

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

**REGLAMENTACIÓN DE LA QUEBRADA LA APICALÁ AFLUENTE DE LA
SUBZONA HIDROGRÁFICA RÍO SUMAPAZ**



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA

CORTOLIMA

IBAGUE, AGOSTO 2018

CARLOS ARTURO MORA GARCIA

Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica

MARIA ROMELIA LEONEL CRUZ

Líder Grupo de Recurso Hídrico (Supervisora)
Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica

LINA GABRIELA GUARNIZO MONTILLA

Ingeniera Forestal
Contratista Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica

SEBASTIAN MEJIA CONDE

Abogado
Contratista Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica

CESAR FERNANDO JIMENEZ GONZALEZ

Ingeniero Sanitario
Contratista Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	11
1. OBJETIVOS.....	13
2. MARCO NORMATIVO	14
3. GENERALIDADES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LA QUEBRADA LA APICALA	18
3.1 Localización geográfica de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Apicalá. 18	
3.2 Límites de la cuenca	20
3.3 Clima	20
3.4 Economía	20
3.5 División de la cuenca	21
3.6 Veredas	23
3.7 Coberturas y uso de la tierra	25
3.8 Suelos	28
3.9 Zonas de vida.....	29
4. DESCRIPCIÓN HIDROLOGICA PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA LA APICALÁ AFLUENTE DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SUMAPAZ.....	31
4.1 Precipitación.....	35
4.1.1 Análisis y tratamiento de la información Pluviométrica.	35
4.1.2 Registro Histórico	35
4.1.3 Polígonos de Thiessen	37
4.1.4 Análisis pluviométrico de la cuenca Hidrográfica de la quebrada La Apicala	39
4.2. Temperatura.....	48
4.3. Evapotranspiración Potencial	55
4.4 Evapotranspiración Real	61
5. BALANCE HIDRICO	66
5.1 Oferta Hídrica	67
5.2 Rendimiento Hídrico	72
5.3 Reducción de Oferta por Caudal Ecológico.....	78
5.4 Calidad del Agua	78
5.4.1 Elementos conceptuales.....	78
5.4.2 Elementos metodológicos.....	82

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

5.4.3 Escenarios hidrológicos para la clasificación de los monitoreos	84
5.4.4 Procesos de alteración de la calidad del recurso hídrico	84
5.4.5 Condiciones de calidad del recurso hídrico	90
5.4.6 Limitaciones, restricciones al uso del recurso y reducción de la oferta por calidad del agua	96
5.5 Propuesta Caudal para Distribución	98
6. INDICADORES AMBIENTALES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	105
6.1 Indicadores de Régimen Natural	105
6.1.1 Índice de aridez	105
6.1.2 Índice de Retención y Regulación Hídrica	109
6.2. Indicadores de Régimen Antrópico	111
6.2.1 Índice de Uso del agua	112
6.2.2 Índice de Vulnerabilidad	115
7. REGLAMENTACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS	117
7.1 Procedimiento de la Reglamentación	117
7.2 Aspectos técnicos de la cuenca hidrográfica de la quebrada Apicala	126
7.3 Revisión del maestro de aguas de usuarios concesionados de la quebrada La Apicala	127
7.4 Usuarios de aguas superficiales registrados en el censo	132
7.4.1 Demanda hídrica de usuarios no concesionados	136
7.4.2 Módulos de consumo	137
8. CONCLUSIONES	141
BIBLIOGRAFIA	144

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Municipios con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	21
Tabla 2. Veredas pertenecientes a la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	23
Tabla 3. Cobertura Vegetal y usos de la tierra de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	26
Tabla 4. Suelos encontrados en la cuenca de la quebrada La Apicalá	29
Tabla 5. Zonificación y codificación Hídrica de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	32
Tabla 6. Estaciones climatológicas con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, Departamento del Tolima	35
Tabla 7. Valores de precipitación media mensual (mm), periodo 1986 – 2015, para las estaciones con influencia sobre la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	40
Tabla 8. Estación Apto Santiago Villa, utilizada para el cálculo de temperatura, con el método de gradiente altitudinal.....	49
Tabla 9. Valores de Temperatura media mensual (°C), periodo 1986-2015, la cuenca hidrográfica de la Quebrada Apicala.	50
Tabla 10. Factor de corrección f, por duración media de las horas de sol expresada en unidades de 30 días, con 12 horas de sol cada una	57
Tabla 11. Valores medios mensuales (mm) y totales (mm), de la evapotranspiración potencial (ETP), para el periodo 1986-2015, en la estación con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	57
Tabla 12. Valores medios mensuales (mm) y totales (mm), de la evapotranspiración Real (ETR), para el periodo 1986-2015, en las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	62
Tabla 13. Oferta hídrica superficial (l/s) mensual y total multianual, obtenidos a través de la metodología de balance hídrico de largo plazo, para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.	67
Tabla 14 . Oferta hídrica superficial (l/s) total, obtenidos a través de la metodología de balance hídrico de largo plazo, para las microcuencas de la quebrada La Apicalá	68
Tabla 15. Rendimiento hídrico (l/s*km ²), obtenido, para la cuenca Hidrográfica de la Quebrada Apicalá.....	72
Tabla 16. Rendimiento hídrico (l/s*km ²), obtenido, para las microcuencas Hidrográficas de la quebrada La Apicalá.....	73
Tabla 17. Datos de caudal y precipitación calculados con el método de largo plazo, para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	76

