarrollar programas de investigación científica, recreacionales y de turismo ecológico.

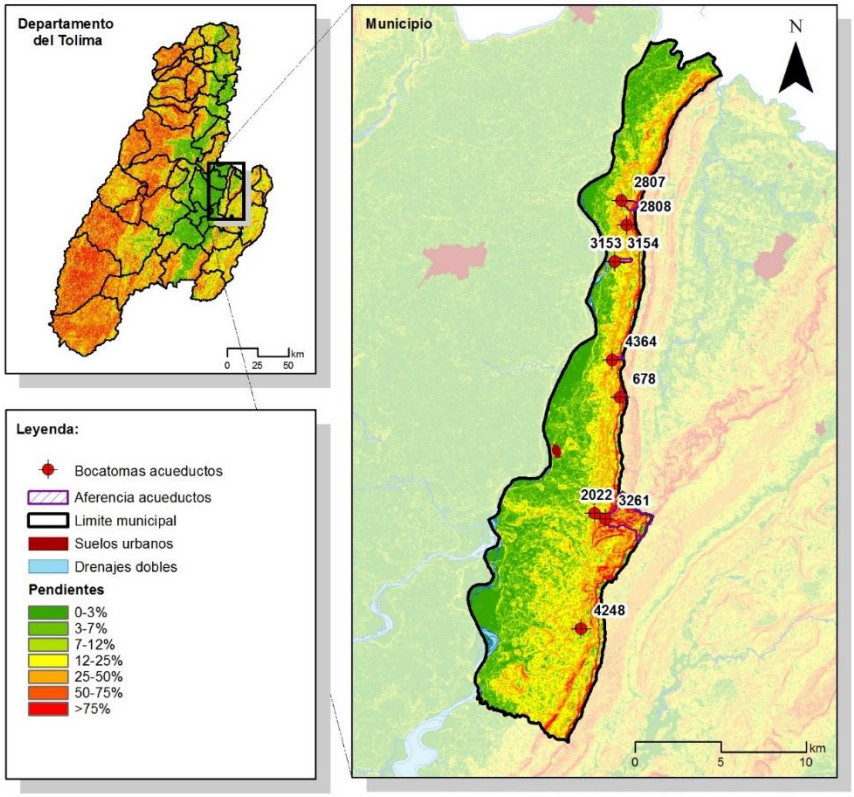
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) para el departamento del Tolima establecido por la CORTOLIMA en el cual se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 4.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Suarez y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Tabla 10 Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez.

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
25-50%	Ligeramente escarpado	142,61	35,45%
50-75%	Moderadamente escarpado	87,80	21,82%
12-25%	Fuertemente inclinado	59,73	14,85%
>75%	Fuertemente escarpado	79,86	19,85%
7-12%	Moderadamente inclinado	15,31	3,81%
3-7%	Ligeramente inclinado	11,81	2,94%
0-3%	Plano	5,20	1,29%
TOTAL	**0**	402,33	

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Suarez se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 35,45% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 10), seguido de zonas fuertemente inclinadas, abarcando un área de 21,82 % y 14,85 % respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

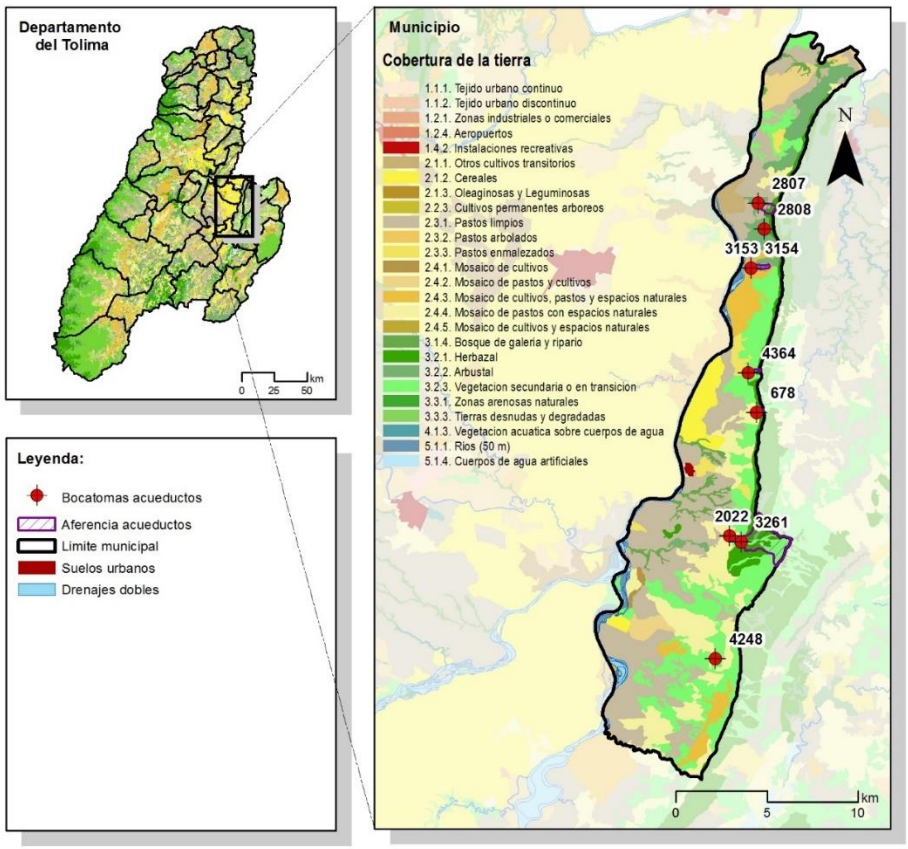
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Suarez se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez.

CÓDIGO	DESCRPCIÓN	AREA (ha)	% COBERTURA
3.2.1.1.1	3.2.1. Herbazal	180,919	39,806
3.2.3	3.2.3. Vegetacion secundaria o en transicion	151,804	33,400
2.3.1	2.3.1. Pastos limpios	7,862	1,730
2.4.3	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	8,244	1,814
2.4.4	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	7,206	1,585
3.2.2.1	3.2.2. Arbustal	47,246	10,395
3.2.2.1	3.2.2. Arbustal	51,221	11,270

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Suarez y sus áreas aferentes.



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 38,80% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez, Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999).

Para su diferenciación, los herbazales fueron clasificados de acuerdo con tres criterios: por la densidad de la cobertura herbácea, en densos y abiertos; de acuerdo con la condición de inundabilidad se clasifican en inundables y de tierra firme; y de acuerdo con la presencia de árboles y arbustos, en arbolados y no arbolados.

El 33,40% del área global presenta cobertura de pastos limpios, esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza,

encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región. Desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.

El 10,39% del área se encuentra con cobertura arbustal, Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001). De acuerdo con la información disponible y la escala de trabajo.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

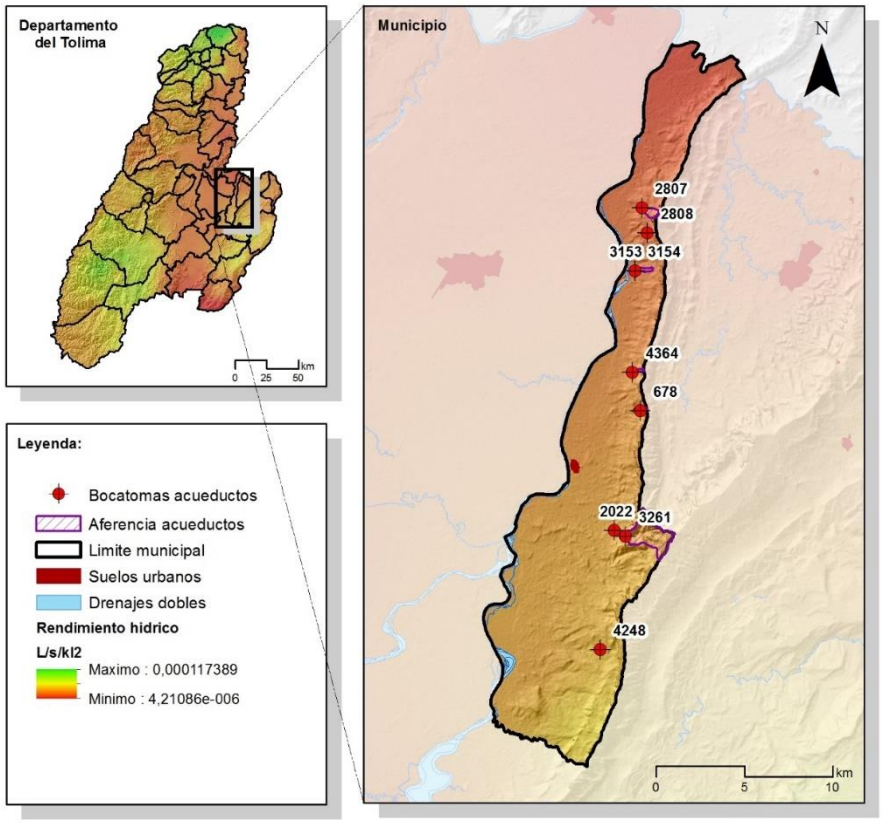
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Suarez

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	% RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA MICROCUENCA
3261	3,202605	0,097029	2115.28	Quebrada De Batatas	3,202605	0,208411	46,5566%
4248	0,03009	0,000985	2115.27	Quebrada Agua Blanca	0,03009	0,208411	0,4726%
2022	0,028349	0,000855	2115.28	Quebrada De Batatas	0,028349	6,719395	0,0127%
678	0,088571	0,002274	2115.32	Quebrada Limonal	0,088571	6,719395	0,0338%
4364	0,077499	0,001878	2115.35	Quebrada Aguas Claras	0,077499	0,0010968	0,0781%

LLAVE	AREA AFERENTE	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE (l/s)	CODIGO	MICROCUENCA	AREA MICROCUENCAS (Km2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA (l/s)	% RENDIMIENTO HÍDRICO RESPECTOA LA MICROCUENCA
3153	0,1645	0,003225	2115.35.1	Quebrada La Calical	1,375	6,719395	0,05%
2808	0,056413	0,001037	2115.41	Quebrada La Ceiba	1,1446	6,719395	0,02%
2807	0,384796	0,006631	2115.45	Quebrada El Hato	0,384796	6,719395	0,099%
3154	0,1645	0,003225	2115.35.1	Quebrada La Calical	1,375	6,719395	0,0480%
	0,994718	0,02011					

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Suarez y en las áreas aferentes de los acueductos.

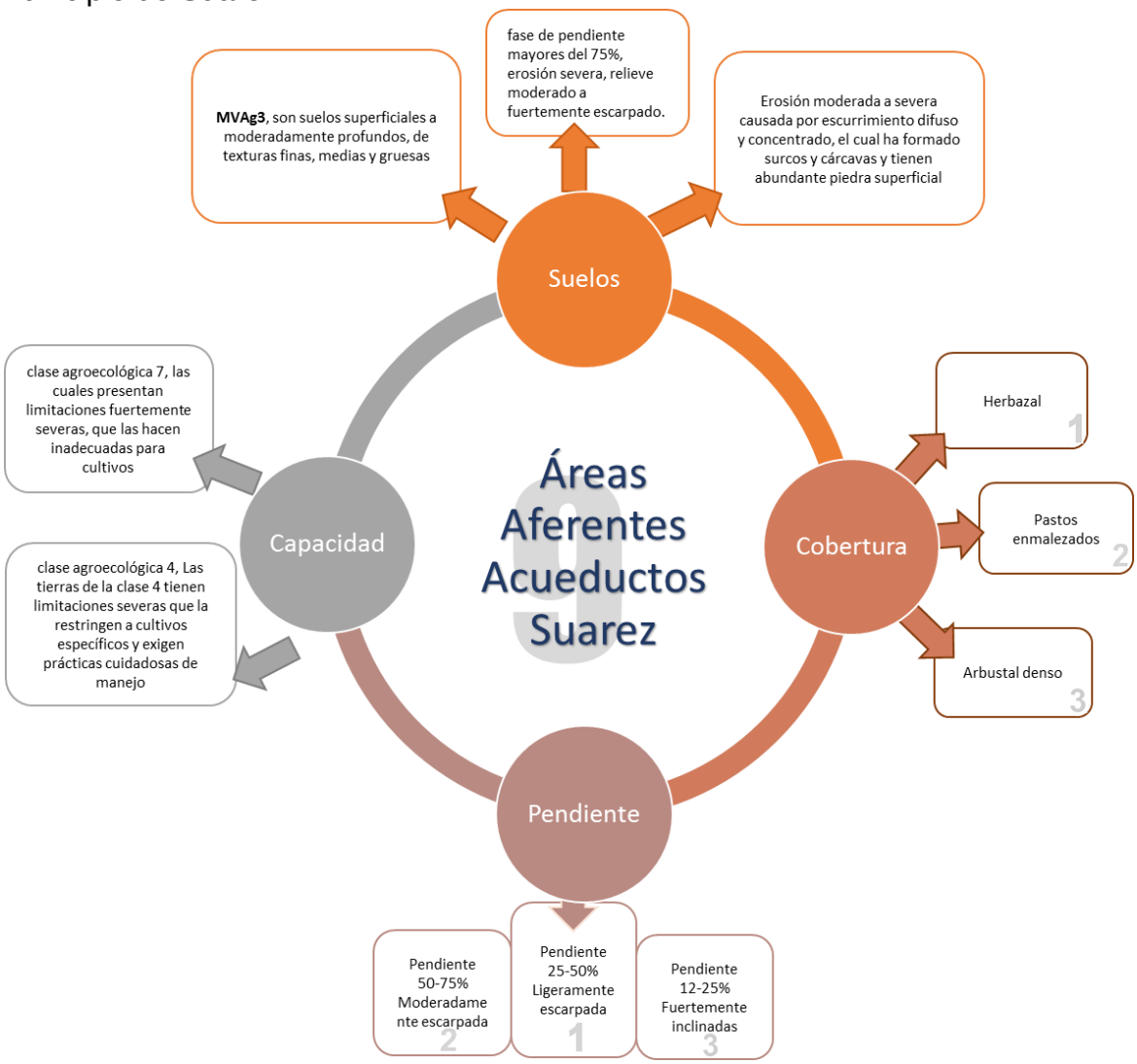


Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 9 acueductos del municipio de Suarez presentan un rendimiento hídrico de 0,020 l/s/Km^2 que corresponden al 0,40% del rendimiento hídrico total del municipio de Suarez. El área aferente del acueducto municipal de Suarez, presenta un rendimiento hídrico de 0,0978 l/s/Km^2 que corresponde al 46,56% del rendimiento hídrico total de la microcuenca Quebrada Batatas.

El área aferente del acueducto ASOC. DE USUAR ACUED VDA. LA SALADA/SUAREZ, presenta un rendimiento hídrico de 0,003 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,05% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Rio Suarez.

Figura 9. Características principales áreas aferentes de los acueductos del municipio de Suarez



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019



Qda. El Pajarito–Valle de San Juan, Tolima

ANEXO 43 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN

CORTOLIMA
Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquimica** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4. **Hidrogeologia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Valle de San Juan..... 3
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA..... 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Valle de San Juan. 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación..... 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 6
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan. 11
Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan. 13
Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Valle de San Juan..... 16
Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan 18
Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan 18
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Valle de San Juan..... 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes 4
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes. 12
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes 14
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes..... 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y en sus áreas aferentes..... 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes..... 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Valle de San Juan y en las áreas aferentes de los acueductos 20
Figura 9.. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan 21

MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN

1. Localización

El municipio de **Valle de San Juan** se encuentra sobre la vertiente oriental de la cordillera central, en la región Nor-occidental del departamento del Tolima en Colombia. Limita con los municipios de Rovira, San Luis y Ortega.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

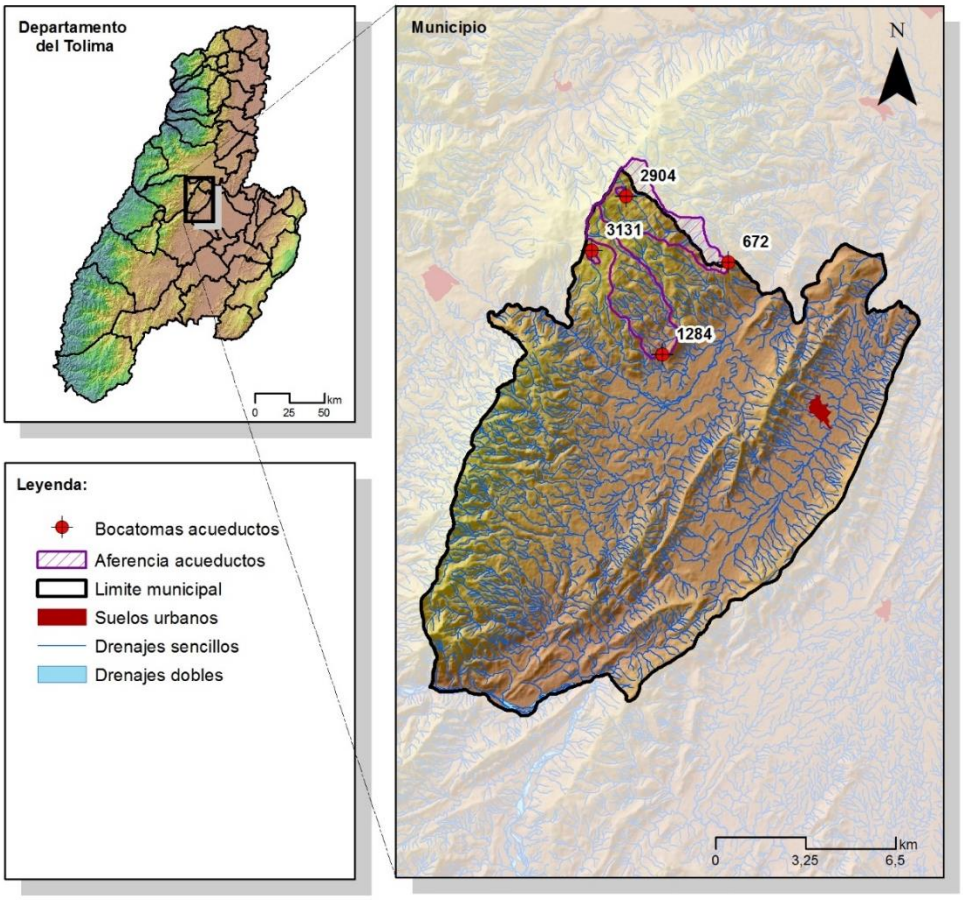
El marco geográfico del municipio comprende una serie de vertientes de montaña, que articulan pequeñas áreas planas (abanicos) formadas por arrastre de materiales en épocas de lluvias, los cuales se localizan en el pie de monte y cuentan con agua permanente de pequeñas quebradas las cuales discurren en sentido perpendicular a la dirección del valle geográfico. El Municipio de Valle de San Juan está integrado por un suelo fértil, en el cual se denotan valles y llanuras y en el que se pueden ver extensos cultivos de maíz; su principal producto agrícola. También se encuentran ríos y quebradas que acompasan el paisaje, con un bosque de mediana altura., debido a esto el municipio cuenta con 3 acueductos veredales y un acueducto municipal, los cuales abastecen las necesidades hídricas de la población, los acueductos del municipio de Valle de San Juan se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Valle de San Juan

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Latitud	Longitud			
3131	JAC. VDA. VALLECITO/VALLE DE SAN JUAN.	ACTIVO	4,25031	-75,19112	1530	0,4	19,328
2904	JAC. VDA. SAN JACINTO/VALLE DE SAN JUAN.	ACTIVO	4,26808	-75,18000	1522	0,98	10,502
1284	JAC. VDA. SANTA ROSA/VALLE SAN JUAN.	ACTIVO	4,21631	-75,16807	727	1	683,281
672	ADMINISTRACION PUBLICA COOPERATIVA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL VALLE E.S.P.	ACTIVO	4,24651	-75,1466	856	20,3	685,845

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Valle de San Juan cuenta con 5 concesiones de agua, de las cuales 4 se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 22,68 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
VEREDAL	3	2,38
MUNICIPAL	1	20,30
TOTAL	**4**	**22,68**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De 5 concesiones mencionadas inicialmente, solo 4 cuentan con continuidad del servicio ya que una (1) fue declarada “Archivada” bajo resolución 2539 de 06/05/2019, identificada con llave 2373 del usuario MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN con un caudal otorgado de 3,15 Lts.seg^{-1}, actualmente el municipio de Valle de San Juan cuenta con una nueva concesión bajo el usuario ADMINISTRACION

PUBLICA COOPERATIVA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL VALLE E.S.P.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 2 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada La Liga que cuenta con la mayor carga de concesiones, con un total de 2 concesiones que corresponden al 50% del total de concesiones para acueductos del municipio de Valle de San Juan, también cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 21,28 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Valle de San Juan.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada La Liga	2118.2.10	2	21,28
Rio Luisa	2118.2	2	1,40
TOTAL		**4**	**22,68**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Valle de San Juan:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Presa de derivación	3
Toma de rejilla	1
TOTAL	**4**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Las visitas realizadas permiten verificar que el 75,00% de las concesiones presentan estado regular en sus obras los que implica que no se garantice la

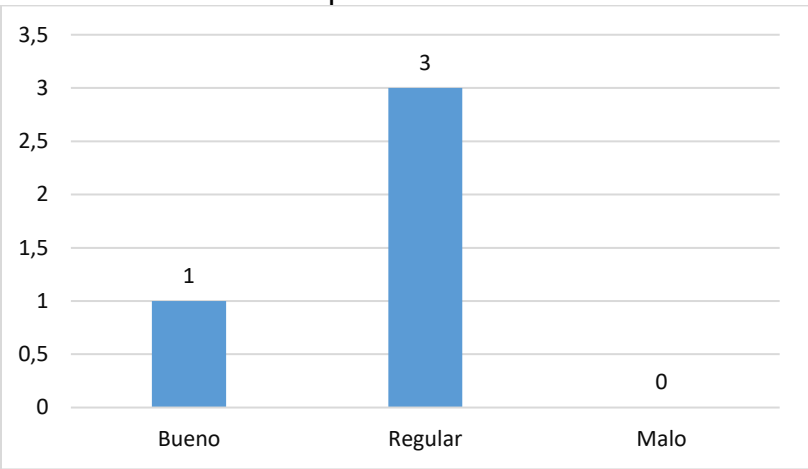
captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	1	25,00
Regular	3	75,00
Malo	0	0,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Valle de San Juan, no se reporta personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	393
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Formación Luisa (TRi)

Definida por Nelson (1959), como una serie de estratos compuestos por conglomerados, grawacas y shales ferruginosos, donde los componentes de mayor tamaño predominan hacia la base de la sucesión. Cediel y otros (1980), propusieron el nombre de Formación Luisa, a una sucesión litológica compuesta por capas rojas originadas en un ambiente continental que corresponde a llanuras aluviales bajas, sometidas a inundaciones y desecaciones periódicas.

Hacia niveles inferiores una secuencia de arcillolitas rojizas, predominando hacia el tope areniscas rojo-amarillentas de grano fino a medio, friables, notándose la presencia de microfallas. Es de resaltar la ausencia de los conglomerados y brechas que caracterizan la parte inferior de la formación, debido a la tectónica del área.

Al norte de Chaparral en el sector de la quebrada el Cajón y la Pintada, está constituida por conglomerados polimícticos, hacia la parte inferior, y limolitas de color rojo interestratificadas con areniscas del mismo color muy fracturadas, hacia el tope.

Formación Payandé (TRp)

Definida por Renz (en Trumpy, 1943), como un conjunto de sedimentos marinos encontrados al norte de Chaparral y en la región de Payandé, constituido por calizas grises, en partes arenosas y silíceas, con intercalaciones de chert. La caliza, localmente se encuentra metamorfizada a mármol, con wollastonita.

Barrero (1969) dividió la Formación Payandé en dos partes bien diferenciadas. La parte inferior consta de una arcosa basal, que puede alcanzar unos 10 m de espesor, seguidos por bancos potentes de calizas, con intercalaciones muy delgadas de chert negro, con espesor de 140 m. La parte superior es una alternancia de chert gris, con cuarcitas y en menor proporción, capas de caliza, con un espesor de 400m.

Cediel y otros (1980), consideran tres segmentos teniendo en cuenta la litología, el carácter de la estratificación y el contenido fosilífero. El segmento inferior, de más o menos 200m de espesor, constituido por calizas nodulosas de color grisáceo, cruzadas en diferentes direcciones por venas de calita que rellenan fracturas.

El segmento intermedio, de aproximadamente 300m constituido en su mayoría por calizas margosas y arenosas; hacia la parte central de este segmento se presentan brechas, con cantos de calizas y capas con nódulos de chert oscuro. El segmento superior de aproximadamente 100m, se constituye por calizas margosas.

Batolito de Ibagué (J-Pi)

La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

1. Facies cuarzodiorítica: Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

2. Facies granodiorítica: Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

3. Facies cuarzomonzonítica. Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

4. Facies diorítica: Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a

fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Formación Saldaña (JRs):

Conocida anteriormente como Formación Post-Payandé (en Trumpy, 1943), fue posteriormente redefinida por Cediel y otros (1980), con el nombre de Formación Saldaña; aflora a ambos lados del valle superior del Magdalena.

En general son rocas piroclásticas que varían entre tobas vítreas, líticas y de cristales, aglomerados, lavas de composición andesítica, dacítica, traquiandesítica, cuarzolatítica y riolítica, y cuerpos hipoabisales; mostrando diversidad de texturas porfirítica, traquítica, pilotaxítica, glomeroporfídica, felsítica microgranular, fluidal y perlítica.

Geoquímicamente las rocas que muestran mayor diferenciación entre los bloques occidental y oriental son las lavas, en la Serranía de Las Minas y Cordillera Central (lavas occidentales) varían entre 53,4% - 79,1% de SiO2, y 0,8% - 6,2% de K2O, mientras que las lavas orientales (Cordillera Occidental) varían entre 62,5% - 75,4% de SiO2 y se encuentran más enriquecidas en K2O (4% y 6,4%). Así mismo, las tobas muestran mayores valores en K2O en la parte oriental, mientras que los aglomerados no muestran diferenciación notable.

En el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), se diferencian ligeramente las lavas y tobas occidentales con mayor tendencia hacia la serie calcoalcalina alta en K, mientras que las rocas del bloque oriental tienden hacia la serie shoshonítica. Así mismo, en el diagrama de AFM se agrupan las lavas occidentales en series calcoalcalinas con menor diferenciación que las lavas orientales.

Los diagramas multielementos muestran para las lavas, pórfidos y tobas, un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), con anomalía positiva de Eu, valores mayores en K, Ba y Rb y empobrecimientos de Nb, Ti y P, indicando afinidad con márgenes.

Para el análisis litogeoquímico de la Formación Saldaña se tomaron 49 muestras de roca: 31 muestras son lavas, 4 son de cuerpos de pórfido y 14 son tobas. Los análisis químicos se hicieron en el laboratorio del Servicio Geológico Colombiano. Para la determinación de los óxidos mayores se utilizó el método de fluorescencia de rayos X incluyendo los elementos trazas V, Mo, Nb, Ta, W, Zr y Hf y para el resto de elementos traza y tierras raras se utilizó ICP-MS.

Al comparar los contenidos de óxidos mayores que conforman la Formación Saldaña, se encuentran algunas diferencias entre las lavas occidentales (Serranía de Las Minas y Cordillera Central) y las lavas orientales (Cordillera Oriental): los valores de SiO2 en las lavas occidentales varían entre 53,4% y 79,1% y en las orientales varían entre 62,5% y 75,4%; el contenido de K2O en las lavas occidentales varía entre 0.8% y 6,2% y en las lavas orientales entre 4% y 6,4% siendo más ricas en K2O estas últimas, el 45% de las lavas occidentales presentan valores de K2O<4%; los contenidos de Al2O3 para valores de SiO2 por encima de 62%, en las lavas occidentales son de 11% a 15% y en las orientales varían entre 14% y 18%: Los valores de Fe2O3, CaO, Na2O, MgO son similares para las lavas de ambos sectores para valores comparables de SiO2.

Los diagramas de elementos de las tierras raras (REE) normalizados al condrito según los valores de Nakamura (1974), muestran para las diferentes rocas (lavas, pórfidos y tobas), un enriquecimiento en tierras raras livianas (LREE) con un patrón homogéneo que se va empobreciendo progresivamente hacia las tierras raras pesadas (HREE), que son más planas. (SGC, Catálogo Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Febrero de 2016).

Formación Caballos (Kic)

Patarroyo (1991) y Vergara (1991a). La sección estratigráfica inicia con un paquete de lodolitas físiles, en capas gruesas a medias, con estratificación ondulosa paralela; luego arenitas de cuarzo, subangular y glauconita tamaño arena muy fina y media, en capas medias y delgadas, con estratificación ondulosa no paralela, encima capas gruesas de micrita fosilífera, con estratificación discontinua ondulosa, con presencia de Gasterópodos, Corales y Bivalvos.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente el Batolito de Ibagué es clasificado como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

La formación Payandé y la formación Caballos, son unidades rocosas con flujo esencialmente a través de sus fracturas; son clasificadas como acuíferos continuos de extensión regional de baja a mediana productividad, acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química, con una capacidad específica promedio de 0.05 hasta 2.0 litros por segundo.

En el caso de la formación Luisa, son rocas de muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, almacenan aguas de regular a mala calidad química, salada en las regiones costeras, con una capacidad específica promedio de 0.05 litros por segundo.

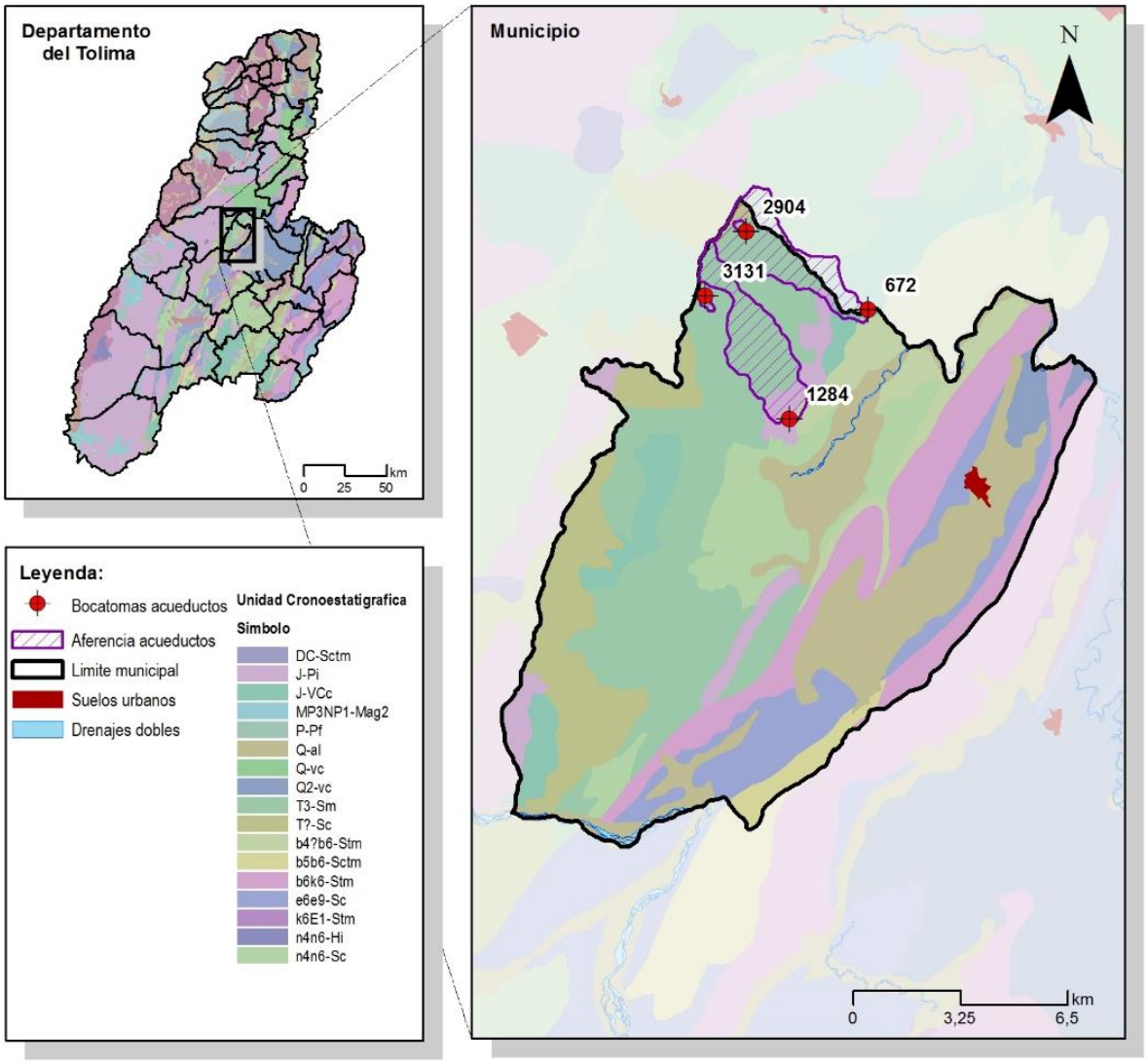
Tabla 7. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T3-Sm	Calizas interestratificadas con arcillolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas.	Triásico Superior	Formación Payandé	1082,657	77,976%
J-VCc	Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas.	Jurásico	Formación Saldaña	124,809	8,989%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	114,658	8,258%
T? -Sc	Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas.	Triásico?	Formación Luisa	56,342	4,058%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b4? b6-Stm	Cuarzoarenitas. Al tope, glauconíticas o ferruginosas y, en la parte media, con intercalaciones de calizas y shales.	Barremiano? - Albiano	Formación Caballos	9,991	0,720%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

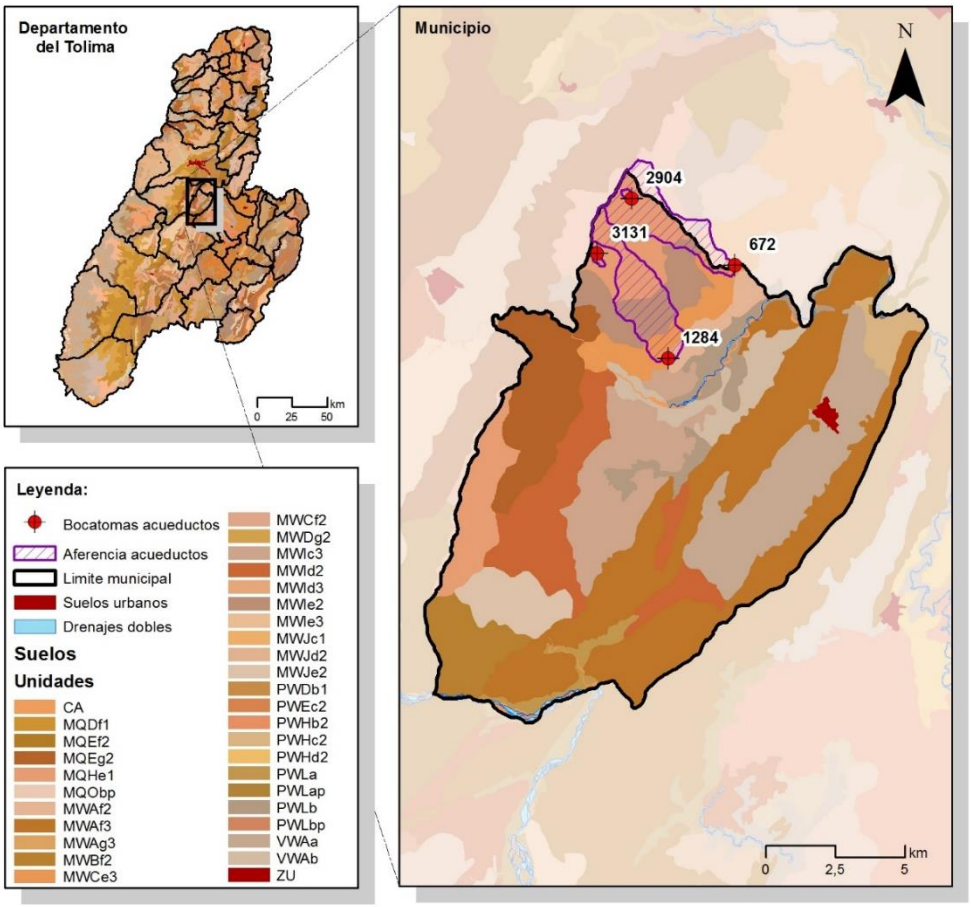
Los suelos presentes en el municipio de Valle de San Juan se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Tabla 8. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan.

UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (ha)	%
MQHe1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media y fina	Inceptisoles	842,68	60,69 %
MWIe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (arcillolitas, areniscas y calizas)	Media	Inceptisoles	304,48	21,93 %
MWCe3	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	219,90	15,84 %
MWAf2	Cálido seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	Molisoles	18,385	1,32%
MWCf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa	Inceptisoles	1,726	0,12%
MQEg2	Templado muy húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	Entisoles	1,271	0,09%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Valle de San Juan se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MQH con el 60,69% del área total, estos suelos son moderadamente profundos y superficiales, de texturas medias y finas, ácidos, de contenidos medios en materia orgánica y de fertilidad moderada. La unidad corresponde a la zona de vida del bosque húmedo premontano; la vegetación del bosque ha sido destruida en casi toda la unidad, quedan algunos vestigios de guamo, balso, cámbulo, Cucharo y punta de lanza. El uso actual comprende cultivos transitorios de subsistencia y está limitado por las fuertes pendientes y erosión. El 21,93% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MWI, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, de texturas medias y finas, bien drenados, ligeramente ácidos y de fertilidad baja; la vegetación natural ha sido destruida en un 90%, el uso de estas tierras es muy restringido por la susceptibilidad a la erosión y las fuertes pendientes. El 15,84% de los suelos pertenecen a la unidad MWC, estos son suelos superficiales, excesivamente drenados de texturas gruesas y medias, ácidos; pobres en materia orgánica y de fertilidad baja; presentan erosión moderada a

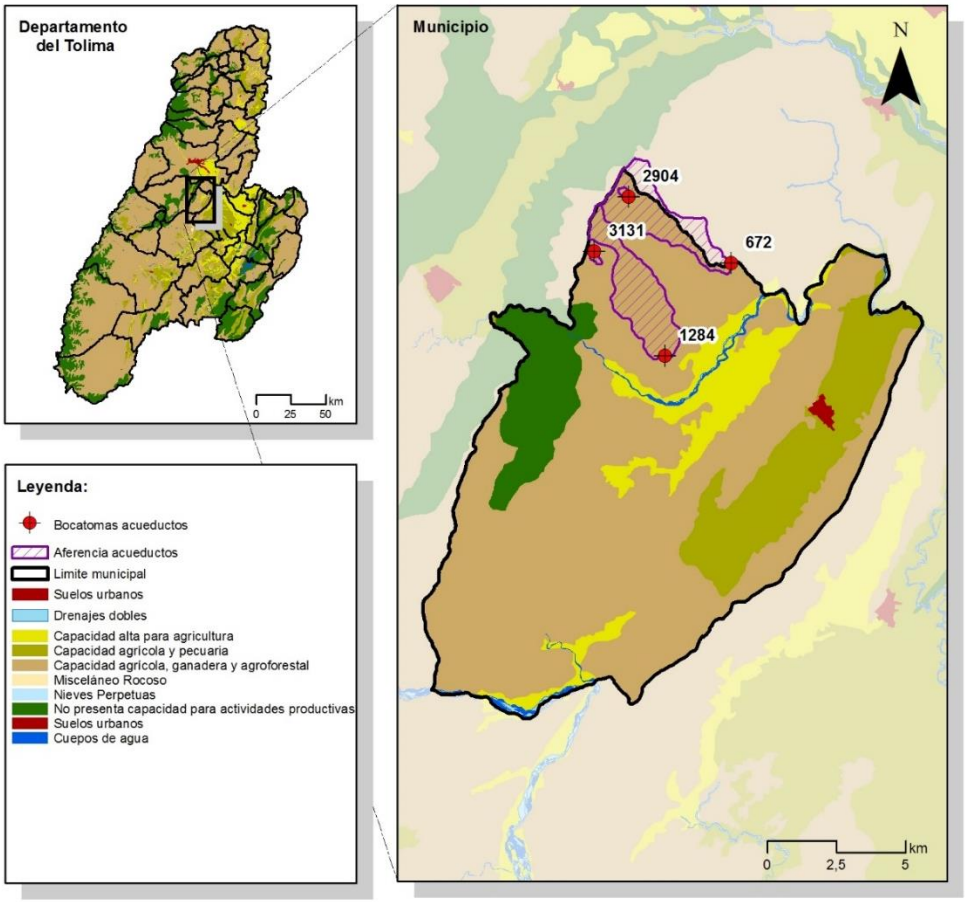
severa causada por escurrimiento difuso y concentrado, el cual ha formado surcos y cárcavas, presentan abundante piedra superficial.

Los suelos restantes pertenecen a las unidades MWA (1,2%), MWC (0,12%) y MQE (0,09%), cuya mayor limitante es la erosión ligera o moderada.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Valle de San Juan

UC Capacidad	Descripción	Área	% Cobertura
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	842,687	60,69%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	304,486	21,93%
7e	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	219,900	15,84%
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	18,385	1,32%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1,726	0,12%
8	No presenta capacidad para actividades productivas	1,271	0,09%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 60,69 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobrepastoreo y con buen manejo de los potreros. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistema de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío. Son suelos con limitación de pendiente (p) y suelos (s).

El 39,22% de los suelos de las áreas aferentes se encuentran e la clase agroecológica 7 las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. Los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e), los suelos presentes en la categoría 7e, son suelos con limitación de erosión (e) y en la categoría 7es, son suelos con limitación de erosión (e) y suelos (s).

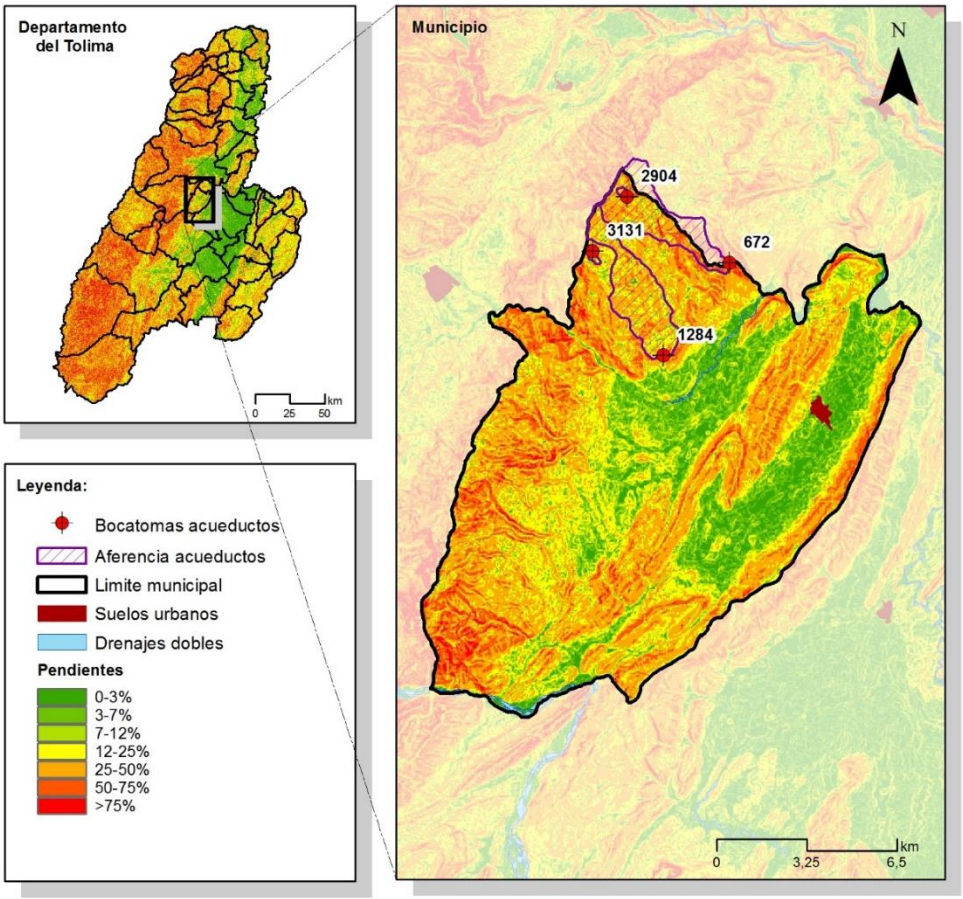
7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 10. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	10,112	0,73%
3-7%	Ligeramente inclinado	31,850	2,29%
7-12%	Moderadamente inclinado	70,598	5,08%
12-25%	Fuertemente inclinado	360,458	25,95%
25-50%	Ligeramente escarpado	753,806	54,27%
50-75%	Moderadamente escarpado	153,483	11,05%
>75%	Fuertemente escarpado	8,600	0,62%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Valle de San Juan se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 54,27% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpadas, abarcando un área de 25,95% y 11,05% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

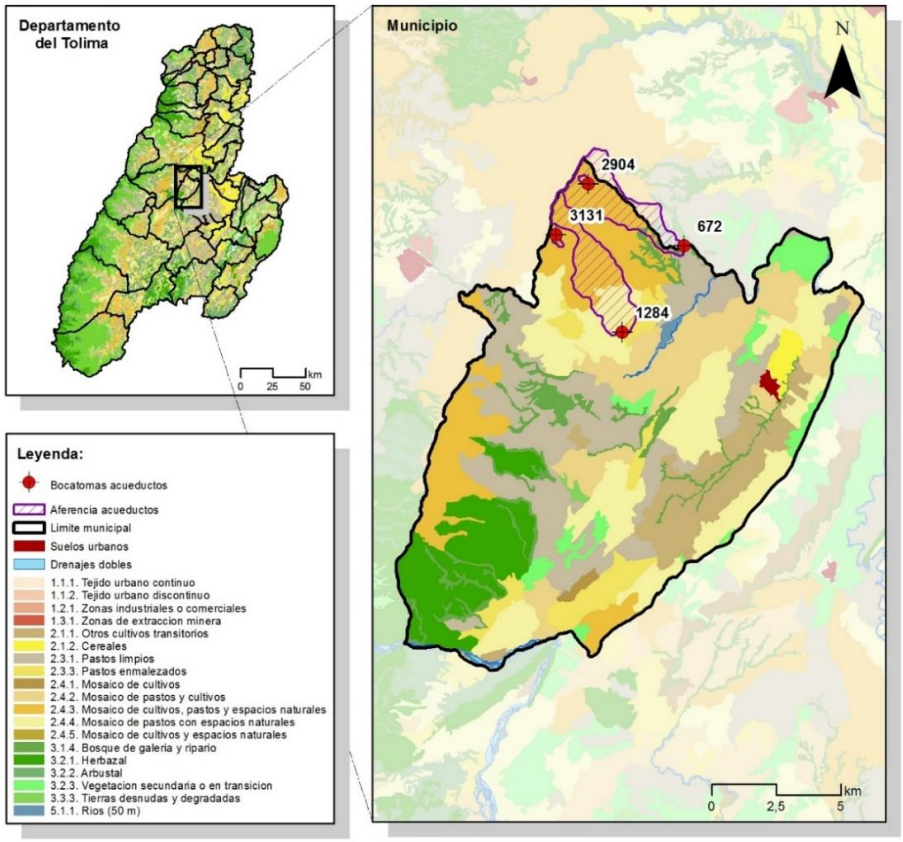
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Valle de San Juan se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Tabla 11. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan

Código	Descripción	Área (ha)	% Cubrimiento
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1047,96	75,48%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	217,19	15,64%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	55,97	4,03%
2.3.1	Pastos limpios	49,67	3,58%
2.3.3	Pastos enmalezados	17,11	1,23%
3.1.4	Bosque de galeria y ripario	0,54	0,04%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Valle de San Juan y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 75,48% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan presentan cobertura de Mosaico de cultivos y espacios naturales, Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

El 15,64% de la cobertura presenta Mosaico de pastos con espacios naturales, Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas.

Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales.

Las áreas restantes las conforman los Bosques de galería y ripario, Patos limpios, y solamente el 1,23% del área en patos enmalezados.

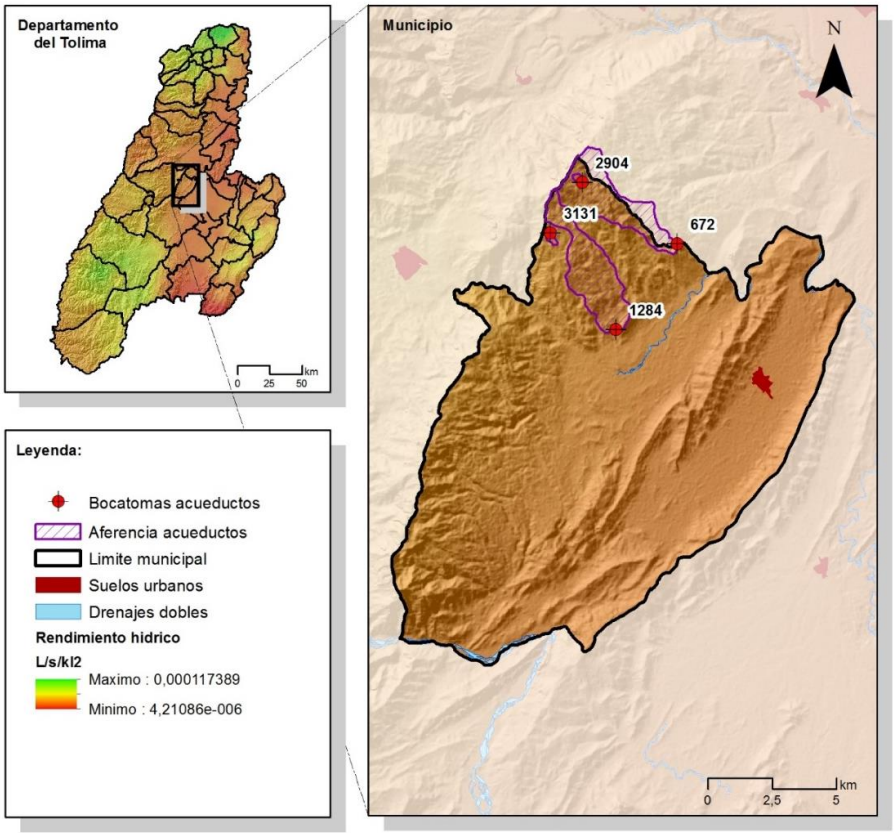
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Valle de San Juan y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

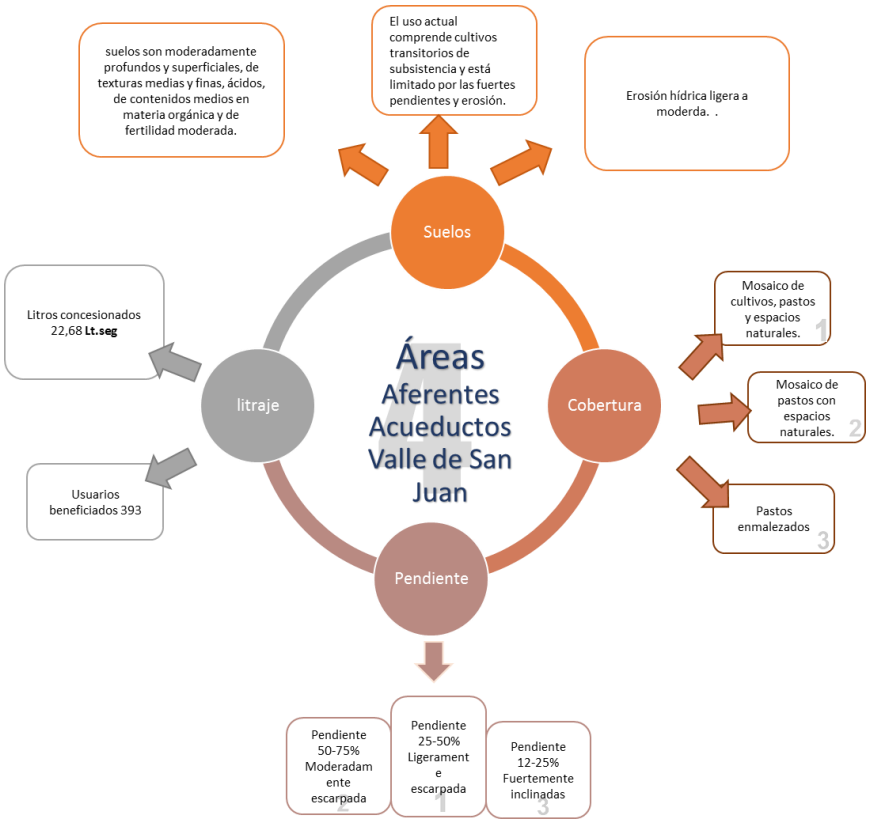
Tabla 12. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Valle de San Juan

LLAVE	Área aferencia (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
672	6,858	0,190	2118.2.10	Quebrada La Liga	9,785	0,271736	70,26	70,08
2904	0,105	0,002					1,06	1,07
1284	6,832	0,184	2118.2	Rio Luisa	227,129	5,772598	3,19	3,00
3131	0,193	0,005					0,09	0,08
TOTAL	13,884	0,380		TOTAL	236,914	6,044	74,61	74,25

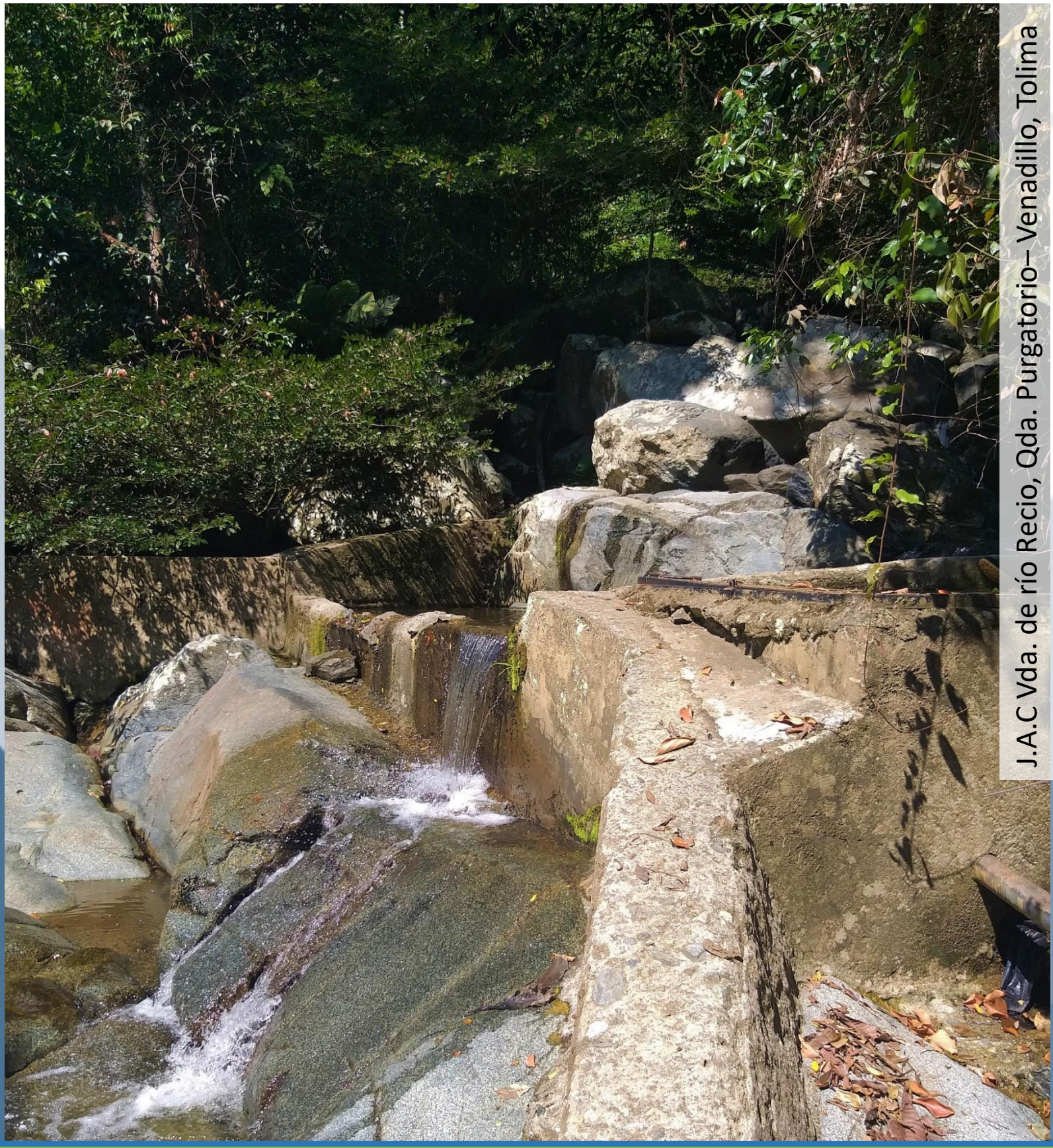
Las áreas aferentes de los 4 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,38 l/s/Km^2 que corresponden al 83,10% del rendimiento hídrico total del municipio de Valle de San Juan y el 16,90% del rendimiento hídrico total del municipio de San Luis.

El área aferente del acueducto municipal de Valle de San Juan, presenta un rendimiento hídrico de 0,271 l/s/Km^2 que corresponde al 70,08% del rendimiento hídrico total de la Quebrada la Liga. El área aferente del acueducto de la J.A.C Vereda santa Rosa y vallecito, presenta un rendimiento hídrico de 5,77 l/s/km^2 y corresponde solamente al 3,09% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Rio Luisa.

Figura 9.. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Valle de San Juan



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



J.A.C Vda. de río Recio, Qda. Purgatorio– Venadillo, Tolima

ANEXO 44 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE VENADILLO

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE VENADILLO 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 7
4. **Hidrogeología** 11
5. **Unidades de suelo** 12
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 16
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Venadillo 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Venadillo 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios 6
Tabla 7. Usuarios en la informalidad 6
Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Venadillo 10
Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo 11
Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo 14
Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Venadillo 15
Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo 18
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo 18
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Venadillo 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Venadillo y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes 11
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes 13
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Venadillo y en sus áreas aferentes 17
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes 19
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Venadillo y en las áreas aferentes de los acueductos 21

MUNICIPIO DE VENADILLO

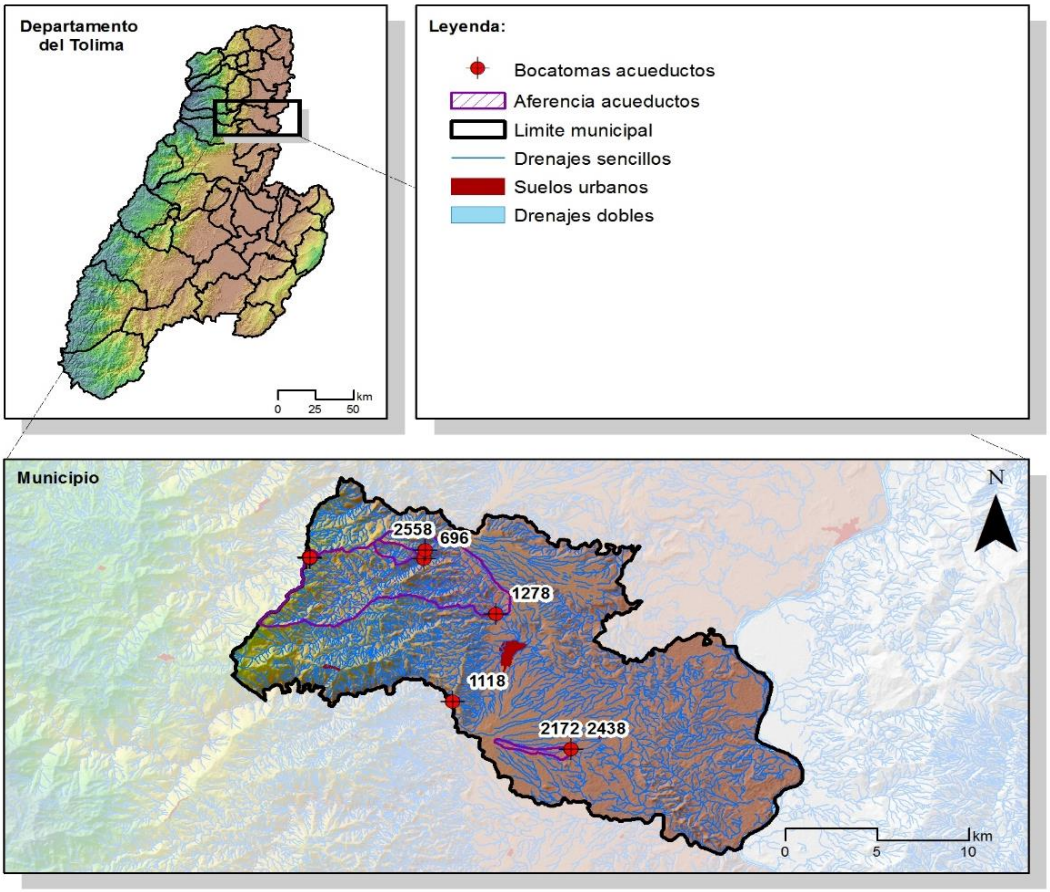
1. Localización

El Municipio de Venadillo se encuentra ubicado en la llanura, en el pie de la cordillera central, sobre la margen derecha del río que lleva su nombre, y sobre la margen izquierda del río magdalena, en la zona centro del norte del departamento del Tolima, se sitúa en los 4º43' de latitud norte y 74º56' de longitud oeste, con una altitud promedio de 348 m.s.n.m. Limita al norte con los Municipios de Lérida y Ambalema, al sur con los Municipios de Alvarado y Piedras, al oriente con el Departamento de Cundinamarca y al occidente con el municipio de Santa Isabel.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio de Venadillo cuenta con 6 acueductos entre veredales y municipal. Los cuales presentan un área aferente de 4.954,83 ha que corresponden al 14,7% del área total del municipio. En la tabla 1 se presentan los 6 acueductos del municipio de Venadillo, las coordenadas del punto de la bocatoma y el área aferente de cada uno de ellos.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Venadillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Venadillo

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			X	Y			
2558	J.A.C Vereda La Sierrita	Regular	4,77249	-74,9711	851	2,93	3,79
2438	J.A.C Vereda Los Limones	Regular	4,6649	-74,89926	359	4,73	150,45
2172	J.A.C Vereda La Palmarrosa Chicora	Regular	4,66494	-74,8992	359	1,1	150,44
1278	Municipio Venadillo	Malo	4,7380	-74,93645	338	10	4449,80
1118	Municipio Venadillo	Regular	4,69074	-74,95761	534	40,44	4,31
696	J.A.C Vereda de río Recio	Regular	4,76800	-75,97730	713	0,8	196,04

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Venadillo cuenta con 6 concesiones de agua que corresponden a 60,00 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos veredales, corregimientos y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	50,44
VEREDAL	4	9,56
TOTAL	**6**	**60,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 5 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Palmarosa con la mayor carga de concesiones, con un total de 2 concesiones que corresponden al 33,33% del total de concesiones para acueductos del municipio de Venadillo, adicional el río Totare cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 40,44 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos.

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Venadillo

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Quebrada Palmarrosa	2125-01.2.14	2	5,83
Rio Totare	2124.2	1	40,44
Rio Palmar	2125-01.2.2	1	10,00
Quebrada Jagual	2125-01.2.2.2	1	2,93
Quebrada Purgatorio	2125-01.2.2.3	1	0,80
TOTAL		**6**	**60,00**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Venadillo:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	6
TOTAL	6

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

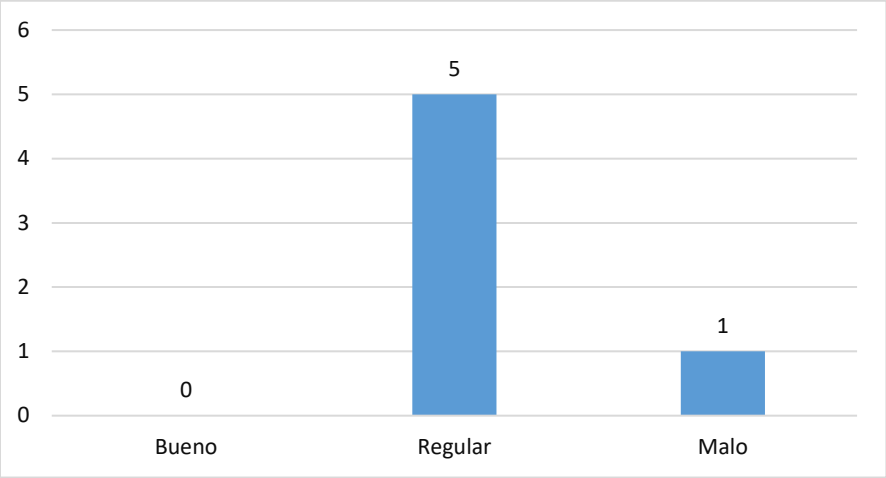
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	5	83,33
Malo	1	16,67

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Venadillo, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	12.681
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

identificaron cuatro (4) usuarios que se encuentran en la informalidad, los cuales fueron referenciados con el fin de posteriormente adjuntar la documentación correspondiente para la formalización de dichas concesiones ante CORTOLIMA.

Tabla 7. Usuarios en la informalidad

USUARIO	COORDENADAS		ALTURA (msnm)
CORREGIMIENTO DE JUNIN (NO CONCESIONADO)	4,76802014	-75,02755302	1521
CORREGIMIENTO DE JUNIN (NO CONCESIONADO)	4,76806004	-75,02753832	1524
CORREGIMIENTO DE JUNIN (NO CONCESIONADO)	4,76864184	-75,02792924	1556
CORREGIMIENTO DE JUNIN (NO CONCESIONADO)	4,76853771	-75,02763304	1547

3. Litogeoquímica

Batolito de Ibagué (J-Pi) La composición predominante del Batolito de Ibagué es cuarzodiorítica, con tamaño de grano medio a grueso; el color es generalmente gris con diversos tonos, dependiendo del contenido de minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita).

EI promedio composicional modal, obtenido de conteos realizados por C. J. Vesga y A. Nuñez, sobre secciones delgadas standard, para todo el cuerpo es: 59% plagioclasa, 25% cuarzo, 4% feldespato potásico, 6 % homblenda, 4 %biotita, más 2% de minerales accesorios como opacos, apatito, zircón, esfena.

Composicionalmente el batolito presenta cuatro facies, dentro de estas cuatro facies generales, ya sea por modificaciones texturales y/o mineralógicas, se encuentran tres subfacies, si podemos denominarlas.

- **Facies cuarzodiorítica:** Es la composición predominante del plutón. Los minerales máficos comunes son hornblenda y biotita, con zonas irregulares en donde predomina un mineral sobre el otro.

- **Facies granodiorítica:** Esta facies se produce por aumento local en el contenido de feldespato potásico. EI contacto entre esta facies y la anterior es difuso, motivo por el cual es difícil hacer una cartografía en detalle.

- **Facies cuarzomonzonítica.** Es la facies más acida del batolito. Se localiza en las cercanías del municipio de Roncesvalles (Tolima) y es desplazada en el norte por la Falla del Cucuana.

- **Facies diorítica:** Facies diorítica a microdiorítica se produce por asimilación de rocas metamórficas preexistentes (NUNEZ, et al., 1978; en preparación), Dentro de la facies cuarzodiorítica, se puede hacer una diferenciación entre una zona rica en hornblenda (12 a 18%) como es el borde oriental, al sur de la Falla de Cucuana y otra zona en donde biotita y hornblenda se mezclan con predominio leve de alguna de ellas.

PETROGRAFIA Microscópicamente las cuatro facies composicionales del Batolito de Ibagué muestran en conjunto las siguientes características:

Cuarzo: Anhedral, inequigranular, entre mediana y altamente fracturado, extinción ondulatoria débil a fuertemente marcada en zonas de intenso cizallamiento. Los caminos de polvo, producidos por diferentes tipos de inclusiones fluidas, le dan un aspecto sucio, el cual varía de un sitio a otro. Dado su carácter intersticial y anhedral, es posible considerarlo como uno de los últimos minerales en cristalizar. Debido a

fluidos hidrotermales se presenta introducción de sílice y se encuentra en forma de cuarzo.

Plagioclasa: Varía entre euhedral y anhedral, siendo predominante la formación subhedrica; el maclado corresponde a Albita, Albita-Carslbad y Polisintético; la zonación es frecuente, dando cristales con bordes más sódicos que el núcleo. Su composición varía entre oligoclasa y andesina (An25 - An4S) y el producto de alteración hidrotermal más común es sericita y con alguna frecuencia zoicita y carbonatos, dando el aspecto de una incipiente sausuritización (?). Inclusiones de hornblenda, biotita, apatito y zircón son frecuentes.

Feldespato potásico: A excepción de las zonas granodioríticas y cuarzomonzoníticas, es escaso y muchas veces nulo. Siempre se encuentra anhedral e intersticial y ligeramente caolinítico; parece ser ortoclasa, aunque algunas veces se reconoció microclina; desarrollos pertíticos y micropertíticos, así como estructuras mirmequíticas son a menudo identificables.

Minerales Máficos: los esenciales de la roca son hornblenda y biotita; los cristales de hornblenda son euhedrales a subhedrales, frecuentemente esqueléticos y con inclusiones de cuarzo, apatito, zircón, plagioclasa, produciendo una típica textura en cedazo. Con colores que varían de amarillo verdoso claro, verde oliva intenso, amarillo crema, verde oliva intensa. La clorita es el principal producto de alteración de la hornblenda, mientras que biotita y epidota se presentan más subordinados.

Los minerales accesorios comunes son zircón, apatito, pirita, magnetita, esfena. Los opacos, especialmente magnetita y la esfena se asocian preferencialmente a zonas en donde los máficos se encuentran más intensamente cloritizados.

Estas características mineralógicas y petrográficas son comunes a las cuatro facies del intrusivo; únicamente varía en el contenido de minerales y algunas veces la textura.

Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PEnat) Con base en el análisis histórico realizado y las similitudes litológicas, petrográficas, de edad, grado y facies metamórfica existentes entre los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las anfibolitas y neises de los ríos Mendarco y Ambeima de Muñoz & Vargas (1981), los Neises Biotíticos del Davis y el Complejo Icarcó de Esquivel et al. (1987) se propone abandonar esta nomenclatura y emplear únicamente el nombre de NEISES Y ANFIBOLITAS DE TIERRADENTRO, para todas estas unidades con características comunes.

La unidad denominada Neises y anfibolitas de Tierradentro está constituida por diversos tipos de rocas, producto de metamorfismo regional de medio a alto grado

que corresponden a anfibolitas, neises anfibólicos, neises biotíticos, neises cuarzofeldespáticos, neises sillimaníticos, cuarcitas, granulitas y lentes de mármol.

Anfibolitas

Se han reportado en la Plancha 244 Ibagué, al suroccidente del casco urbano de la ciudad de Ibagué, en la quebrada La Negra y por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande. En el norte del Tolima, en los ríos Recio, Totare, Venadillo, Pompona y Sabandija y en las quebradas El Ecuador, Lagunal, Calayá y Santa Bárbara, y a lo largo de los carreteables Tierradentro - La Elvira, región de Convenio - Padilla y región de Convenio - Río Nuevo.

La composición mineralógica de estas rocas es muy homogénea, y sus minerales esenciales son, en orden de importancia, hornblenda, hornblenda - actinolita, andesina, diópsido, cuarzo y biotita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, magnetita y circón. Los minerales de alteración son principalmente clorita, epidota, calcita, sericita y saussurita. La biotita se presenta como mineral secundario e indica metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facies granulita.