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 18. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA .	80
Tabla 19. Categorización IACAL	81
Tabla 20. Criterios de reducción de la oferta por calidad del agua.....	83
Tabla 21. Escenarios hidrológicos para la clasificación de los monitoreos	84
Tabla 22. Cargas vertidas cuenca quebrada La Apicalá (UHNI)	85
Tabla 23. Oferta hídrica total y acumulada Microcuencas priorizadas por presión y UHNI.	87
Tabla 24. Presión por patógenos en las Microcuencas de interés y UHNI.....	88
Tabla 25. IACAL para microcuencas con presión representativa y para la UHNI .	89
Tabla 26. Criterios de calidad CORTOLIMA - parámetros prioritarios UHNI – quebrada La Apicala	91
Tabla 27. Puntos monitoreo cuenca quebrada Apicalá	92
Tabla 28. Resultados caracterizaciones monitoreos de calidad del agua cuenca quebrada Apicalá	94
Tabla 29. Resultados ICA cuenca quebrada Apicalá	95
Tabla 30. Restricciones y limitaciones al uso del recurso por calidad del agua	97
Tabla 31. Reducción de la oferta hídrica por calidad del agua.....	98
Tabla 32. Caudal de distribución para la cuenca de la quebrada La Apicala	99
Tabla 33. Índice de Aridez (IA)	105
Tabla 34. Índice de retención y regulación hídrica (IRH).....	109
Tabla 35. Índice de uso de agua superficial (IUA).....	112
Tabla 36. Índice de uso de agua para las subcuencas en donde se registran usuarios del recurso hídrico.....	114
Tabla 37. Índice vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH).....	115
Tabla 38. Procedimiento para la reglamentación de fuentes hídricas y/o cuencas hidrográficas.....	118
Tabla 39. Usuarios registrados en el maestro a de aguas de CORTOLIMA	127
Tabla 40. Usos del agua y caudal de las concesiones registradas ante CORTOLIMA	128
Tabla 41. Usuarios de agua superficial registrados en el censo de usuarios	132
Tabla 42. Usuarios no concesionados registrados en el censo.....	136
Tabla 43. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.	139
Tabla 44. Módulo de consumo adoptados de CORPOCALDAS	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variabilidad de la precipitación media de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	41
Figura 2. Ciclo anual de la precipitación media mensual (mm), periodo 1986-2015, para 5 estaciones de medición de lluvia, en la cuenca de la quebrada La Apicalá: 1 Suarez, 2 Cunday, 3 Hda La Granja, 4 Carmen de Apicalá, 5 Las Dos Aguas.	42
Figura 3. Precipitación media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	44
Figura 4. Comportamiento temporal de la precipitación media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca de la quebrada La Apicala	45
Figura 5. Variabilidad de la precipitación media mensual multianual de las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá periodo (1986 – 2015)	46
Figura 6. Comportamiento de la precipitación media interanual para todas las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá (Periodo 1986 – 2015).....	47
Figura 7. Temperatura media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	52
Figura 8. Ciclo anual de la temperatura media mensual (°C), periodo 1986- 2015, para 5 estaciones, en la cuenca de la Quebrada Apicalá: 1 Suarez, 2 Cunday, 3 Hada La Granja, 4 Carmen de Apicalá y 5 Las Dos Aguas.....	53
Figura 9. Variabilidad anual de la temperatura (°C), en el periodo 1986 - 2015, para las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.	54
Figura 10. Variabilidad interanual de la temperatura (°C), en el periodo 1986-2015, para las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	55
Figura 11. Comportamiento Temporal de la evapotranspiración potencial media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	58
Figura 12. Evapotranspiración potencial media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	60
Grafica 13. Comportamiento temporal de la Evapotranspiración Real media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	62
Figura 14. Evapotranspiración real media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	65