Neises Cuarzofeldespáticos

Normalmente se encuentran intercalados con neises biotíticos; se han reportado en los ríos La China, Recio, Venadillo y Bledo, y en las quebradas Encenillo, El Mirador, El Valle, Él Ame, Calayá, Mateo, Anunday y El Ecuador, así como en los carreteables Convenio - Río Nuevo y El Edén - Alto del Bledo, en el norte del Tolima. También afloran en la quebrada Chorros Blancos afluente del río Cocora, al suroeste de Ibagué.

Normalmente, la textura es granoblástica, con buen bandeamiento; son de grano grueso a medio de color gris claro a oscuro. Algunas veces se observan estructuras migmatíticas tipo estromática, augen, plegada nebulítica, agmática, flebítica, surreítica y ptigmática.

Mineralógicamente constan de cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, biotita, microclina, hornblenda, tremolita - actinolita y diópsido como minerales esenciales. Como accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita, allanita y titanita

Neises Biotíticos

En la carretera Venadillo - Santa Isabel se identifican algunos afloramientos de neises biotíticos; afloran, también, al suroccidente de Ibagué por el carreteable que conduce a la hacienda Palogrande, al suroeste de la hacienda Planadas, en la quebrada Chorros Blancos cerca de su desembocadura en el río Cocora.

Tienen textura granoblástica a lepidoblástica y augen; son de grano fino a medio, de color gris rojizo y algunas estructuras migmatíticas como estromática, surreítica y plegada.

La composición mineralógica es muy similar a la de los neises de cuarzofeldespato; los minerales esenciales son biotita, cuarzo, albita - andesina - oligoclasa, hornblenda, ortoclasa y sillimanita. Como minerales accesorios se presentan ilmenita, apatito, esfena, circón, pirita,

magnetita, monacita y rutilo. Los minerales de alteración son clorita, epidota, calcita, sericita. La biotita y la moscovita se presentan como minerales secundarios que indican metamorfismo retrógado de la hornblenda en rocas que se encuentran en facie granulita. La Tabla 4 muestra la composición de neises biotíticos en diferentes sitios del Tolima.

Edad

En general, los investigadores que han descrito secuencias metamórficas de alto grado de metamorfismo, en la Cordillera Central de Colombia, similares a la de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro, las han considerado del Precámbrico (Barrero, 1969; Feininger et al., 1972; Kroonenberg, 1981, 1982; Bogotá & Aluja, 1981).

Flujos volcanoclásticos (Q-vc): No se reportaron datos geoquímicos de multielementos, sin embargo se describe su composición mineralógica a nivel macroscópico, se localizan piroclastos y epiclastos de composición andesítica (plagioclasa, piroxeno, biotita y horblenda); y dacítica (plagioclasa, cuarzo, biotita, horblenda, augita y / o enstatita).

PH Y Temperatura Municipio De Venadillo

Tabla 8. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Venadillo

Venadillo			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	**X**

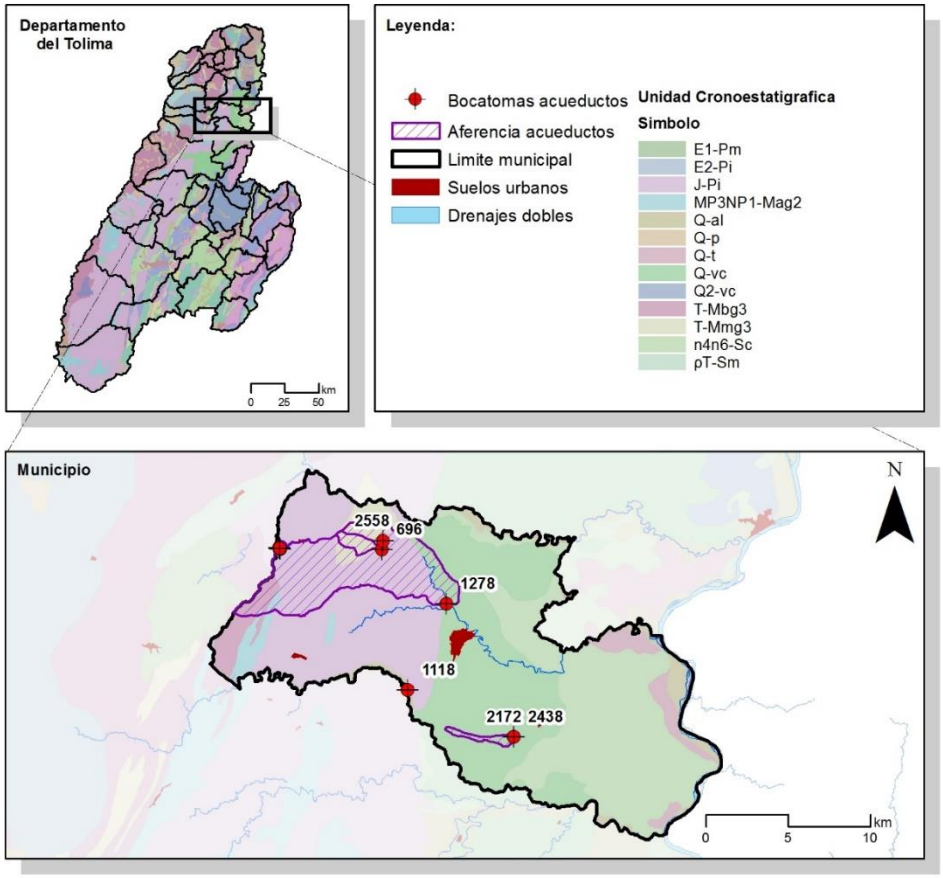
Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Con la interpolación de datos de Ph y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Venadillo, se determinaron valores promedio de Ph 7.85, lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 24.76°C (alta), lo que infiere menor concentración de oxígeno, debido a desprotección de cobertura vegetal y/o vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas. Ver anexos con mapas de Ph y temperatura.

4. Hidrogeología

Hidrogeológicamente estas unidades como el Batolito de Ibagué y Neis y Esquistos de Tierradentro son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
J-Pi	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas	Jurásico	Batolito de Ibagué	3309,455	68,080%

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
T-Mmg3	Gneises cuarzofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles.	Triásico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	922,543	18,978%
Q-vc	Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica	Cuaternario		559,149	11,502%
MP3NP1-Mag2	Gneises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortogneises, cuarcitas y mármoles.	Esténico-Tónico	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	66,675	1,372%
Q-al	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales	Cuaternario		1,826	0,038%
E1-Pm	Cuarzodioritas que varían a dioritas	Paleoceno		1,481	0,030%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de suelo

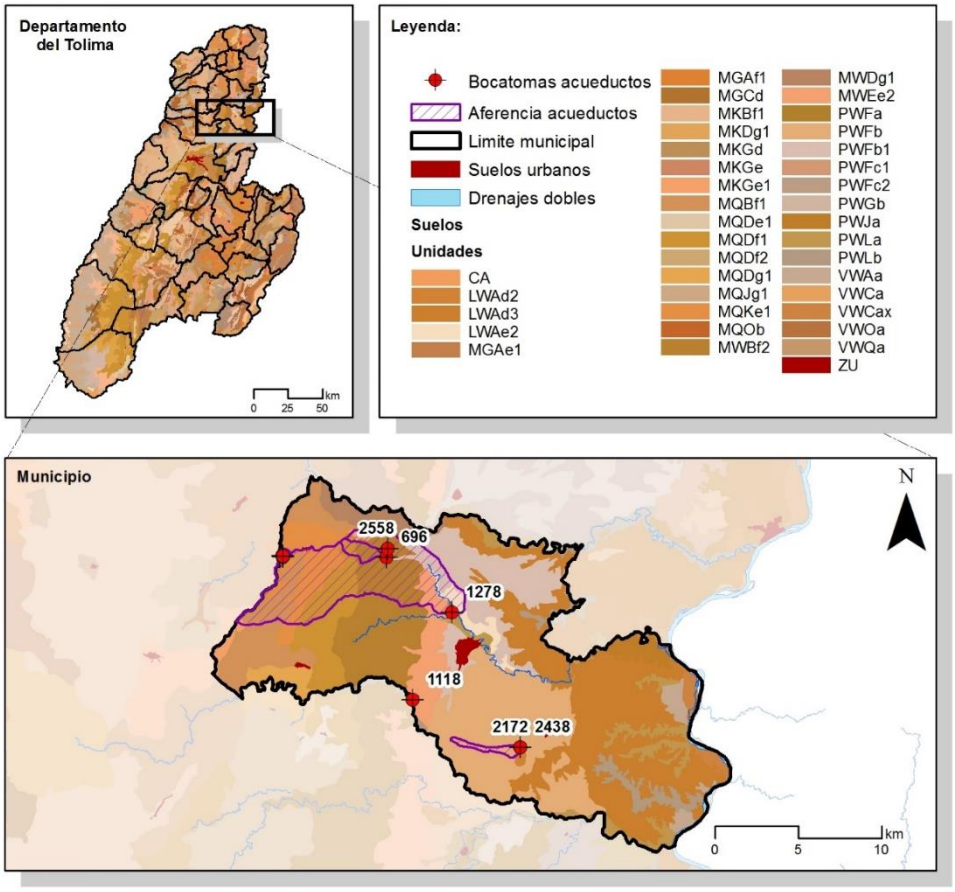
El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Venadillo se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Venadillo se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MWBf2 con el 28,34% del área total, estos son suelos superficiales a moderadamente profundos, excesivamente drenados de reacción neutra y de fertilidad moderada, el relieve es fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, de pendientes largas, con ocasionales afloramientos de roca y erosión moderada.

El 19,72% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MQKe1, estos son suelos muy profundos, bien drenados, de texturas medianas, ácidos, con capacidad catiónica de cambio muy alta y de fertilidad moderada, presentan relieve moderado a fuertemente ondulado y fuertemente quebrado, de pendientes cortas de cimas redondeadas con recubrimiento de cenizas volcánicas, erosión ligera en algunos sectores. Los suelos de la unidad MQDf1 (15,96%) son moderadamente profundos, bien drenados, ligeramente ácidos, de texturas medianas a gruesas, muy ricos en bases y de fertilidad moderada, relieve fuertemente quebrado y moderada a fuertemente escarpado, de pendientes largas y erosión ligera a moderada. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MQBf1 (12,55%),

MWEe2 (8,32%), PWFb1 (7,34%), en menor representatividad se encuentran las demás unidades de suelo.

Tabla 10. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo

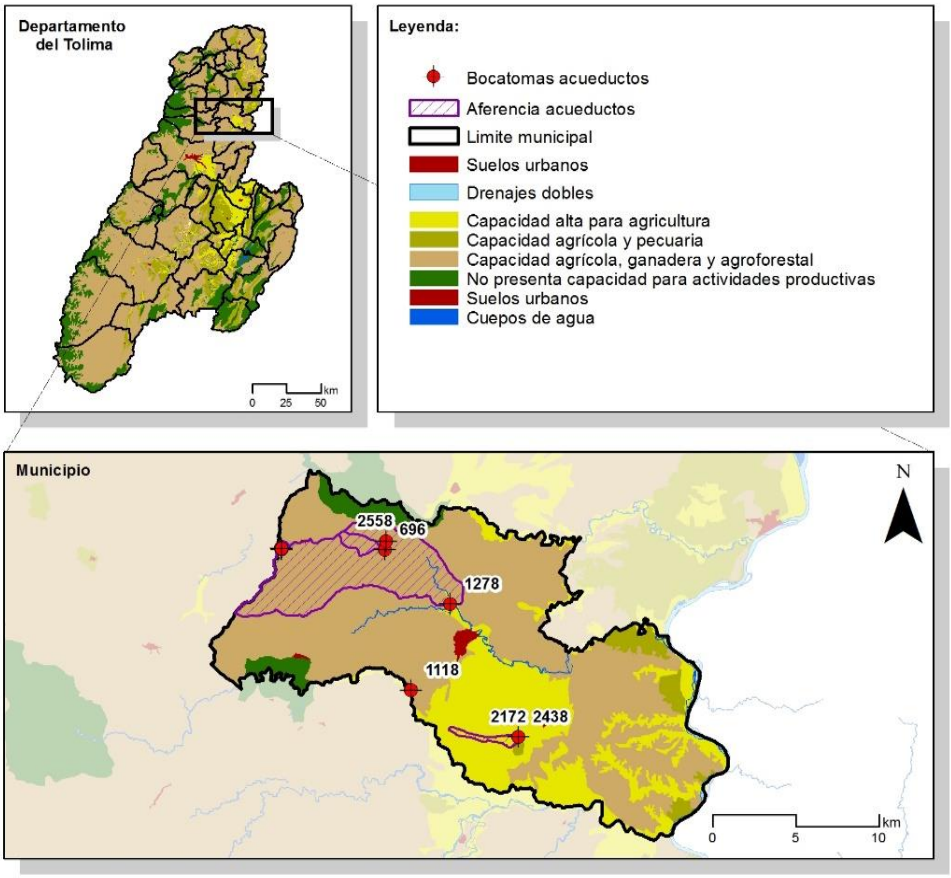
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MWBf2	Cálido seco	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (basaltos y granodioritas)	Media y fina	ENTISOLES	1305,074	28,34
MQKe1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas	Media y gruesa	ANDISOLES	907,995	19,72
MQDf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Rocas ígneas (tonalitas y granodioritas)	Media	INCEPTISOLES	734,841	15,96
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	577,930	12,55
MWEe2	Cálido seco	Montaña	Lomas	Tonalitas y granodioritas	Gruesa	INCEPTISOLES	382,883	8,32
PWFb1	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	ENTISOLES	337,932	7,34
LWAe2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	VERTISOLES	160,937	3,50
PWFb	Cálido seco	Piedemonte	Abanico diluvial	Flujos de lodo y depósitos coluvio aluviales mixtos	Gruesa y media	MOLISOLES	142,894	3,10
PWLa	Cálido seco	Piedemonte	Vallecitos	Depósitos coluvio aluviales mixtos	Media y fina	ENTISOLES	28,331	0,62
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	18,197	0,40
LWAd2	Cálido seco	Lomerío	Lomas y colinas	Areniscas tobáceas y arcillolitas	Media	VERTISOLES	7,562	0,16

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 11. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Venadillo

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	165,250	35,68%
7es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	1305,074	28,34%
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	577,930	12,55%

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
6p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	382,883	8,32%
6s	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	337,932	7,34%
3s	Capacidad alta para agricultura	378,570	3,72%
6es	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	160,937	3,50%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	18,197	0,40%
4es	Capacidad agrícola y pecuaria	7,562	0,16%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 76,57 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo se encuentra en la clase agrológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p) y los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación de pendiente (p) y erosión (e).

El 19,54% de los suelos se encuentra en la clase agrológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales, son suelos con limitación de pendiente (p). En la clase 4 se encuentra 0,16% y el 3,7 % restante de las áreas aferentes se encuentra en la clase agrológica 3, que son tierras con limitaciones importantes que restringen la elección de las plantas o requieren prácticas especiales de conservación o ambas cosas.

7. Pendientes

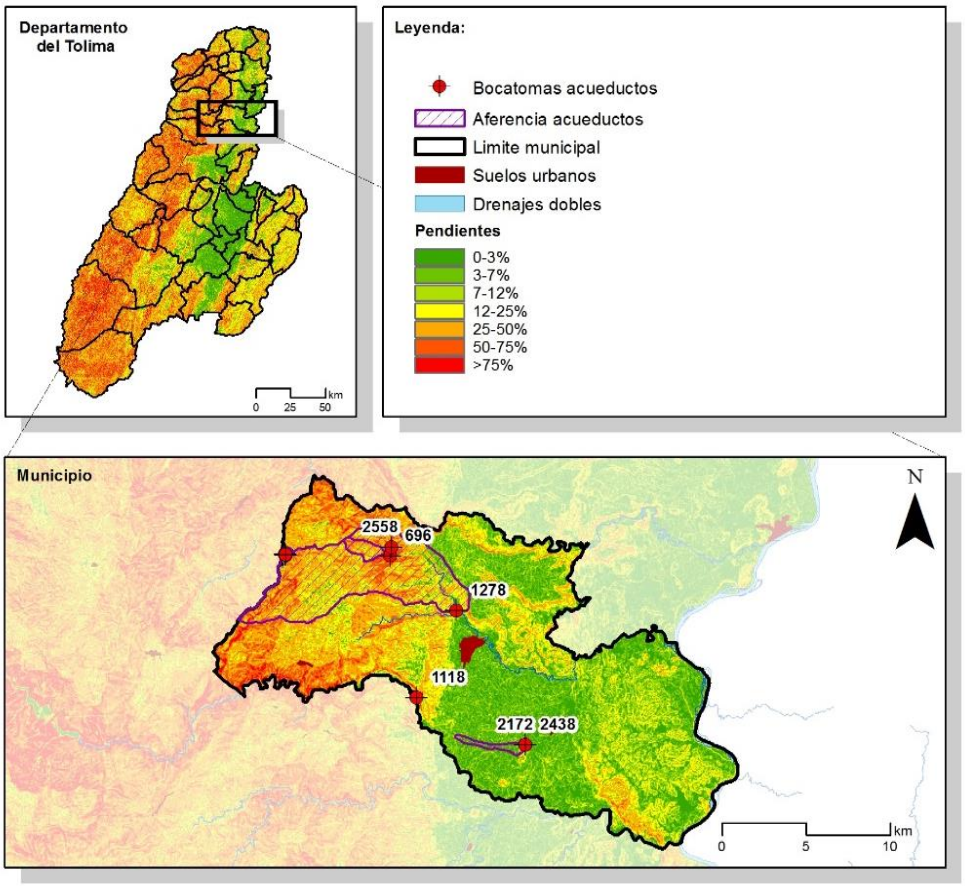
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.

Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Venadillo y en sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 12. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	147,43	3,20%
3-7%	Ligeramente inclinado	293,45	6,37%
7-12%	Moderadamente inclinado	364,81	7,92%
12-25%	Fuertemente inclinado	1133,07	24,61%
25-50%	Ligeramente escarpado	2046,79	44,45%
50-75%	Moderadamente escarpado	582,46	12,65%
>75%	Fuertemente escarpado	36,86	0,80%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Venadillo se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio en mención es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 44,45% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 9), seguido de zonas ligeramente escarpadas y fuertemente inclinadas, abarcando un área de 24,61% con rango de pendiente 12-25%.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Venadillo se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

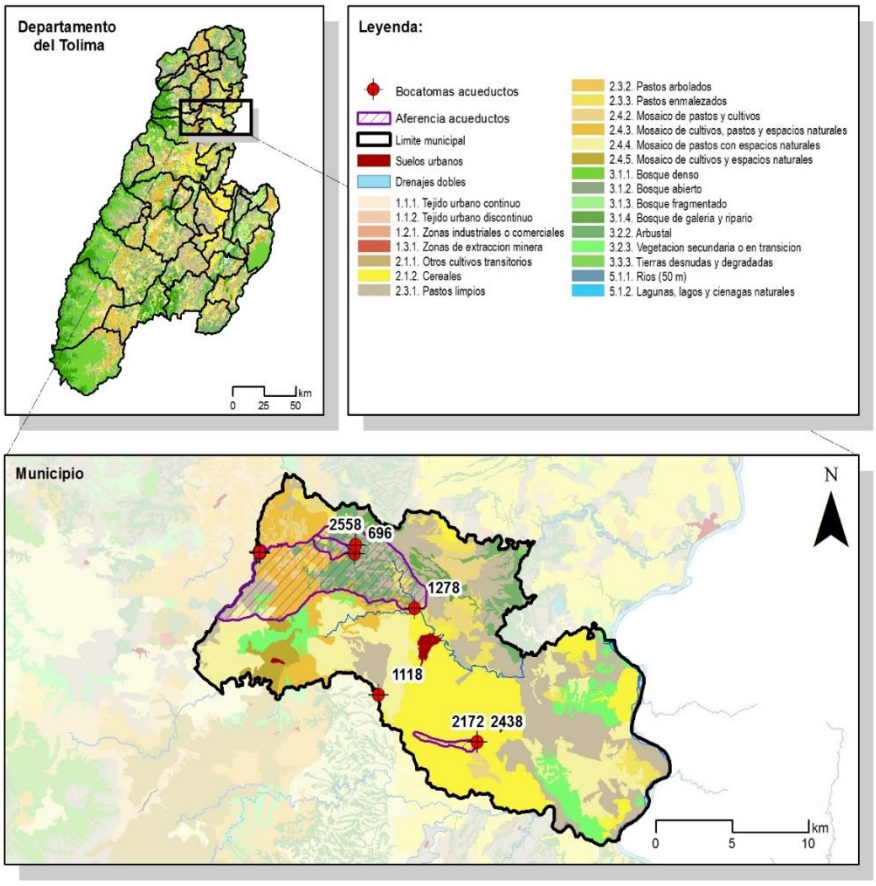
Tabla 13. Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1310,285	28,46%
2.3.1	Pastos limpios	1190,874	25,86%
3.2.2.1	Arbustal denso	1184,837	25,73%
2.3.3	Pastos enmalezados	248,863	5,40%
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	239,995	5,21%
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	174,341	3,79%
2.1.2.1	Arroz	139,598	3,03%
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	76,598	1,66%

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	% CUBRIMIENTO
2.4.5	Mosaico de cultivos y espacios naturales	20,778	0,45%
3.1.4	Bosque de galería y ripario	13,306	0,29%
1.1.1	Tejido urbano continuo	5,102	0,11%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Venadillo y sus áreas aferentes



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 28,46% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo presentan cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, esta comprende las superficies del territorio ocupado principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. El 25,86% de la cobertura presenta pastos limpios, que son tierras con pastizales con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en el que se realizan prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. La cobertura de Arbustal denso corresponde al

25,73%, esta cobertura está constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos cuya cubierta representa más del 70% del área total de la unidad. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales. El 0,11% está representado por Tejido urbano continuo, son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. El 5,40% corresponde a Pastos enmalezados, esta cobertura incluye pastos con especies arvenses (consideradas por algunos productores como malezas para el cultivo principal), son frecuentes estas asociaciones debidas principalmente a la falta de escasas prácticas de manejo que permiten el crecimiento de las especies distintas al pastizal, con alturas menores a 1,5 metros.

Las áreas restantes las conforman los mosaicos de pastos con espacios naturales, vegetación secundaria o en transición, arroz, mosaico de pastos y cultivos, arbustal denso, bosque de galería y ripario.