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 15. Oferta hídrica superficial (l/s) mensual multianual la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	71
Figura 16. Rendimiento hídrico (l/s*km ²), mensual multianual de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	75
Figura 17. Caudal calculado con relación a la precipitación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	77
Figura 18. Curva de duración de caudales.....	111
Figura 19. Usuarios registrados en el maestro de agua de CORTOLIMA.....	128
Figura 20. Usos del agua de las personas naturales registradas en el maestro de agua de CORTOLIMA	129
Figura 21. Usos del agua de las personas jurídicas registradas en el maestro de agua de CORTOLIMA	129
Figura 22. Distribución de los usuarios de agua superficial concesionados y no concesionados registrados en el censo en la cuenca de la quebrada La Apicalá	133
Figura 23. Usuarios naturales y jurídicos no concesionados de agua registrados en el censo	136

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	19
Mapa 2. División político administrativa de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	22
Mapa 3. Veredas de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	24
Mapa 4. Coberturas de la tierra de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	27
Mapa 5. Tipos de suelo de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	30
Mapa 6. Zonificación y codificación hídrica de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	33
Mapa 7. Drenajes de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.....	34
Mapa 8. Localización de estaciones climatológicas con registros de precipitación, con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	36
Mapa 9. Polígonos de Thiessen para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala	38
Mapa 10. Distribución espacial de la precipitación media anual, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	43
Mapa 11. Distribución espacial de la temperatura media anual, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.....	51
Mapa 12. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial media total (ETP), generada por el método de Thornthwaite, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	59
Mapa 13. Distribución espacial de la evapotranspiración real media anual (ETR), generada por el método de Budyco, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	64
Mapa 14. Distribución espacial de la oferta hídrica superficial (l/s) para el periodo 1986 – 2015 en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	70
Mapa 15. Distribución espacial total del rendimiento hídrico (l/s*km ²), para el periodo de 1986 – 2015 en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá	74
Mapa 16. Distribución espacial del índice de aridez anual en la cuenca de la quebrada La Apicala (período 1986-2015).....	108
Mapa 17. Distribución espacial de los usuarios naturales con concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada La Apicalá registradas en el censo..	130
Mapa 18. Distribución espacial de los usuarios jurídicos con concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada La Apicalá registradas en el censo..	131
Mapa 19. Distribución espacial de los usuarios naturales sin concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada la Apicalá registradas en el censo ...	134
Mapa 20. Distribución espacial de los usuarios naturales sin concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada la Apicalá registradas en el censo. ...	135

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Usuarios naturales y jurídicos con concesión de aguas superficiales registrados ante CORTOLIMA

Anexo 2. Usuarios naturales y jurídicos con concesión de aguas superficiales registrados en el censo

Anexo 3. Usuarios naturales y jurídicos no concesionados de aguas superficiales registrados en el censo

INTRODUCCION

El proceso administrativo que determina la cantidad de agua a disponer para un uso en particular se rige por la reglamentación de usos de agua, constituyéndose en un instrumento que permite adelantar las diferentes actividades asociadas con la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH), que a su vez se convierte en insumo para la Ordenación de la Cuenca Hidrográfica y debe ser otorgada por la Autoridad Ambiental, para el presente caso es la Corporación Autónoma Regional del Tolima.

La Corporación Autónoma Regional del Tolima, como ente regulador de los recursos naturales, tiene como prioridad la protección de las cuencas, caso más concreto en el año 1997, mediante la Resolución 427, CORTOLIMA vio la necesidad de declarar el agotamiento del recurso hídrico, entre estas cuencas se encuentra la quebrada La Apicalá la cual hace parte de la cuenca del Río Sumapaz y es objeto de este estudio.

Este proceso debe garantizar la distribución equitativa, eficiente y suficiente del agua de acuerdo a la oferta, a las necesidades básicas y productivas de la población, así como los requerimientos ambientales para conservar el equilibrio ecológico.

En esa dirección, la reglamentación pretende evitar conflictos distributivos, productivos, sociales y busca favorecer el desarrollo económico y social de las comunidades sin producir daños irreversibles en la naturaleza.

La reglamentación de cuerpos de agua se aplica con el fin de alcanzar mejor administración del uso del agua, para poder concentrar esfuerzos de control y vigilancia en las captaciones principales de las corrientes reglamentadas y conocer las condiciones actuales y futuras de oferta y demanda de la cuenca, evitando conflictos entre usuarios por el acceso al recurso.

En el departamento del Tolima han sido reglamentadas algunas corrientes o cuerpos de agua, entre los que podemos encontrar: río Opía, río Chípalo, río Alvarado, río Combeima, río Vallecitos, río Palmar, río Venadillo, las quebradas Cural y Potrero Grande, Los Cauchos, Las Novillas, La Guacamaya, Las Golondrinas, La Melgara, Palmara, Agua Fría y Porvenir entre otras.