9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

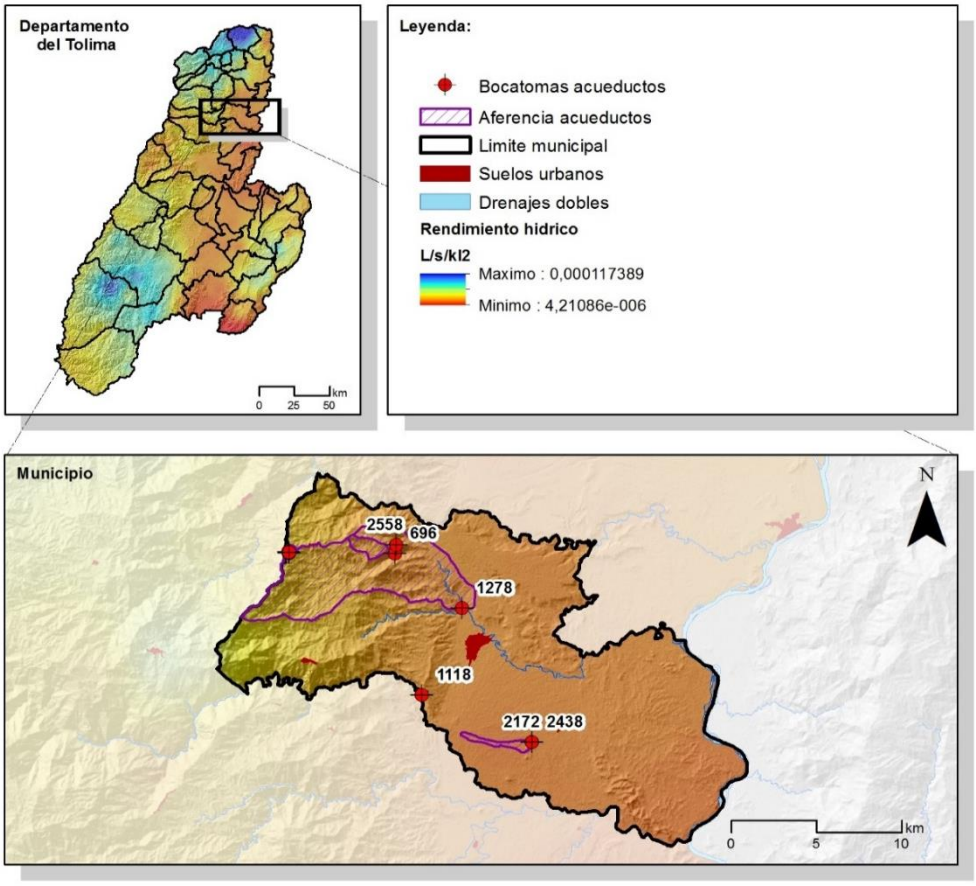
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Venadillo

LLAVE		Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
1278	696	1,960	0,04460	2125-01.2.2.3	Quebrada Purgatorio	1,972	0,0450	99,065	99,40
	2558	0,038	0,00086	2125-01.2.2.2	Quebrada Jagual	3,811	0,0828	1,035	1,00
	1278	47,064	1,07351	*	*	*	*	*	*
2438		1,505	0,026055	2125-01.2.14	Quebrada Palmarrosa	14,871	0,2682	9,716	10,12
2172									
1118		0,043	0,00086	2124.2	Rio Totare	128,488	3,3472	0,026	0,03
TOTAL		**50,610**	**1,14588**						

* El área aferente del acueducto del municipio de Venadillo (llave 1278) presenta las siguientes microcuencas, las cuales son afluentes del río Palmar:

CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	ÁREA MICROCUENCA (KM^2)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA
2125-01.2.2	Rio Palmar	18,759	0,468
2125-01.2.2.8	Quebrada El Rodeo	5,754	0,125
2125-01.2.2.9	Quebrada NN 3	1,950	0,041
2125-01.2.2.3	Quebrada Purgatorio	1,972	0,045
2125-01.2.2.4	Quebrada Rosa Cruz	2,649	0,063
2125-01.2.2.6	Quebrada San Antonio	5,291	0,141
2125-01.2.2.5	Quebrada Siberia	1,581	0,040
2125-01.2.2.2	Quebrada Jagual	3,811	0,083
2125-01.2.2.1	Zanjón Agua Blanca	1,613	0,033
2125-01.2.2.7	Quebrada Del Contado	1,120	0,024
TOTAL		**44,498**	**1,062**

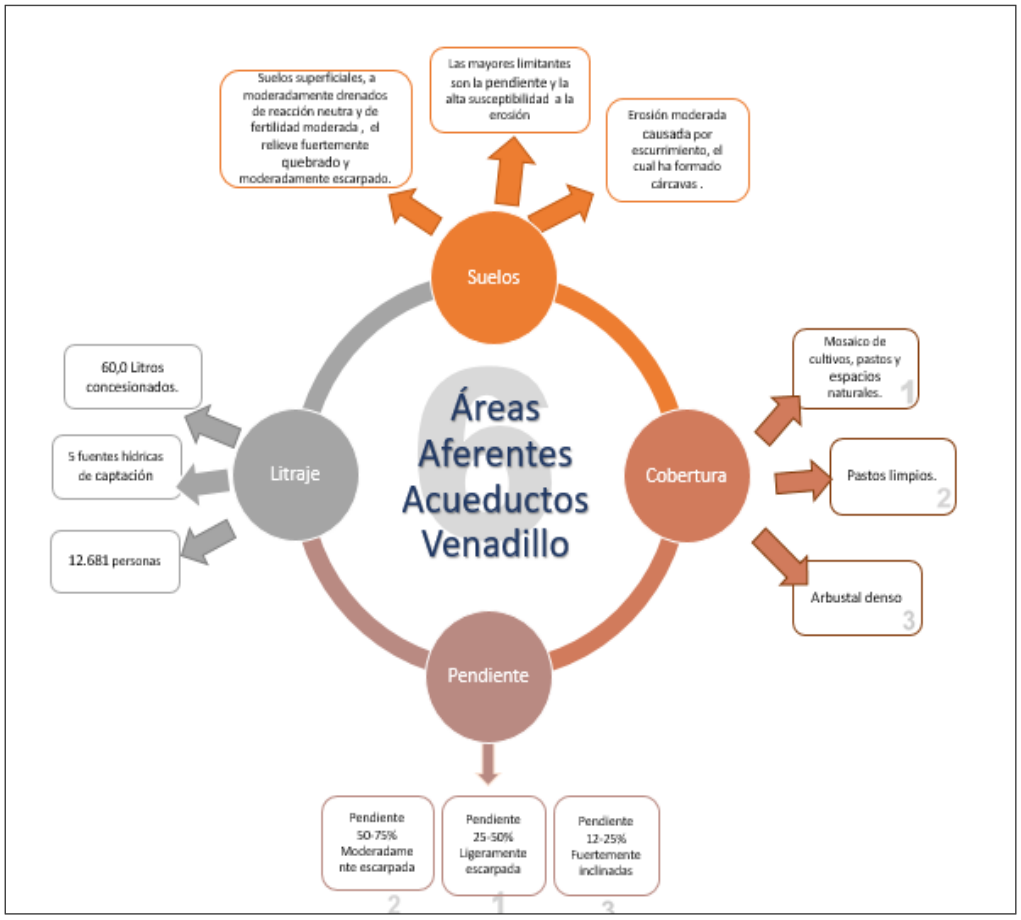
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Venadillo y en las áreas aferentes de los acueductos



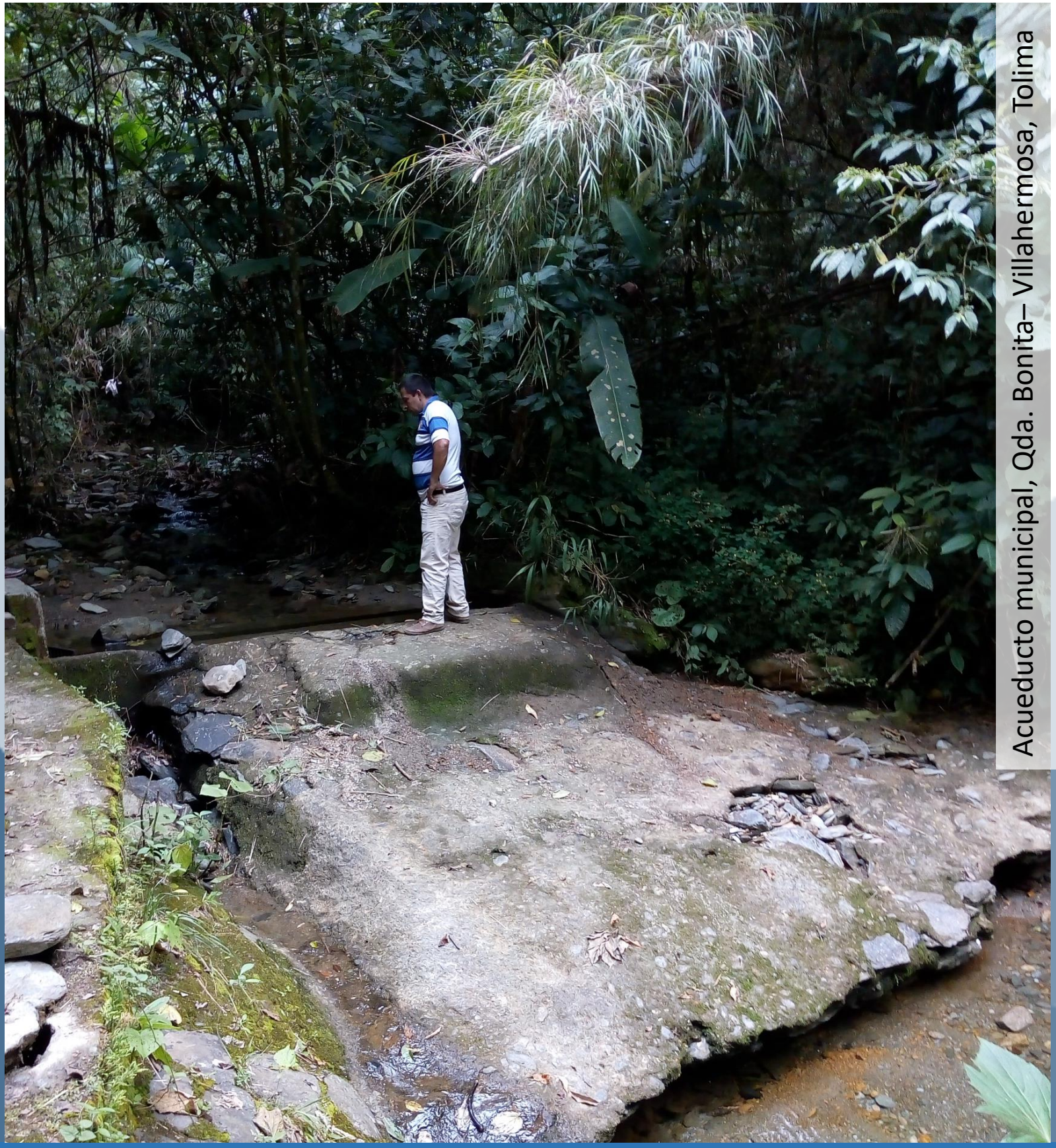
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 6 acueductos del municipio de Venadillo, presentan un rendimiento hídrico de 1,14 l/s/Km^2 que corresponden al 16,47% del rendimiento hídrico total del municipio de Venadillo. El área aferente de los acueductos de las J.A.C Vereda los Limones y J.A.C Vereda Palmarrosa Chicora, presenta un rendimiento hídrico de 0,02 l/s/km^2 y corresponde solamente al 0,26% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Palmarrosa.

Figura 8. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Venadillo



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Acueducto municipal, Qda. Bonita– Villahermosa, Tolima

ANEXO 45 –

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE VILLA HERMOSA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE VILLAHERMOSA 3

1. **Localización** 3
2. **Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia** 3
3. **Litogeoquímica** 6
4. **Hidrogeologia** ..... **¡Error! Marcador no definido.**
5. **Unidades de suelo** 13
6. **Capacidad de uso del suelo** 15
7. **Pendientes** 17
8. **Cobertura de la tierra** 18
9. **Rendimiento hídrico** 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Villahermosa 4
Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA 4
Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Villahermosa..... 5
Tabla 4. Tipo de obras de captación..... 5
Tabla 5. Estado actual de las obras de captación..... 5
Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios..... 6
Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca. 7
Tabla 8. Geoquímica regional simplificada, del Batolito El Bosque. 10
Tabla 9. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Villa Hermosa..... 12
Tabla 10. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villa Hermosa. 12
Tabla 11. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa..... 15
Tabla 12. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Villahermosa..... 15
Tabla 13. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa..... 17
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Villahermosa..... 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes 3
Figura 2. Estado de las obras de captación 6
Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Villa Hermosa y sus áreas aferentes..... 13
Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes 14
Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes 15
Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Villahermosa y en sus áreas aferentes 18
Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes 18
Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Villahermosa y en las áreas aferentes de los acueductos..... 20
Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa..... 21

MUNICIPIO DE VILLAHERMOSA

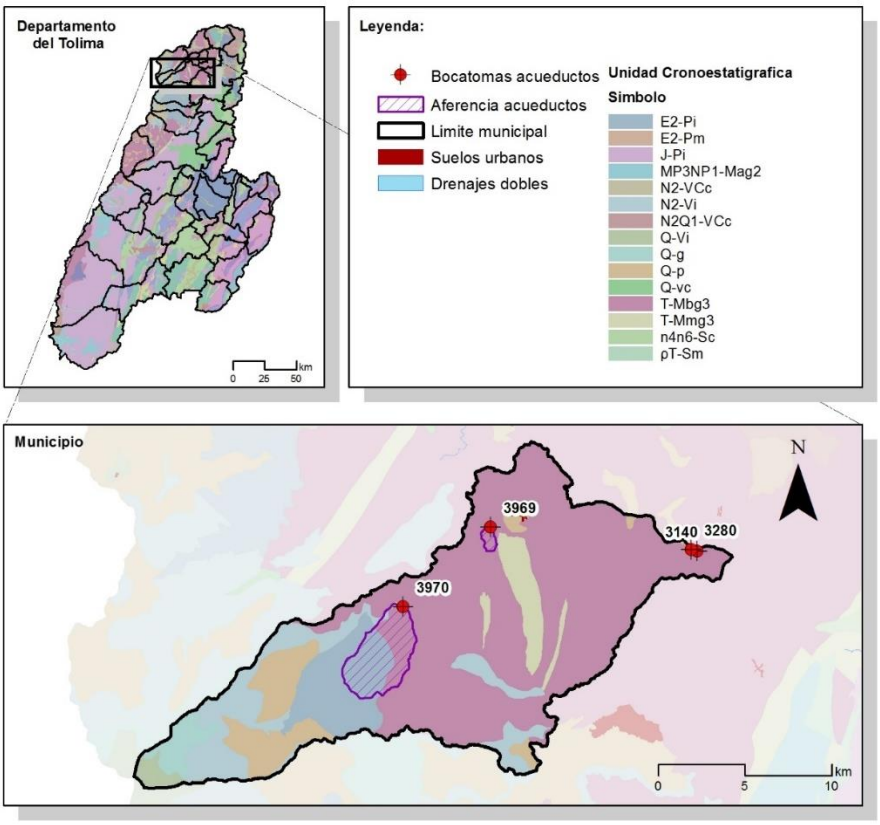
1. Localización

El Municipio de Villahermosa, se encuentra situado al Norte del Departamento del Tolima; su Cabecera Municipal está localizada sobre los 5°02´ de latitud Norte y 75°07´ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich, se ubica sobre los 2.057 m.s.n.m, temperatura promedio 18°C. Dista del municipio de Ibagué 166Km.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

El municipio tiene un área de 264.9km², de los cuales sólo el 0,17%, corresponde al área urbana y el 99,83% al sector rural. El municipio cuenta con 4 acueductos, 2 veredales y 2 municipales. Los acueductos del municipio de Villahermosa se describen en la tabla 1.

Figura 1. Ubicación acueductos municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 1. Ubicación de los acueductos del municipio de Villahermosa

LLAVE	NOMBRE DEL ACUEDUCTO	ESTADO DE LA OBRA	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA DE AFERENCIA (HA)
			LAT_BOC	LONG_BOC			
3970	MUNICIPIO DE VILLAHERMOSA.	Malo	4,9815	-75,1789	2515	33,46	88,46
3969	MUNICIPIO DE VILLAHERMOSA.	Bueno	5,023	-75,1336	2175	9	88,46
3280	J.A.C. VEREDA PATIBURRI.	Bueno	5,0111	-75,0304	1628	0,675	1,18
3140	ASOC. DE USUAR ACUED VDA. PATIBURRI/VILLAHERMOSA.	Bueno	5,0106	-75,0262	1535	3	1,18

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El municipio de Villahermosa cuenta con 4 concesiones de agua, las cuales se encuentran activas con un caudal concesionado que corresponden a 46,14 Lts.seg^{-1} destinadas al uso de acueductos Veredales, corregimiento y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2. Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	2	42,46
VEREDAL	2	3,68
TOTAL	**4**	**46,14**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 4 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo la Quebrada Guayabal la que cuenta con mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 33,46 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3. Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Villahermosa.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Lagunilla	2125-02.2	1	0,68
Quebrada Patiburri	2125-02.2.3	1	3,00
Quebrada Bonita	2125-02.2.5.15	1	9,00
Quebrada Guayabal	2125-02.2.5.13	1	33,46
TOTAL		**4**	**46,14**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Villahermosa:

Tabla 4. Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	2
Otra	1
Toma de rejilla	1
TOTAL	**4**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

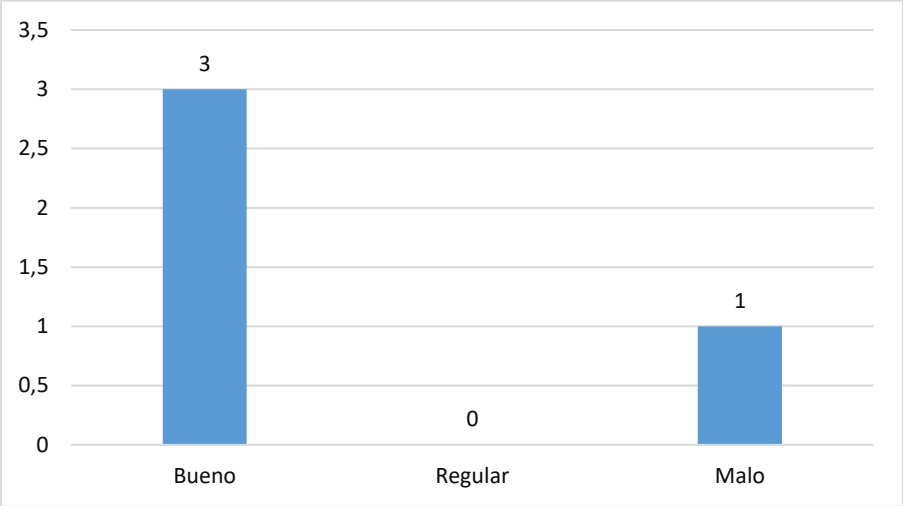
Las visitas realizadas permiten verificar que el 25,00% de las concesiones presentan estado “malo” en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5. Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	3	75,00
Regular	0	0,00
Malo	1	25,00

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2. Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Villahermosa, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6. Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	5.000
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Cajamarca (Nelson, 1962) (T-Mbg3): Está compuesto principalmente por esquistos negros cuarzo-sericítico-grafitosos, esquistos verdes clorítico-actinolíticos y cuarcitas. La asociación mineralógica de estas rocas refleja la facies esquisto verde, dentro del metamorfismo de baja presión, definido por Miyashiro (1961).

Los esquistos negros (grafitosos) son grano fino a medio; presentan abundantes replegamientos, venas y lentes de cuarzo de segregación. Las variaciones micáceas y cuarzosas presentan, respectivamente, textura lepidoblástica y granoblástica. Los minerales esenciales son cuarzo, sericita, biotita y grafito;

minerales accesorios son albita, apatito y zircón. El grafito, que le da el color negro a la roca, alcanza un 9%; cuando este porcentaje es menor del 2%, la roca toma un color gris plateado.

Los esquistos verdes son de grano fino a medio; generalmente presentan textura heteroblástica y un ligero bandeo composicional, definido por bandas de albita separadas, entre sí por zonas de clorita, epidota, y actinolita. Los minerales accesorios son cuarzo, calcita, moscovita, rutilo, zircón, esfena, magnetita y pirita. Cuando se presenta mayor intensidad en el color verde oscuro de la roca, aumentan las concentraciones de actinolita, clorita y epidota.

Las cuarcitas son variedades mineralógicas y texturales de los esquistos negros, que tienen cantidades menores de sericita y grafito, con aumento en el porcentaje de cuarzo y biotita; siendo el cuarzo el mineral más abundante (60 a 90%).

A continuación se presenta la tabla 7, simplificada con la información obtenida por Lozano et al., (1976), en el estudio de geoquímica regional realizado en los municipios de Salento y Cajamarca, a partir de muestras de rocas analizadas por espectrografía.

Tabla 7. Geoquímica regional simplificada, del Grupo Cajamarca.

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
Fe	Pr	28.500	17.700	23.700
	Máx.	50.000	50.000	50.000
	Mín	15.000	3.000	2.000
	Md	20.000	15.000	20.000
Ca	Pr	15.900	1.750	5.610
	Máx	50.000	10.000	20.000
	Mín	2.000	L500	L500
	Md	15.000	700	3.000
Mg	Pr	14.800	4.960	6.450
	Máx	30.000	20.000	20.000
	Mín.	1.500	800	L200
	Md	15.000	3.000	5.000
Ti	Pr	3.750	2.840	3.700
	Máx	10.000	7.000	7.000
	Mín	700	700	300
	Md	3.000	3.000	2.000
Ba	Pr	45	524	360
	Máx	200	1.000	1.000
	Mín	L20	20	100
	Md	L20	500	200
Mn	Pr	462	258	286

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Máx	1.000	1.000	1.000
	Mín	200	20	70
	Md	300	150	200
V	Pr	204	182	250
	Máx	500	500	500
	Mín	30	30	10
	Md	150	150	200
Sr	Pr	112	77	75
	Máx	200	100	100
	Mín	100	100	100
	Md	100	100	100
Cu	Pr	42	40	134
	Máx	100	150	500
	Mín	15	7	7
	Md	30	30	30
Zr	Pr	74	118	80
	Máx	150	200	150
	Mín	30	20	10
	Md	70	100	70
Ni	Pr	31	21	60
	Máx	100	70	150
	Mín	5	5	5
	Md	20	15	70
Co	Pr	29	11	24
	Máx	50	50	70
	Mín	5	5	5
	Md	30	7	10
Cr	Pr	227.4	106.5	194
	Máx	500	500	700
	Mín	N	N	N
	Md	200	100	L10
Sc	Pr	20.1	13.6	15
	Máx	30	30	30
	Mín	7	5	N
	Md	20	15	15
Ga	Pr	12.9	12	12
	Máx	30	20	30
	Mín	L10	L10	N
	Md	15	10	10
Y	Pr	17.1	14.1	14.4
	Máx	30	30	20
	Mín	L10	N	L10
	Md	15	15	20
Be	Pr	0.2	1.3	0.9
	Máx	1.0	3	2
	Mín	N	N	N

ELEMENTOS	VALORES	UNIDADES DE ROCA		
		Esquisto Verde N.M.=21 ppm	Esquisto Negro N.M.=28 ppm	Cuarcita N.M.=10 ppm
	Md	N	2	1
Mo	Pr	N	5	6
	Máx	5	15	20
	Mín	N	N	L5
	Md	N	N	L5
Pb	Pr	N	12	12
	Máx	N	70	50
	Mín	N	N	N
	Md	N	10	L10
Ag	Pr	N	0.5	N
	Máx	N	3	5
	Mín	N	L5	N
	Md	N	L5	1
La	Pr	N	13.9	N
	Máx	N	70	N
	Mín	N	N	N
	Md	N	L20	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección			
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L			
N.M =	Número de muestras			
Pr =	Promedio			
Máx =	Máximo			
Mín =	Mínimo			
Md =	Mediano			
ppm	Partes por millón			

Fuente: Lozano et al., (1976).

Batolito El Bosque (E2-Pi): Cuerpo ígneo leucocrático, dónde el máfico esencial y único es la biotita; su composición es granodiorita, de textura granular y color gris a blanco (Núñez y otros, 1984). Se compone de plagioclasa mayor al 40%, cuarzo mayor del 25%, feldespato potásico, biotita y ocasionalmente moscovita y clorita. La roca meteorizada, de textura arcillo-arenosa, se compone de arcilla blanca, arenas de cuarzo y biotita alterada. (Ingeominas, 1984).

Con base en el estudio realizado por el INGEOMINAS, 1976. Prospección Geoquímica en la mitad occidental del cuadrángulo K-9 (Armero). En este informe la interpretación se realizó dividiendo el área atribuida para cada unidad. Se interpretó el análisis de sedimentos activos fracción fina y se calcularon las concentraciones medias, máximas, mínimas y promedias para los diferentes elementos en las distintas unidades. Ver tabla 8.

Tabla 8. Geoquímica regional simplificada, del Batolito El Bosque.

Elementos	Valores	Batolito El Bosque N.M.=45 ppm
Ba	Pr	716,2
	Máx.	1.500
	Mín	70
	Md	700
Mn	Pr	1.544,4
	Máx	2.000
	Mín	700
	Md	1.500
V	Pr	222,9
	Máx	1.000
	Mín.	50
	Md	200
Sr	Pr	566,8
	Máx	1.500
	Mín	N
	Md	500
Cu	Pr	25.2
	Máx	100
	Mín	2
	Md	20
Ni	Pr	29
	Máx	100
	Mín	7
	Md	30
Co	Pr	18,9
	Máx	50
	Mín	N
	Md	20
Cr	Pr	76,2
	Máx	200
	Mín	20
	Md	70
Sc	Pr	18
	Máx	70
	Mín	N
	Md	20
Ga	Pr	28,9
	Máx	50
	Mín	20
	Md	30
Y	Pr	26,1
	Máx	150
	Mín	N

Elementos	Valores	Batolito El Bosque N.M.=45 ppm
	Md	N
Be	Pr	N
	Máx	N
	Mín	N
	Md	N
Mo	Pr	N
	Máx	L 5
	Mín	N
	Md	N
Pb	Pr	21,3
	Máx	50
	Mín	N
	Md	20
Sn	Pr	N
	Máx	N
	Mín	N
	Md	N
Ag	Pr	N
	Máx	1,5
	Mín	N
	Md	N
La	Pr	N
	Máx	N
	Mín	N
	Md	N
Nb	Pr	6,7
	Máx	10
	Mín	N
	Md	L10
Zn	Pr	N
	Máx	N
	Mín	N
	Md	N
N =	Elemento no detectado en el límite inferior de detección	
L =	Valor menor que el indicado a continuación de la L	
N.M =	Número de muestras	
Pr =	Promedio	
Máx =	Máximo	
Mín =	Mínimo	
Md =	Mediano	
ppm	Partes por millón	

INGEOMINAS, 1976

PH Y TEMPERATURA MUNICIPIO DE VILLA HERMOSA

Tabla 9. PH y Temperatura de afluentes en el área del municipio de Villa Hermosa

Villa Hermosa			
PH		**Temperatura (°C)**	
Acido < 7		Baja 0 - 14	
Neutro = 7		Media 14 - 21	**X**
Básico > 7	**X**	Alta 21 - 34	

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Con la interpolación de datos de PH y Temperatura en los afluentes en el área del municipio de Casabianca, se determinaron valores en promedio de PH de 7.30 lo que indica mayores concentraciones de iones de hidróxido para un rango promedio más básico; una temperatura del agua en promedio de 15.16 °C (media), lo que infiere una buena concentración de oxígeno, una aceptable calidad del agua; sin embargo se recomienda revisar zonas con posible desprotección de cobertura vegetal y/o posibles vertimientos contaminantes sobre las fuentes hídricas.

4. Hidrogeología

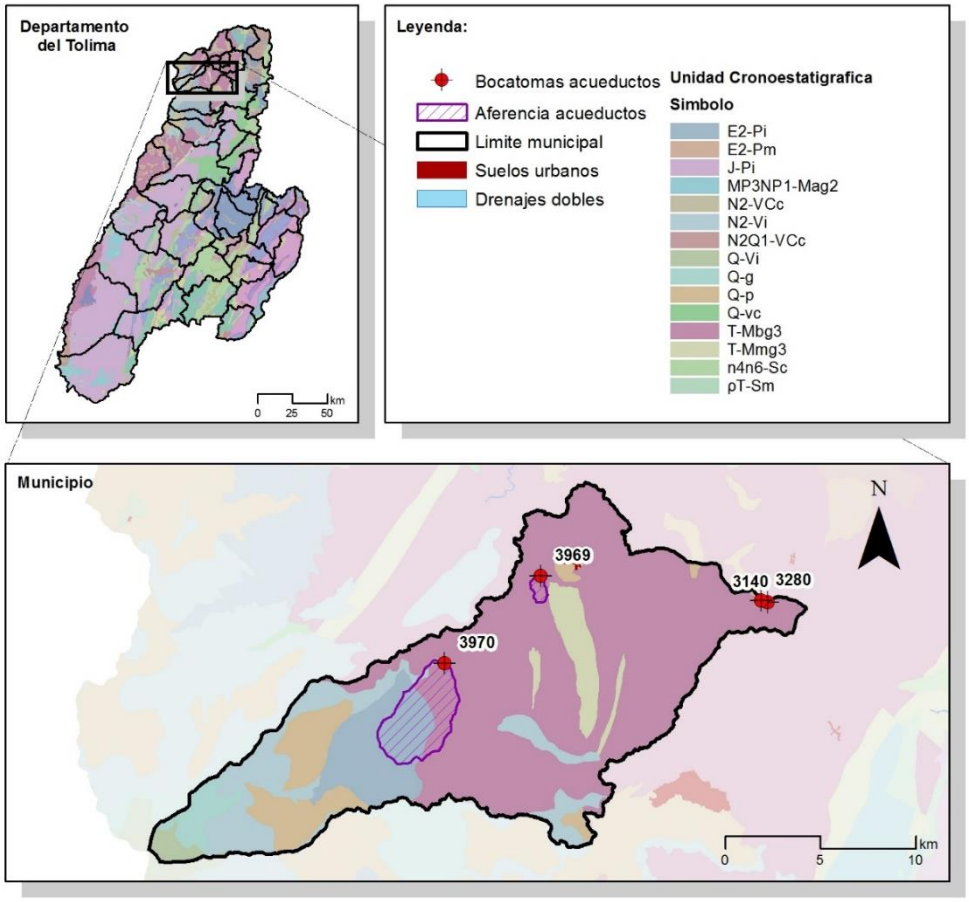
Hidrogeológicamente estas unidades como el Complejo Cajamarca y El Batolito El Bosque, son clasificadas como acuífugas, debido a sus características físicas de alta compactación y poca porosidad, lo que conlleva a su baja o nula productividad y poco espacio para albergar agua. Ocasionalmente estas rocas presentan fracturas, con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica de la zona, por lo general almacenan aguas de buena calidad química.

Tabla 10. Unidades Cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villa Hermosa.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
E2-Pi	Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas	Eoceno	Batolito El Bosque	768,422	51,148%
T-Mbg3	Esquistos grafíticos, cuarzomoscovíticos, cloríticos y anfibólicos; filitas; cuarcitas; mármoles, y serpentinitas.	Triásico	Complejo Cajamarca	708,300	47,146%
N2-Vi	Lavas e ignimbritas de composición andesítica	Plioceno		25,633	1,706%

Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

Figura 3. Unidades Cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Villa Hermosa y sus áreas aferentes.



Fuente: CORTOLIMA – GIRH, 2019

5. Unidades de suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

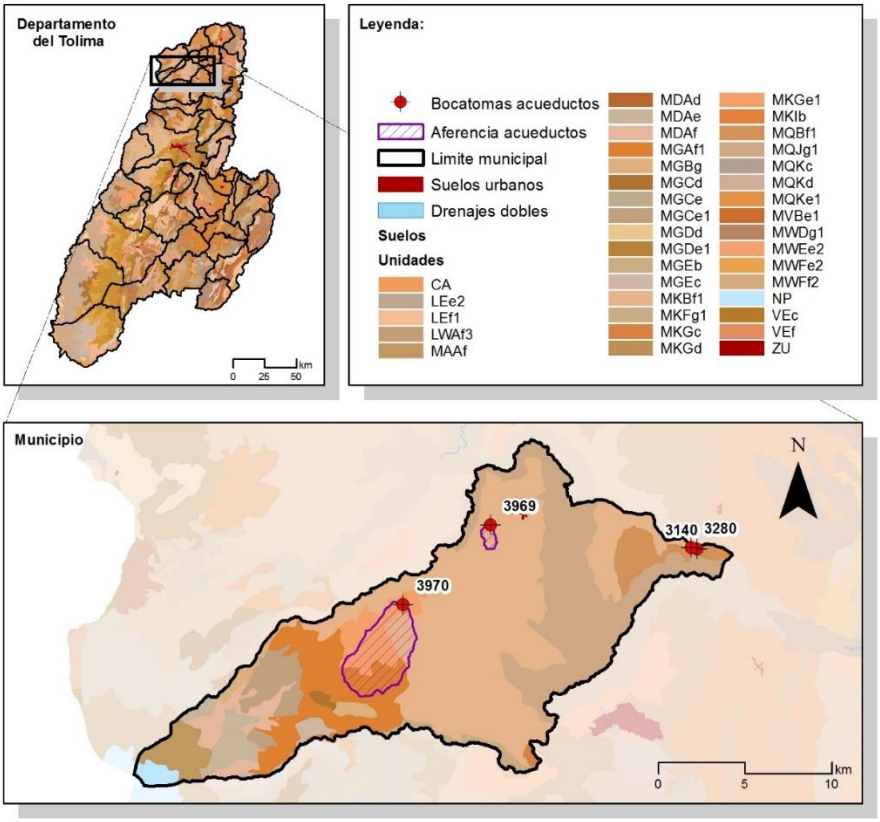
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden, suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación,

asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Villahermosa se pueden observar en la figura 3, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4. Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Villahermosa se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a la unidad MKG con el 42,32% del área total, estos son suelos muy profundos, bien drenados de texturas medianas; ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada, estos son relieves fuertemente ondulados a quebrados, pendientes cortas y medias.

El 30,36% del área total se encuentra en suelos pertenecientes a la unidad MGA, estos son suelos profundos, bien drenados de texturas medianas, ácidos, ricos en materia orgánica y de fertilidad moderada a baja, estos relieves fuertemente quebrados a fuertemente escarpados, pendientes fuertes y largas suavizadas por cenizas volcánicas, erosión ligera. Los suelos restantes pertenecen a las unidades MKB (27,06%) y MQB (0,27%).

Tabla 11. Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa

UCSUELO	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MKGe1	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y andesitas	Media y gruesa	ANDISOLES	635,72	42,32
MGAf1	Muy frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas sobre rocas ígneas (andesitas)	Media y gruesa	ANDISOLES	456,15	30,36
MKBf1	Frío húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas y rocas metamórficas	Media	ANDISOLES	406,49	27,06
MQBf1	Templado húmedo	Montaña	Filas y vigas	Cenizas volcánicas, rocas ígneas y metamórficas	Media	INCEPTISOLES	3,99	0,27

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de uso del suelo

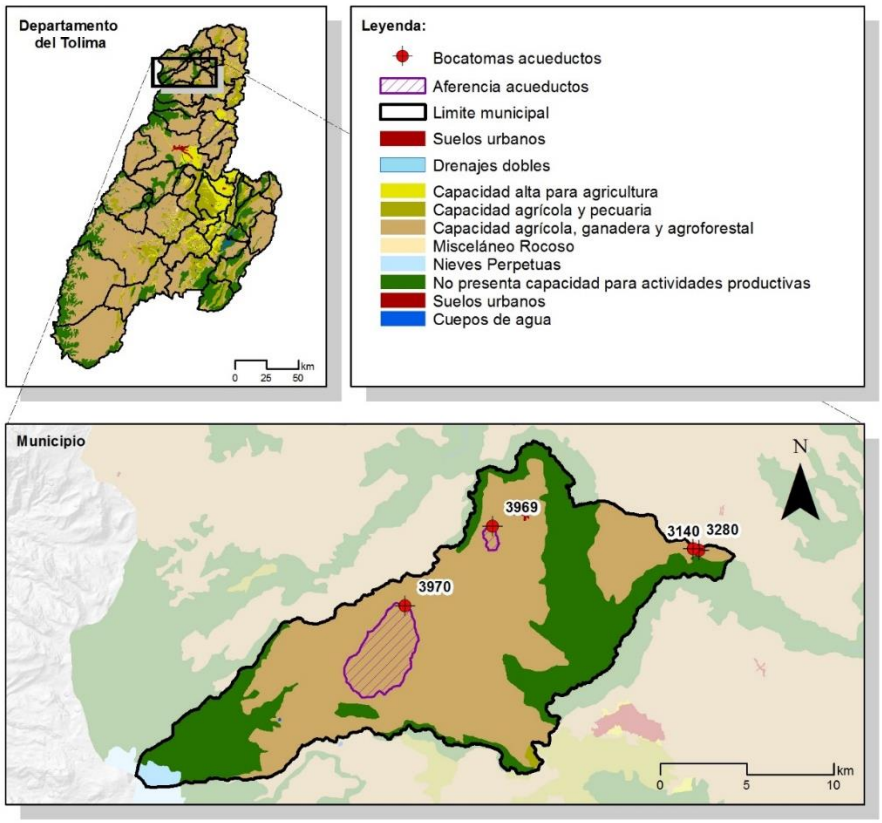
Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Tabla 12. Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Villahermosa

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
6ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	635,72	42,32
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	456,15	30,36
7pc	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	406,49	27,06
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	3,99	0,27

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 42,32% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa se encuentra en la clase agroecológica 6, las cuales presentan limitaciones muy severas que, en términos generales, las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales.
La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobre pastoreo y con buen manejo de los potreros.
La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío, como caña de azúcar, panela, café, cacao, frutales perennes y semi perennes, cítricos, aguacate, mango, granadilla y maracuyá.

El 30,36% de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa se encuentra en la clase agroecológica 7, las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión.

La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la alta susceptibilidad de los suelos al deterioro. La ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad de capacidad. Los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación de pendiente (p)

7. Pendientes

Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

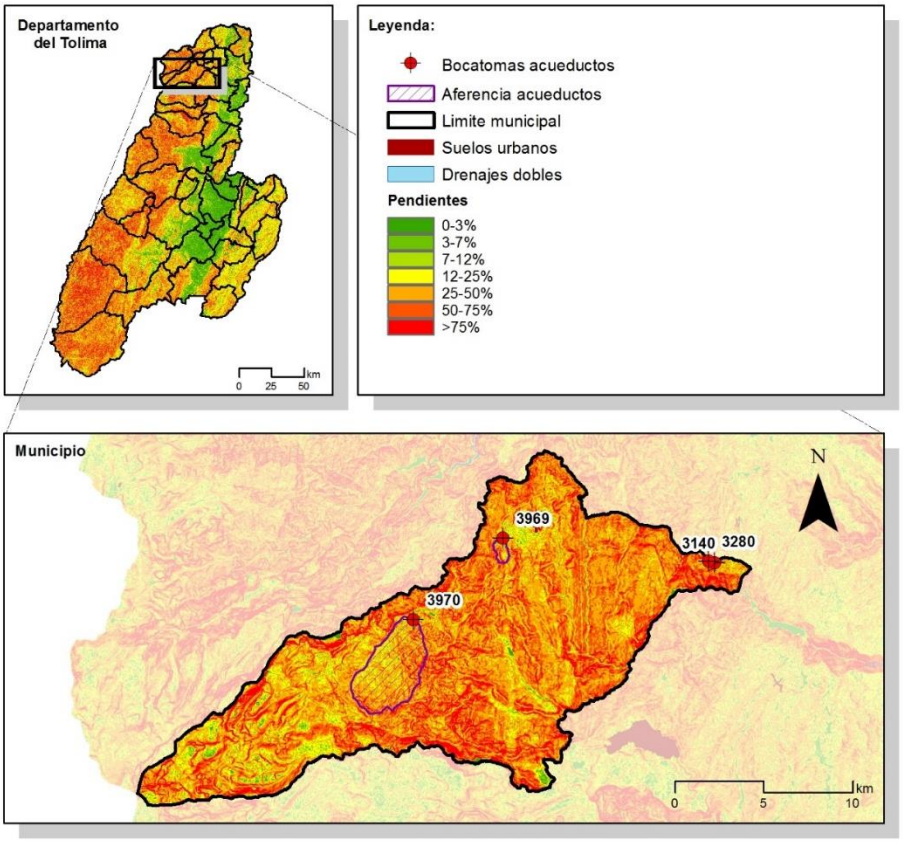
- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.
- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Tabla 13. Pendiente (%) presente en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
0-3%	Plano	5,58	0,37%
3-7%	Ligeramente inclinado	21,08	1,40%
7-12%	Moderadamente inclinado	54,25	3,61%
12-25%	Fuertemente inclinado	325,11	21,64%
25-50%	Ligeramente escarpado	764,01	50,86%
50-75%	Moderadamente escarpado	276,82	18,43%
>75%	Fuertemente escarpado	55,29	3,68%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 6. Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Villahermosa y en sus áreas aferentes



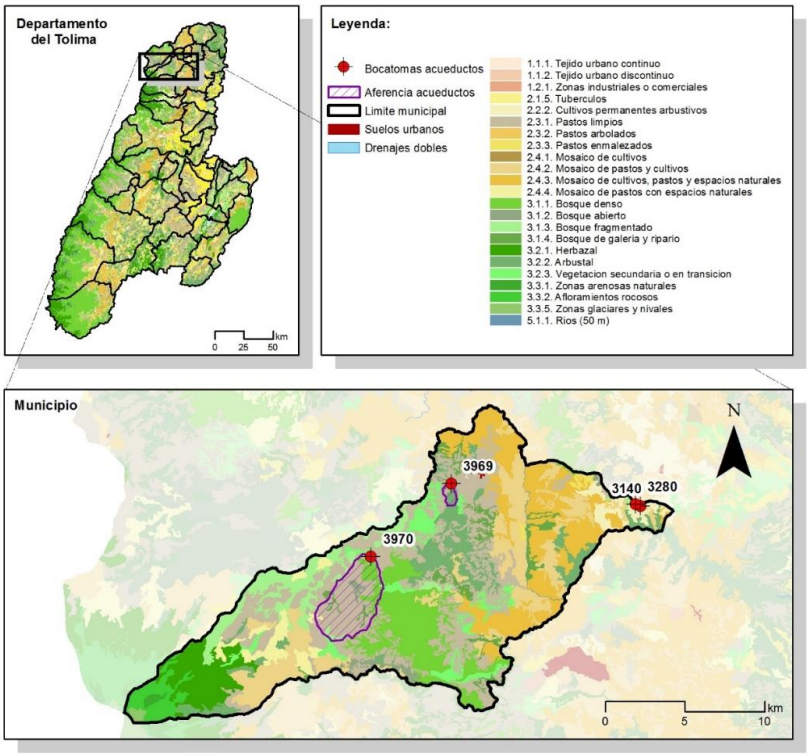
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Villahermosa se encuentra que el rango de pendiente predominante en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa es de 25-50% conformando una topografía ligeramente escarpada y abarcando un total de 50,86% del área global de las áreas aferentes (ver tabla 11), seguido de zonas fuertemente inclinadas y moderadamente escarpados, abarcando un área de 21,64% y 18,43% respectivamente del total del área.

8. Cobertura de la tierra

Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Villahermosa se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010),

Figura 7. Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Villahermosa y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

El 67,09% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa presentan cobertura pastos limpios, cobertura que comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.

El 16,69% de la cobertura corresponde a las áreas con vegetación de tipo arbóreo caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.

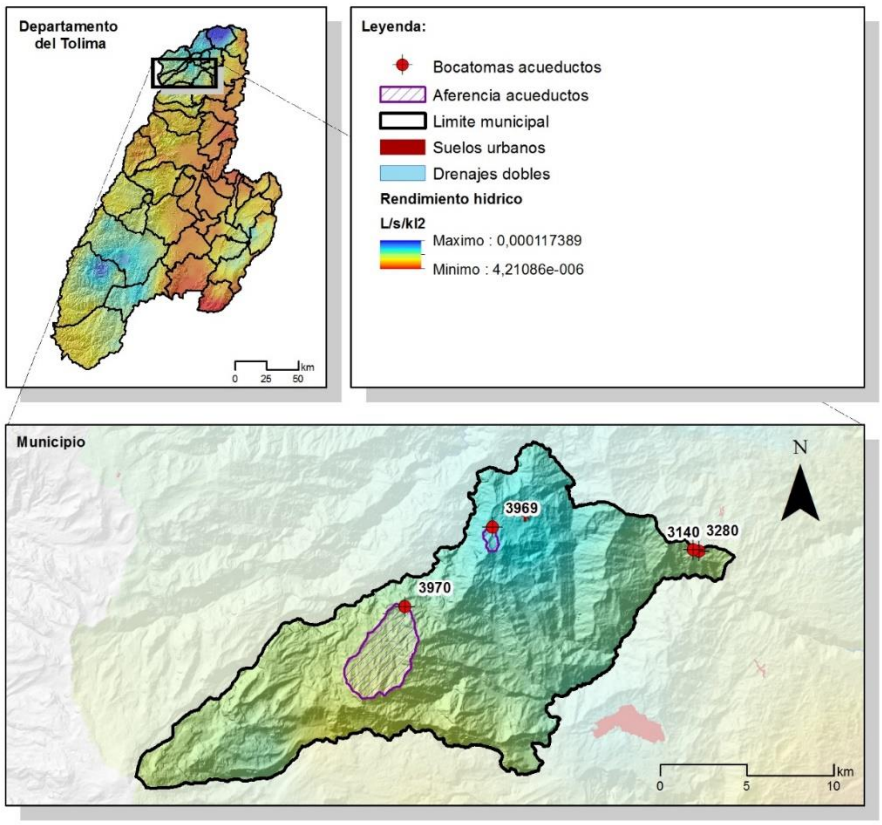
9. Rendimiento hídrico

Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)

Figura 8. Rendimiento hídrico del municipio de Villahermosa y en las áreas aferentes de los acueductos



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

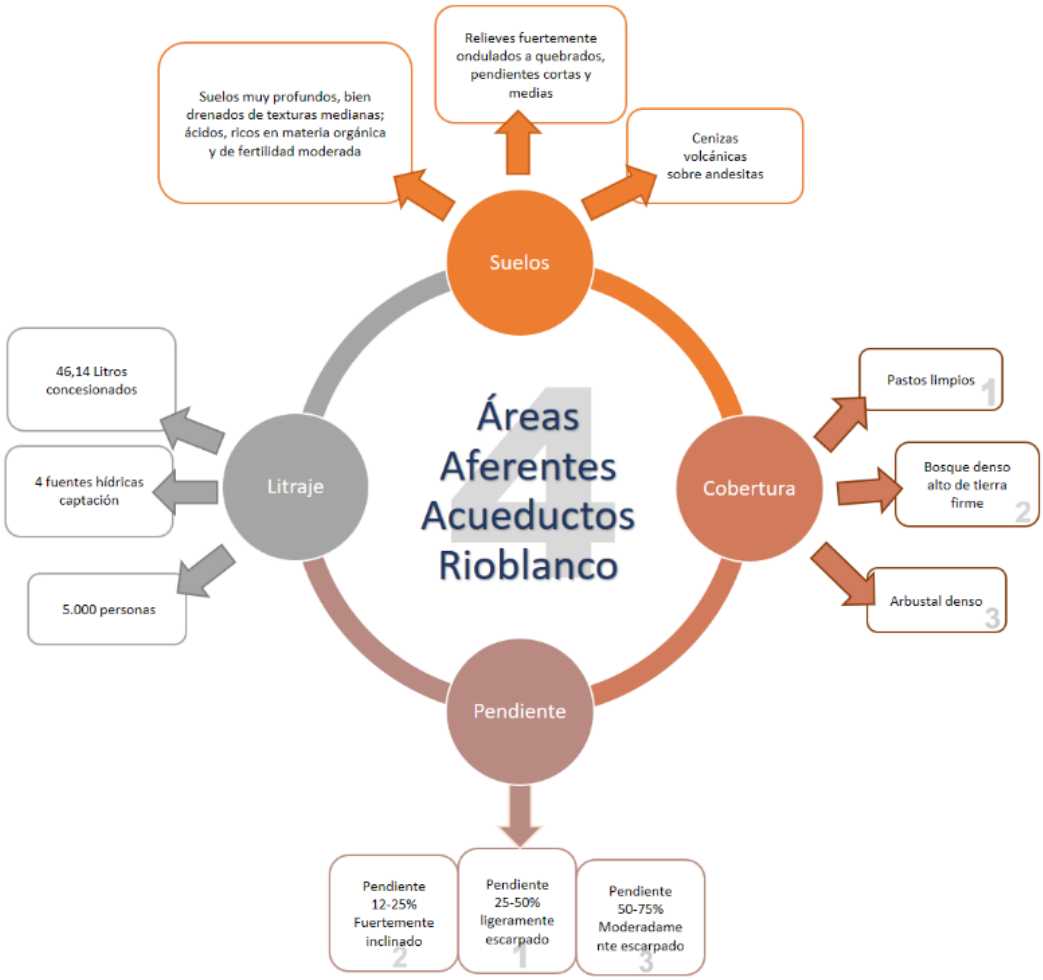
Tabla 14. Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Villahermosa

LLAVE	Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% Área de Aferencia respecto Área Micro	% RH Área Aferente respecto RH Micro
3140	0,051	0,002	2125.02.2.3	Quebrada Patiburri	2,225	0,095	0,023	6,105
3970	14,087	0,047	2125.02.2.5.13	Quebrada Guayabal	24,222	1,075	0,582	0,002
3969	0,884	0,580	2125.02.2.5.15	Quebrada Bonita	6,327	0,32	0,140	0,147

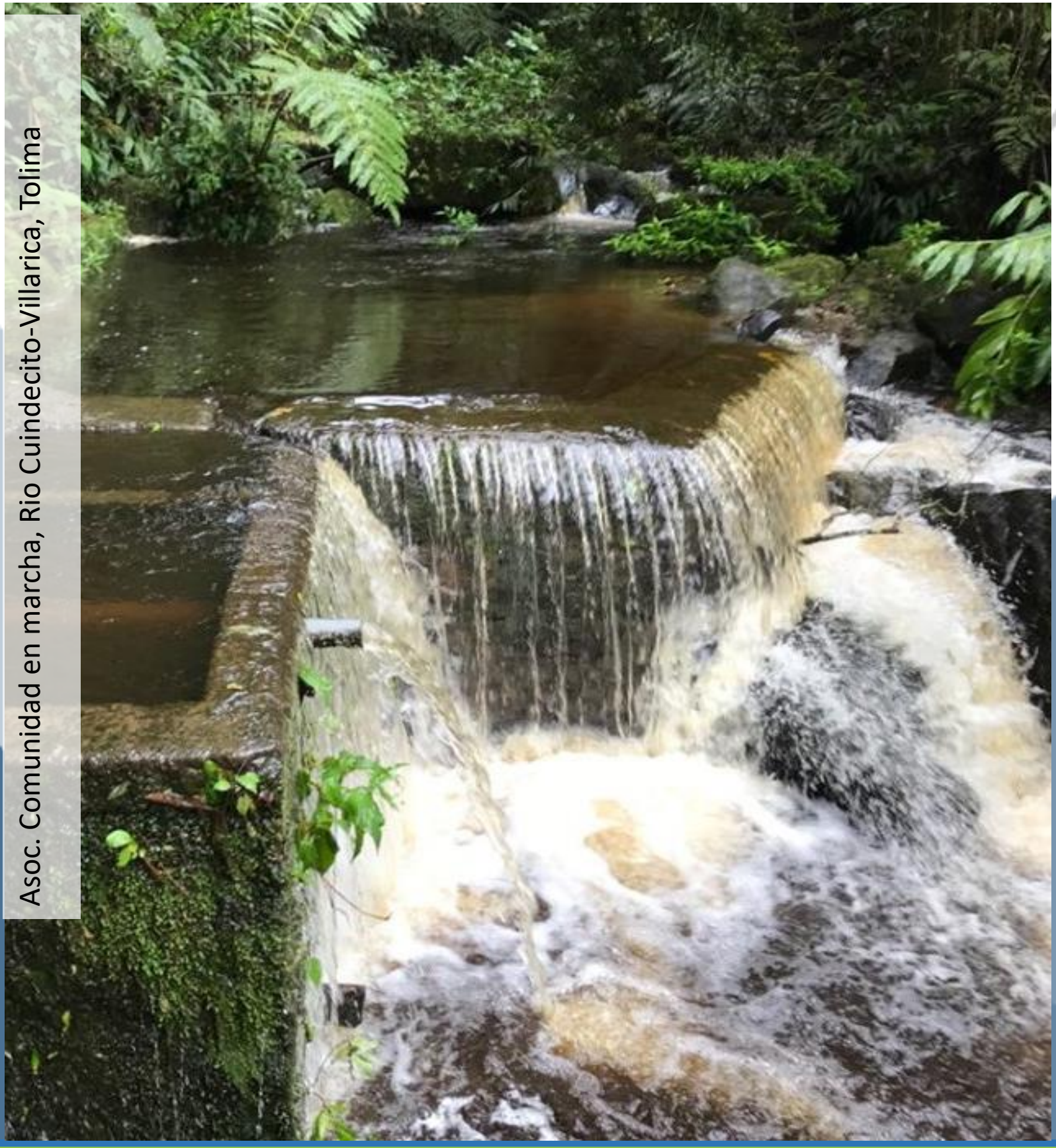
3280	0,011	0,002	2125.02.2.3	Quebrada Patiburri	2,225	0,095	0,005	6,105
TOTAL	15,02	0,63			32,77	1,49	0,74	6,25

Las áreas aferentes de los 4 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,63 l/s/Km^2. Las áreas aferentes de los acueductos municipales de Villahermosa, presenta un rendimiento hídrico de 0,047 l/s/Km^2 y 0,580 l/s/Km^2 que corresponde al 0,002% y 0,147% del rendimiento hídrico total de las microcuencas Quebrada Guayabal y Quebrada Bonita, respectivamente. El área aferente que presenta el menor rendimiento hídrico es la del acueducto de la Asociación de usuarios del acueducto de la Vereda Patiburri/Villahermosa con 0,002 l/s/km^2 el cual corresponde al 6,1% del rendimiento hídrico total de la microcuenca denominada Quebrada Patiburri.

Figura 9. Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villahermosa.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.



Asoc. Comunidad en marcha, Rio Cuindecito-Villarica, Tolima

ANEXO 46 -

CARACTERIZACION GENERAL MUNICIPIO DE VILLARICA

Corporación Autónoma Regional del Tolima

CONTENIDO

MUNICIPIO DE VILLARRICA **3**

1. Localización **3**

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia **3**

3. Litogeoquímica **6**

4. Hidrogeología **7**

5. Unidades de Suelo **8**

6. Capacidad de Uso del Suelo **11**

7. Pendientes **12**

8. Cobertura de la Tierra **14**

9. Rendimiento Hídrico **16**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Villarrica. **3**
Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA **4**
Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Villarrica. **5**
Tabla 4 Tipo de obras de captación **5**
Tabla 5 Estado actual de las obras de captación **5**
Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios **6**
Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica. **7**
Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica. **10**
Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Villarrica. **11**
Tabla 10 Pendientes (%) presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica **14**
Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica. **14**
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Villarrica **16**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación acueductos municipio de Villarrica y sus áreas aferentes **4**
Figura 2 Estado de las obras de captación **6**
Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes. **8**
Figura 4 Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes. **9**
Figura 5 Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes. **11**
Figura 6 Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Villarrica y en sus áreas aferentes. **13**
Figura 7 Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes. **15**
Figura 8 Rendimiento hídrico del municipio de Villarrica y en las áreas aferentes de los acueductos. **17**
Figura 9 Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica. **18**

MUNICIPIO DE VILLARRICA

1. Localización

El municipio de Villarrica se encuentra situado al en la región oriental del departamento del Tolima, limita al Norte con Cunday, al Sur con dolores, al occidente con Cunday y Purificación, al Oriente con Cabrera (Cundinamarca) y Colombia (Huila) y dista 171 (Km), alrededor de 3 horas del Municipio de Ibagué su Cabecera Municipal está localizada sobre los 3°56'11" de latitud Norte y 74°36'5" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. El municipio tiene un área de 1443km² con altura promedio sobre el nivel del mar de 860 m y la temperatura promedio de 24°c

Extensión superficie (kilómetros cuadrados) El municipio tiene un área de 480 Kilómetros cuadrados, de los cuales sólo el 0,09%, corresponde al área urbana conformada por seis (6) barrios y el 99,91% al sector rural; con tres (3) centros poblados (Alpes, La Colonia y Puerto Lleras) y 32 veredas.

2. Acueductos Veredales y Zonas de Aferencia

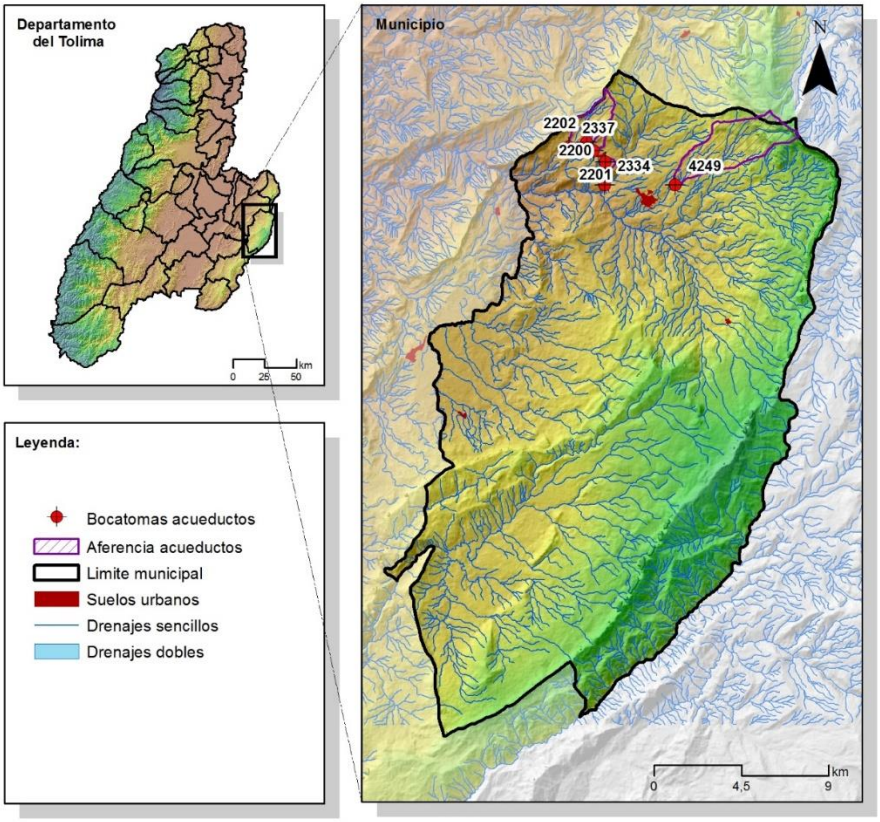
El municipio de Villarrica cuenta con 6 concesiones de agua las cuales se encuentran activas cómo se describen en la tabla 1.

Tabla 1 Ubicación de los acueductos del municipio de Villarrica.

LLAVE	NOMBRE ACUEDUCTO	ESTADO	COORDENADAS		ALTURA (MSNM)	LITRAJE CONCESIONADO	ÁREA AFERENCIA (HA)
			Latitud	Longitud			
2200	J.A.C. VDA. EL HOYO DEL MUNICIPIO DE VILLARRICA.	Regular	3,95448	-74,6201	1164	0,198	26,96137
2201	J.A.C. VDA. EL HOYO DEL MUNICIPIO DE VILLARRICA.	Regular	3,95961	-74,6256	1200	0,484	40,54973
2202	J.A.C. VDA. EL HOYO DEL MUNICIPIO DE VILLARRICA.	Malo	3,96367	-74,6287	1217	0,321	52,96210
2334	JAC. VDA. LOS ALPES/VILLARRICA.	Regular	3,94364	-74,6203	1249	0,482	12,60264
2337	J.A.C. VDA. EL DARIEN MPIO. DE VILLARRICA.	Malo	3,96138	-74,6369	955	0,483	298,75489
4249	ASOC. COMUNIDAD EN MARCHA.	Regular	3,94364	-74,5874	1309	3,88	1086,545

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 1 Ubicación acueductos municipio de Villarrica y sus áreas aferentes



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Igualmente, estos acueductos del municipio de Villarrica suman un caudal concesionado que corresponden a 5,85 Lts.seg^{-1} destinados al uso de acueductos Veredales y municipal como se muestra a continuación:

Tabla 2 Caudal concesionado registrado ante CORTOLIMA

TIPO DE POBLACIÓN	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
MUNICIPAL	1	3,88
VEREDAL	5	1,97
TOTAL	**6**	**5,85**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

De esta manera CORTOLIMA desarrolló durante 2018 y 2019 la elaboración de visitas técnicas con el fin de conocer el estado de las fuentes hídricas que abastecen dichos acueductos, además, determinar el estado de las obras de captación confirmación de coordenadas, usos actuales, población abastecida entre otros.

Se identificaron 3 fuentes hídricas para el abastecimiento de estos acueductos, siendo el río Cuindecito la que cuenta con la mayor captación hídrica con un caudal concesionado de 3,88 Lts.seg^{-1} a continuación se relacionan las fuentes hídricas abastecedoras de acueductos

Tabla 3 Fuentes hídricas abastecedoras de acueductos del municipio de Villarrica.

FUENTE HIDRICA CAPTACIÓN	COD. FUENTE HIDRICA	CONCESIONES	LITRAJE Lt.seg
Rio Cuinde	2116.9.1	4	1,49
Rio Cuindecito	2116.9.1.5	1	3,88
Quebrada La Ruidosa	2116.9.1.6	1	0,48
TOTAL		**6**	**5,85**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Una obra de captación se puede definir como una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una corriente, la selección del tipo de captación depende de diversos factores, desde el punto de vista de la ingeniería agrícola, las captaciones pueden plantearse para diversos usos, en esta forma su diseño dependerá de las condiciones específicas del sitio y de la naturaleza del aprovechamiento requerido. Según lo anterior, a continuación, se relacionan el tipo de estructuras u obras desarrolladas en el municipio de Villarrica:

Tabla 4 Tipo de obras de captación

TIPO OBRA DE CAPTACIÓN	TOTAL
Toma lateral	3
Toma sumergida	2
Toma de rejilla	1
TOTAL	**6**

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

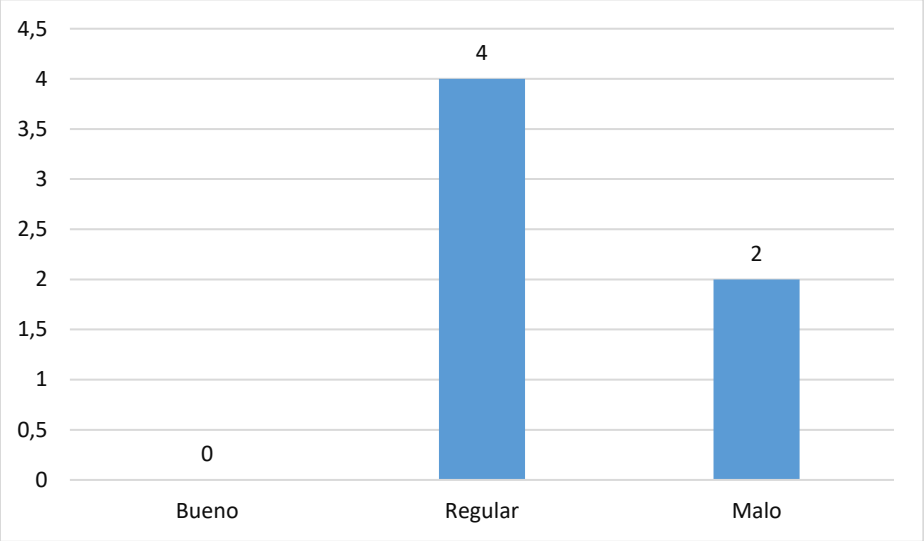
Las visitas realizadas permiten verificar que el 100,00% de las concesiones presentan estado regular o malo en sus obras los que implica que no se garantice la captación del caudal otorgado por CORTOLIMA, a continuación, el panorama del estado de obras.

Tabla 5 Estado actual de las obras de captación

ESTADO CONCESION	TOTAL	PORCENTUAL
Bueno	0	0,00
Regular	4	66,67
Malo	2	33,33

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Figura 2 Estado de las obras de captación



Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

Para el funcionamiento eficiente de este tipo de concesiones es requerido con frecuencia el uso de servidumbre de los predios en los cuales se encuentran las obras, lo que permite regular y mantener el uso adecuado del recurso hídrico, en el municipio de Villarrica, no fue reportado personal fijo en el área de captación.

La población beneficiada por concesiones de agua correspondientes a acueductos, se clasifica en usuarios permanentes y transitorios beneficiados del uso de estas captaciones, los cuales requieren directamente del recurso hídrico para el sustento de sus actividades diarias.

Tabla 6 Usuarios permanentes y transitorios

TIPO DE POBLACIÓN	PERSONAS
Personas Permanentes	1.685
Personas Transitorias	Sin definir

Fuente: Sistema de información del Recurso Hídrico SIRH 2019.

3. Litogeoquímica

Grupo Villeta (kv)

El Grupo Villeta en la Plancha 265 Icononzo, está compuesto por lodolitas negras laminadas con esporádicas intercalaciones de capas delgadas de arenita cuarzosa de grano fino con laminación plana paralela y capas delgadas de caliza micrítica, Hacia la parte media superior de la unidad, aparecen intercalaciones más frecuentes de estratos gruesos de calizas micríticas, hacia la parte media inferior capas gruesas de lodolita arenosa, con laminación ondulosa no paralela discontinua, restos de peces, bivalvos y material carbonoso (Caicedo et. Al., 2002). El espesor

reportado en la Quebrada Mercadilla, límites entre las planchas 265 (Icononzo) y 264 (Espinal). El ambiente de depositación es de plataforma media a externa afectada por rápidas y posteriores somerizaciones del fondo del depósito. (Villamil, 1998).

Grupo Olini (Kso)

En el sector de la Quebrada Vichía del municipio de Cunday (Tolima), se realizó el levantamiento estratigráfico de la secuencia del Grupo Olini: compuesto por liditas intercaladas con lodolitas grises macizas en la base y al tope arenitas cuarzosas (Lidita inferior) con un espesor de 76 m; el Olini medio se compone por arenitas de cuarzo hialino, friables de color blanco de grano fino, con buena redondez y selección, en capas cuneiformes gruesas a muy gruesas; hacia la base se intercalan lodolitas grises y arenitas de grano muy fino con laminación interna ondulosa y moderada bioturbación, espesor de 194 m; la lidita superior está conformada por chert gris oscuro con laminación muy fina plana paralela, intercalados con arenitas de cuarzo con abundantes pellets fosfáticos, fragmentos de espinas de peces; y limolitas de cuarzo en capas delgadas con restos de peces y conchas de bivalvos, presenta un espesor de 80.5 m (Caicedo et. Al., 2002). Es importante tener en cuenta que en el sector de estudio se encontró aflorando el miembro de lidita inferior.

El ambiente de depositación para Lidita inferior y superior es de plataforma externa con influencia de tormentas, el Olini medio se interpreta como de un ambiente de frente de playa e isla barrera (Caicedo et. Al., 2002).

4. Hidrogeología

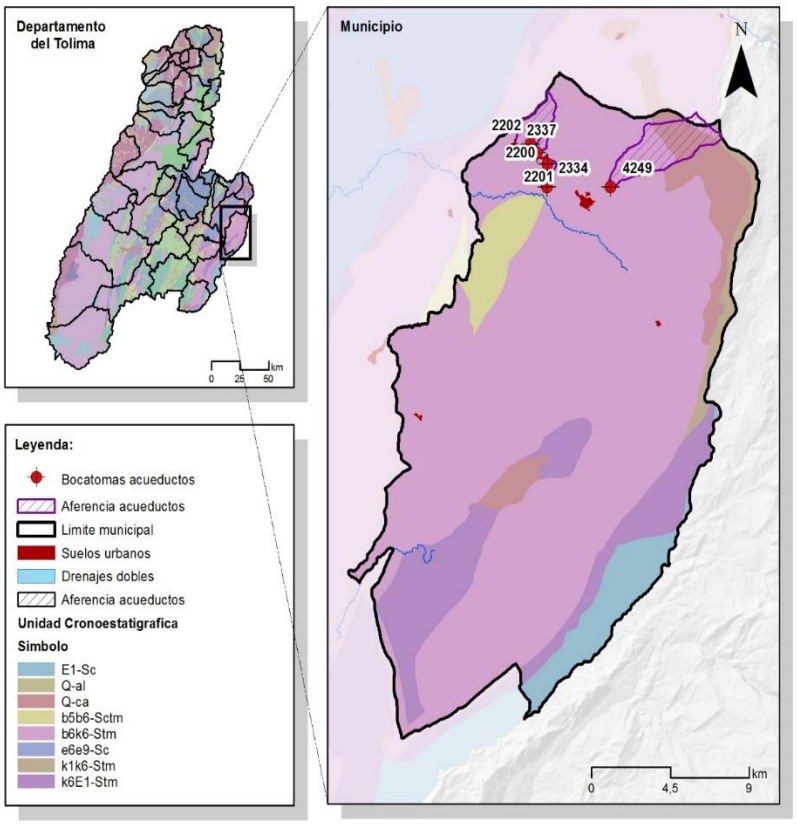
La zona se caracteriza por tener acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas de ambiente marino y continental. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química. Las principales unidades geológicas que componen la hidrogeología de la zona pertenecen a rocas del cretácico superior (K1).

Tabla 7. Unidades cronoestratigráficas presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica.

Símbolo	Descripción	Edad	Unidad Integrada	Área (ha)	%
b6k6-Stm	Shales, calizas, arenitas, cherts y fosforitas	Albiano-Maastrichtiano		1079,795	71,12%
Q-ca	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Cuaternario		423,992	27,92%
k1k6-Stm	Shales, calizas, fosforitas, cherts y cuarzoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy y facies más arenosas al sur.	Cenomaniano-Maastrichtiano		14,589	0,96%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Figura 3. Unidades cronoestratigráficas de los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

5. Unidades de Suelo

El análisis del tipo de suelo y la capacidad de uso presentado en las áreas aferentes se realizó con base al estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Tolima realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el año 2004, teniendo en cuenta la actualización realizada en el año 2015, el cual muestra un mapa de suelos del departamento a escala 1:100.000.

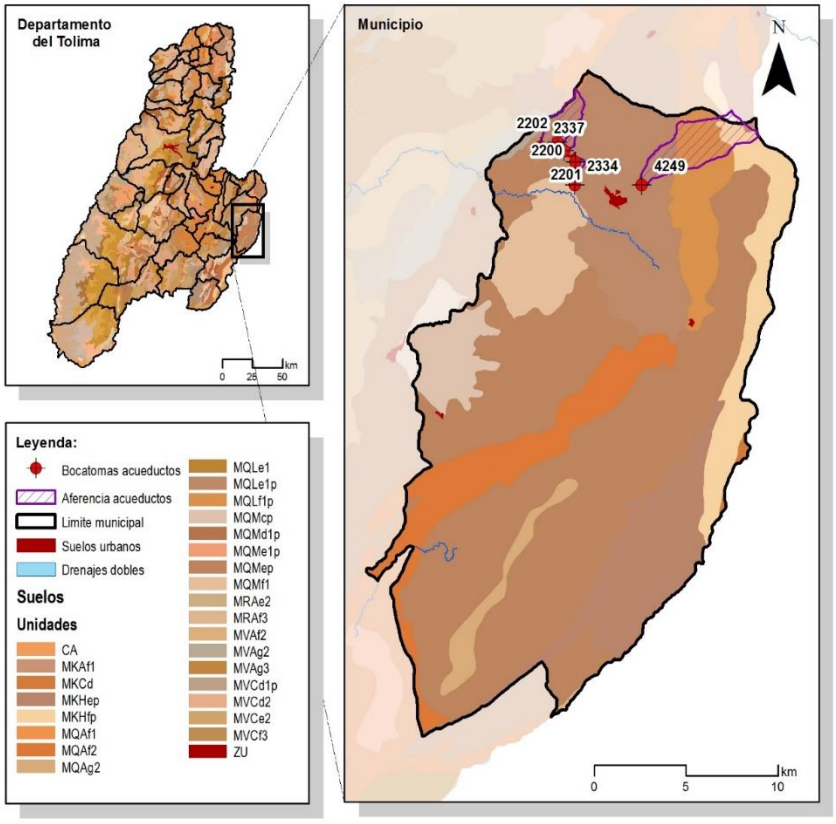
Para realizar esta descripción, los suelos fueron delimitados de acuerdo a sus características y propiedades: morfológicas, físicas, químicas y biológicas: correlacionando los diferentes factores que han influido en su génesis, como el material parental, el clima, los organismos, el relieve y el tiempo de evolución y observando los procesos involucrados: ganancias, pérdidas, translocaciones y transformaciones. La clasificación taxonómica y la estructuración de las unidades cartográficas fueron realizadas siguiendo los sistemas del Soil Taxonomy de 1992, y el manual de reconocimiento de suelos, según las normas de la Subdirección de Agrología del IGAC (1981). Las unidades taxonómicas utilizadas son: orden,

suborden, gran grupo y subgrupo y las unidades cartográficas son: consociación, asociación, grupo indiferenciado y complejo, de las cuales resultaron 64 unidades que se identifican con símbolos alfanuméricos.

El símbolo que identifica las unidades cartográficas está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo como subíndice. La primera letra mayúscula identifica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico de la unidad de mapeo; las letras minúsculas indican fases por pendiente, pedregosidad e inundación, y el número arábigo el grado de erosión.

Los suelos presentes en el municipio de Villarrica se pueden observar en la figura 4, así como la ubicación de las bocatomas de los acueductos del municipio y sus respectivas áreas aferentes.

Figura 4 Unidades de suelos presentes en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes del municipio de Villarrica se encuentran principalmente en suelos pertenecientes a las unidades MQLe1p con el 44,43 %, y MQLf1p con 39,02 % del área total los cuales son de suelos de clima templado húmedo, son profundos

bien drenados de texturas medias a finas, ácidos, altos de materia orgánica y de fertilidad moderada. Sus relieves son fuertemente ondulados, ligera a moderadamente escarpados, de pendientes cortas, localmente con rocosidad superficial y erosión ligera.

Igualmente, los suelos MKHfp de clima Frío húmedo, tienen una presencia de 13,37%; suelos profundos, bien drenados de texturas medianas a finas, fuertemente ácidos, ricos de materia orgánica y de fertilidad moderada.

El relieve es de ligera a moderadamente escarpado, pendientes cortas, con recubrimientos de cenizas volcánicas.

Tabla 8 Suelos presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica.

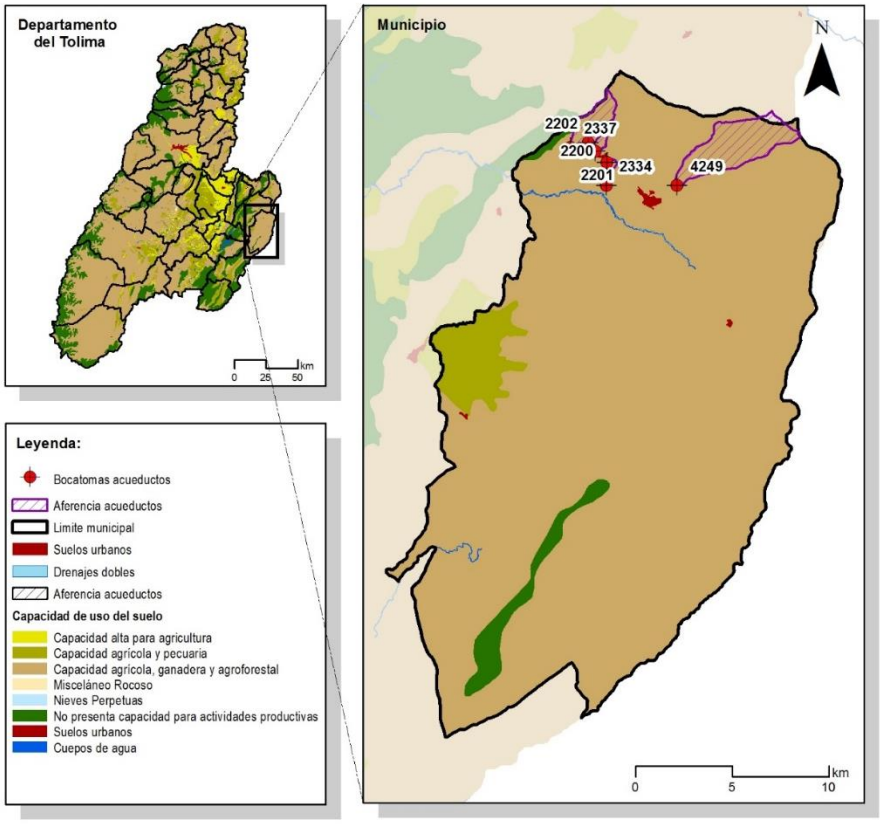
UC Suelo	CLIMA	PAISAJE	TIPO RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	TEXTURA	ORDEN	AREA (HA)	%
MQLe1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	674,546	44,43
MQLf1p	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y arcillolitas	Media y gruesa	INCEPTISOLES	592,505	39,02
MKHfp	Frío húmedo	Montaña	Lomas	Cenizas volcánicas y rocas sedimentarias	Media y gruesa	ANDISOLES	202,934	13,37
MKAf1	Frío seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas)	Media	ANDISOLES	19,682	1,30
MQAf1	Templado seco	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Gruesa y media	INCEPTISOLES	16,810	1,11
MVAg2	Cálido húmedo	Montaña	Espinazos	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	11,627	0,77
MQMf1	Templado húmedo	Montaña	Lomas	Rocas sedimentarias (areniscas y arcillolitas)	Media	INCEPTISOLES	0,272	0,02
				TOTAL			1518,376	100,000

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

6. Capacidad de Uso del Suelo

Para la clasificación por capacidad de uso de las tierras del Departamento del Tolima, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004). Este sistema comprende las categorías de clase, subclase y grupo de manejo.

Figura 5 Capacidad de uso de suelo presentes en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Tabla 9 Capacidad de uso de tierras áreas aferentes acueductos municipio de Villarrica.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	%
6pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	674,545	44,425
7pe	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	609,315	40,129
7p	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	222,615	14,661
8	No presenta capacidad para actividades productivas	11,6269	0,765
7ps	Capacidad agrícola, ganadera y agroforestal	0,2723	0,017
		1518,3742	100

El 54,80 % de los suelos de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica se encuentran en la clase agroecológica 7 (7pe,7p y 7ps) las cuales presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. Los suelos categoría 7pe, son suelos con limitación por pendiente (p) y por erosión (e), los suelos presentes en la categoría 7p, son suelos con limitación por pendiente (p) y en la categoría 7ps, se presenta limitación por pendientes (p) y por suelos (s).

El 44,42% de los suelos de las áreas aferentes se encuentra en la clase agroecológica 6, estos suelos presentan limitaciones muy severas en términos generales, que las hacen aptas únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se lleva a efecto evitando el sobrepastoreo y con buen manejo de los potreros. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistema de manejo que incluyan prácticas de conservación de suelos tanto culturales como mecánicas, con cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la región, con cobertura rastrera y de sombrío. Son suelos con limitación de pendiente (p) y suelos (s).

7. Pendientes

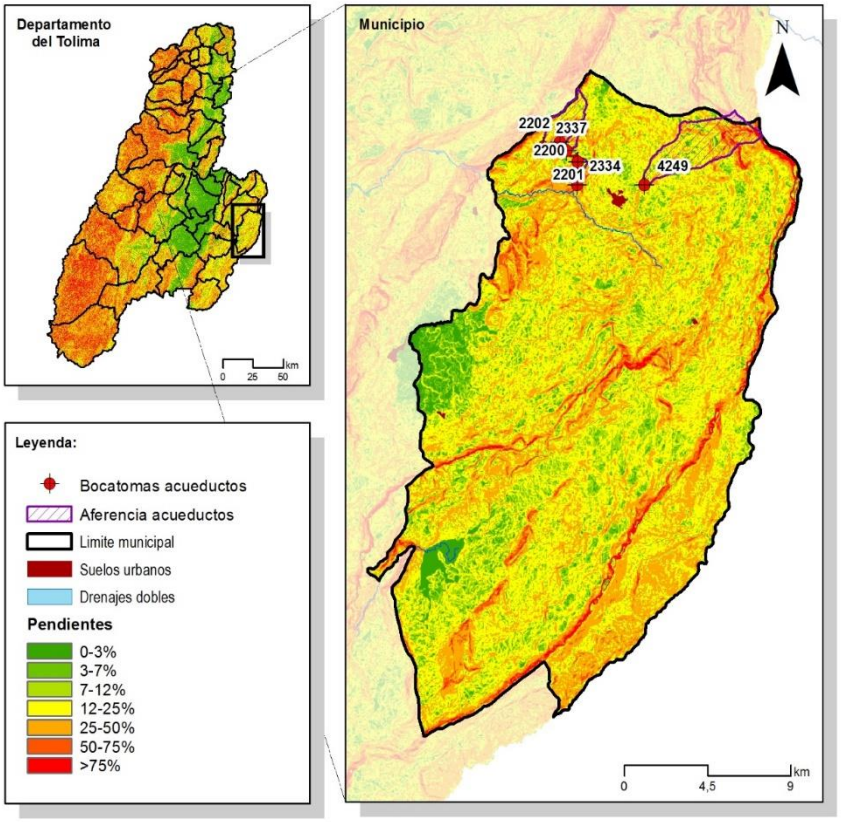
Las pendientes del terreno se determinaron teniendo en cuenta el modelo de elevación digital (DEM) de 30 m liberado por la nasa, generada en ArcGIS desde un TIN o RASTER mediante algoritmo directo. Para cada celda, la pendiente calcula la tasa máxima de cambio en el valor de esa celda con sus 8 vecinos. Básicamente, el cambio máximo en la elevación más la distancia entre la celda y sus ocho vecinos identifica la pendiente cuesta abajo de la celda.
Se establecen siete (7) categorías de clasificación de pendientes de la siguiente manera: 0-3%, 3-7%, 7-12%, 12-25%, 25-50%, 50-75%, >75%, como se observa en la figura 6.

La Resolución No. 2965 de septiembre 12 de 1995, emitida por el IGAC, describe las pendientes de terreno de forma simple de la siguiente manera:

- ✓ Plano: Tierra a nivel con pendientes menores del 1%.
- ✓ Ligeramente plano: Tierras poco inclinadas, con pendientes de 1-3 %.
- ✓ Moderadamente inclinado: Tierras con ligera inclinación con pendientes entre 3 - 7%.
- ✓ Inclinado: Tierras en forma de planos inclinados, con pendientes de 7-12%
- ✓ Fuertemente Inclinado: Tierras con inclinación fuerte y pendientes variables entre 12 - 25%.

- ✓ Escarpado: Tierras con inclinaciones fuertes y muy fuertes con pendientes entre 25 - 50%.
- ✓ Muy escarpados: Tierras con inclinaciones muy fuertes con pendientes superiores al 50%.

Figura 6 Pendiente (%) presente en los acueductos del municipio de Villarrica y en sus áreas aferentes.



.

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Luego de realizar la clasificación de pendientes en las áreas aferentes del municipio de Villarrica se encuentra que el rango de pendiente predominante en estas áreas de los acueductos para este municipio es de 0-3 % conformando una topografía plana y abarcando un total de 42,65 % del área global de las áreas aferentes (ver tabla10), seguido de zonas fuertemente escarpadas >75% abarcando un porcentaje del área equivalente al de 29,41%.

Tabla 10 Pendientes (%) presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica

RANGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO (%)
12-25%	Fuertemente inclinado	22,12	1,45%
25-50%	Ligeramente escarpado	38,94	2,56%
7-12%	Moderadamente inclinado	67,48	4,44%
50-75%	Moderadamente escarpado	117,66	7,74%
3-7%	Ligeramente inclinado	178,43	11,74%
>75%	Fuertemente escarpado	447,03	29,41%
0-3%	Plano	648,33	42,65%
		1519,99	100,00%

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

8. Cobertura de la Tierra

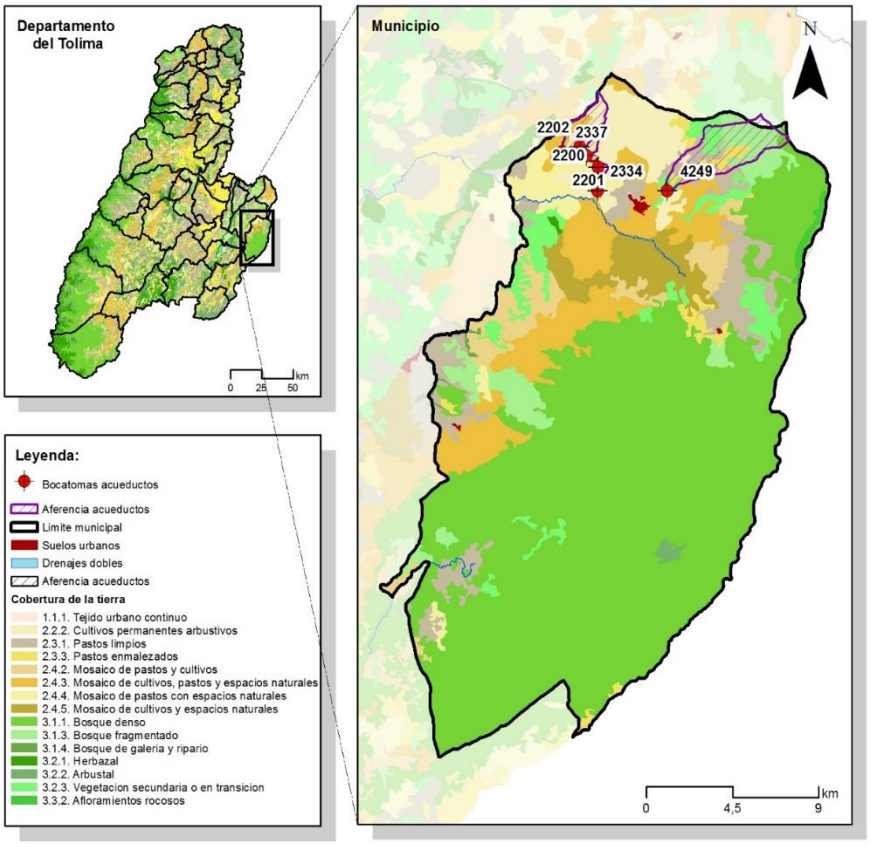
Para la interpretación de coberturas de las áreas aferentes del municipio de Villarrica se tomó como referencia el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100.000 elaborado por la Universidad del Tolima (2015) de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia (IDEAM, 2010).

Tabla 11 Coberturas de la tierra presentes en las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica.

CODIGO	DESCRIPCION	AREA (HA)	% CUBRIMINETO
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	455,222	29,981
2.2.2.2	Café	297,488	19,593
2.3.1	Pastos limpios	240,604	15,846
2.3.3	Pastos enmalezados	152,338	10,033
3.2.3	Vegetación secundaria o en transición	143,905	9,478
2.4.3	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	139,440	9,183
2.4.4	Mosaico de pastos con espacios naturales	60,658	3,995
3.1.1.1.1	Bosque denso alto de tierra firme	28,721	1,892
		1518,376	100

Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019

Figura 7 Tipos de cobertura de la tierra presente en los acueductos del municipio de Villarrica y sus áreas aferentes**.**



Fuente: Universidad del Tolima (2015)

El 29,98% de las áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica presentan cobertura de Bosque fragmentado con vegetación secundaria, que comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. Los parches de intervención deben representar entre 5% y 50% del área total de la unidad. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

El 19,59% de la cobertura de las áreas aferentes está dedicada al cultivo de café, (Coffea sp.) bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o a libre exposición. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género Coffea de la familia Rubiácea.

Las coberturas de pastos (Pastos limpios y pastos enmalezados) representan entre 25,87% de la superficie total del mosaico.

Las áreas correspondientes a la cobertura de Bosque denso alto de tierra firme, solamente intervienen en el 1,89 % de las áreas de aferencia de los acueductos del municipio de Villarrica.

9. Rendimiento Hídrico

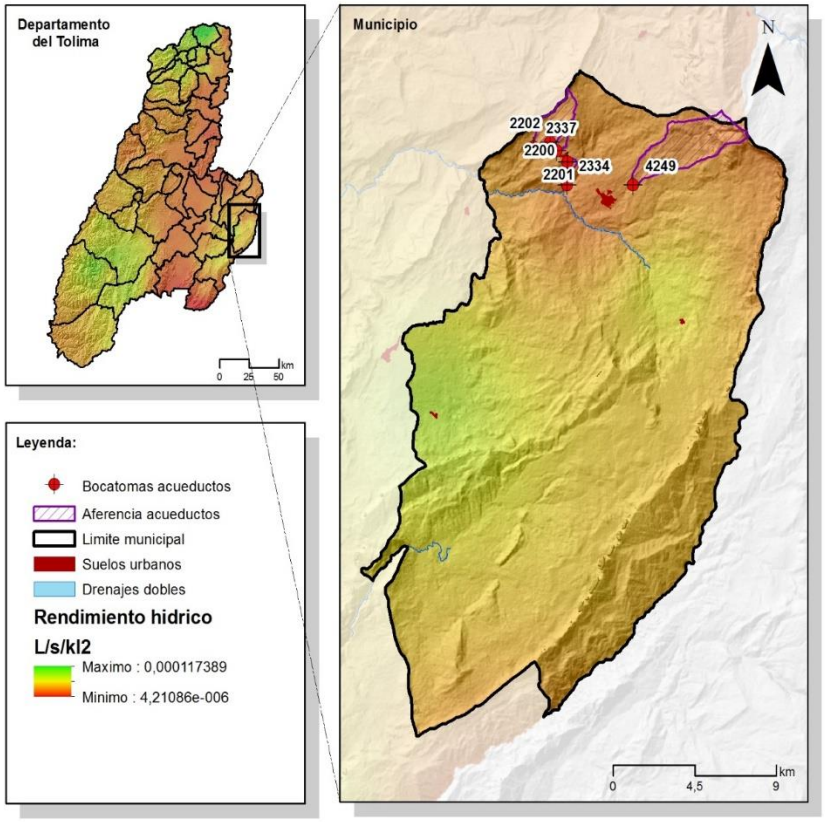
Puede definirse como la relación que existe entre la disponibilidad de agua y el área, y resulta un indicador muy útil que determina la cantidad de agua producida por km² en una zona hidrográfica.

El rendimiento hídrico anual de las áreas aferentes se estimó con la información de oferta hídrica calculada con la metodología de balance hídrico a largo plazo

Rendimiento hídrico: Disponibilidad media anual (l/s) / área (km²)
Tabla 12 Rendimiento hídrico áreas aferentes acueductos del municipio de Villarrica

LLAVE	Área aferencia (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO AREA AFERENTE	CODIGO MICROCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	Área microcuenca (km²)	RENDIMIENTO HÍDRICO MICROCUENCA	% RH Área Aferente respecto RH Micro	% Área de Aferencia respecto Área Micro
2200	0,270	0,007	Rio Cuinde	2116.9.1	136,777	4,574	0,15%	0,20%
2201	0,405	0,011					0,23%	0,30%
2202	0,530	0,014					0,31%	0,39%
2337	2,988	0,082					1,80%	2,18%
2334	0,126	0,003	Quebrada La Ruidosa	2116.9.1.6	20,720	0,543	0,59%	0,61%
4249	10,865	0,287	Rio Cuindecito	2116.9.1.5	14,740	0,382	75,09%	73,71%
TOTAL	15,184	0,404			582,570	5,499		

Figura 8 Rendimiento hídrico del municipio de Villarrica y en las áreas aferentes de los acueductos.



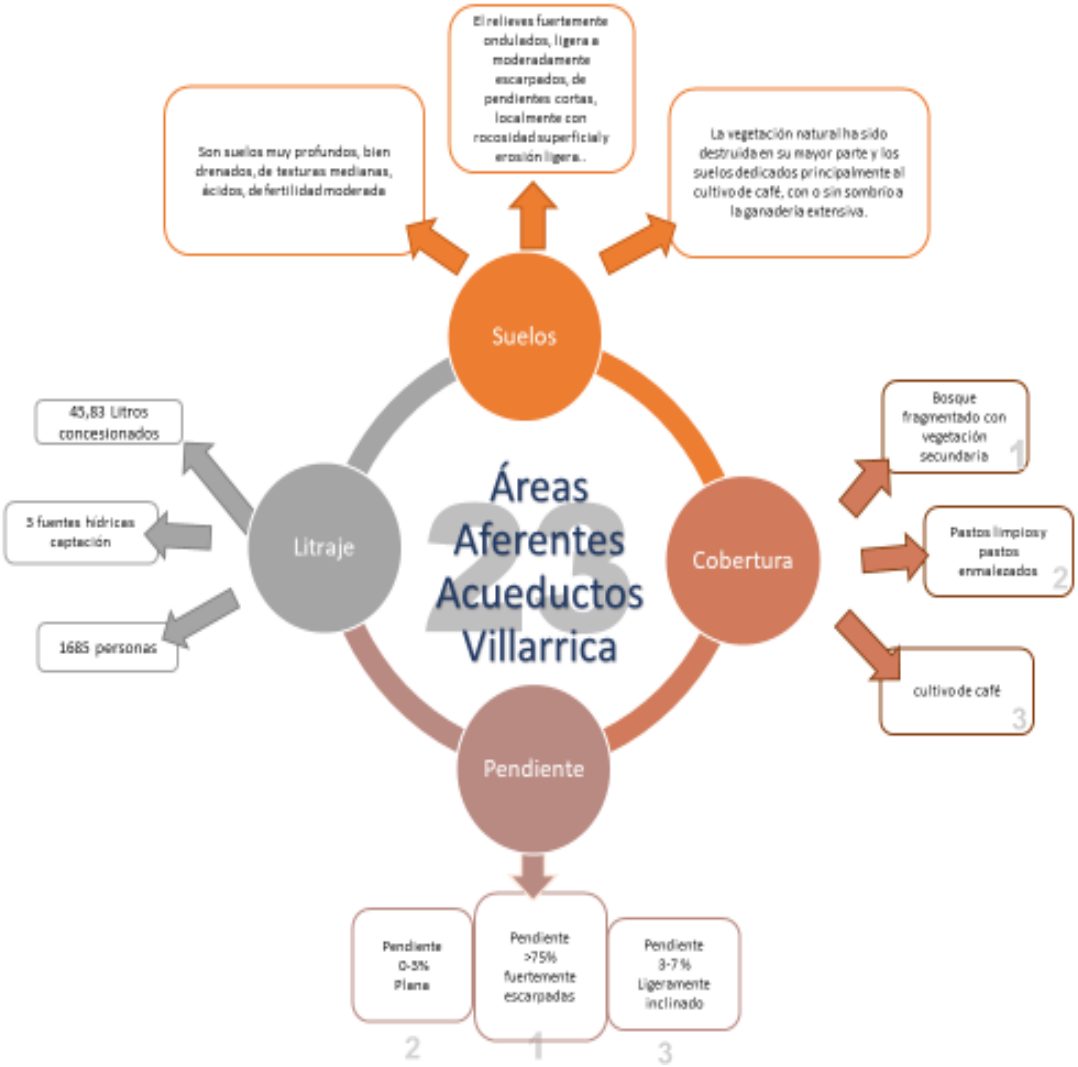
Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.

Las áreas aferentes de los 6 acueductos del municipio presentan un rendimiento hídrico de 0,404 l/s/Km^2 que corresponden al 2,33% del rendimiento hídrico total del municipio de Villarrica que posee un rendimiento Hídrico cercano a los 17,27 l/s/Km^2.

El área aferente del acueducto municipal de Villarrica (llave 4249), presenta un rendimiento hídrico de 0,287l/s/Km^2 que corresponde al 75,09% del rendimiento hídrico total del rio Cuindecito.

El área aferente del acueducto de la J.A.C. vda. el Darién (llave 2337) presenta un rendimiento hídrico de 2,988 l/s/km^2 de apenas 1,80% del rendimiento hídrico del rio Cuinde que posee aproximadamente 4,574 l/s/km^2 de rendimiento hídrico.

Figura 9 Resumen características áreas aferentes de los acueductos del municipio de Villarrica.



Fuente: Grupo Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH 2019.