Dado a que no se cuenta con estaciones hidrométricas dentro de la cuenca para cálculo de la oferta hídrica disponible se utilizó el, en donde se obtuvo un caudal total de $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$, resultado que se pudo comparar con el caudal calculado para el POMCA de la subzona hidrográfica del río Sumapaz en donde se utilizó el modelo SOIL con un caudal de $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$, medio modelo hidrológico de balance hídrico a largo plazo para un periodo de 30 años en condiciones normales, los componentes

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

para utilizar el modelo lluvia – caudal son la precipitación diaria, el tipo de suelos característicos de las subcuencas, la cobertura forestal y la pendiente de la cuenca.

Se pudo determinar que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos aceptados y se valida la información calculada bajo el modelo de balance hídrico a largo plazo.

Este documento se presenta como un instrumento técnico para dar inicio al proceso de reglamentación de la quebrada Apicala en donde se recoge:

Descripción y generalidades de la cuenca, Censo poblacional realizado en el año 2014 donde se registraron un total de 398 usuarios adscritos a la cuenca, entre ellos se pueden encontrar personas de carácter natural, jurídicas, concesionados y no concesionados, dicho censo fue realizado a través de consultoría.

El análisis de calidad se calculó siguiendo los lineamientos ERA desarrollados por el IDEAM y las hojas metodológicas del IDEAM. El índice se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de variables que determinan, en gran parte, la calidad de las aguas corrientes superficiales.

Para el cálculo de los indicadores ambientales se utilizaron las metodologías establecidas en el Estudio nacional del Agua 2014 (ENA).

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Elaborar el proyecto de soporte técnico para la reglamentación del uso de las aguas pertenecientes a la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá afluente de la subzona hidrográfica río Sumapaz.

1.2 Objetivos Específicos

- Estimar la oferta hídrica para la cuenca hidrográfica de la quebrada la Apicalá afluente de la subzona hidrográfica río Sumapaz y establecer la disponibilidad del recurso hídrico de la corriente principal, considerando caudal ambiental o ecológico.
- Establecer la demanda actual existente, para así identificar acciones de regulación y reglamentación.
- Calcular demanda hídrica con los datos registrados en el censo de usuarios.
- Elaborar propuesta de distribución de caudales para la quebrada Apicalá.
- Calcular indicadores ambientales antrópicos y naturales para la cuenca de la quebrada La Apicala.
- Estimar caudal ambiental para la quebrada La Apicala.

2. MARCO NORMATIVO

Los Artículos 8 y 80 de la Constitución Política de Colombia constituyen los cimientos del ordenamiento legal en torno al manejo de los recursos naturales, debido a que deja en cabeza del Estado y de las personas dentro del territorio, la obligación de proteger los recursos naturales de la Nación, adjunto a ello, la responsabilidad de planificar el uso de los recursos naturales recae en hombros de del Estado, así como garantizar el uso sostenible, la conservación, restauración y sustitución de los mismos, esta facultad de control da luz verde para que los organismos estatales regulen, conforme a la necesidad y competencia, la forma en que serán aprovechados los recursos naturales.

La ley 99 de 1993 desarrolla en un mayor grado lo que la Constitución Política definió inicialmente, es así como se le atribuyen a las Corporaciones Autónomas Regionales variadas responsabilidades y funciones, entre las cuales se encuentra, según el Artículo 31, la de otorgar concesiones y otra serie de permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales, para el caso, el aprovechamiento del agua.

Con antelación a la Ley 99 de 1993 e incluso antes de la Constitución de 1991, el Estado dio claros lineamientos al respecto de las facultades y deberes frente al uso del recurso hídrico, muestra de ello es el Decreto - Ley 2811 de 1974, que plantea lo siguiente:

“Artículo 92. Para poder otorgarle, toda concesión de aguas estará sujeta a condiciones especiales previamente determinadas para defender las aguas, lograr su conveniente utilización, la de los predios aledaños, y en general, el cumplimiento de los fines de utilidad pública e interés social inherentes a la utilización.

No obstante, lo anterior, por razones especiales de conveniencia pública, como la necesidad de un cambio en el orden de prelación de cada uso, o el acaecimiento de hechos que alteren las condiciones ambientales, podrán modificarse por el concedente las condiciones de la concesión, mediante resolución administrativa motivada y sujeta a los recursos contencioso administrativos previstos por la ley”.

“Artículo 93º.- Las concesiones otorgadas no serán obstáculo para que, con posterioridad a ellas, se reglamente la distribución de las aguas de manera general para una misma corriente o derivación.”

“Artículo 155. Corresponde al Gobierno:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

- a) Autorizar y controlar el aprovechamiento de aguas y la ocupación y explotación de los cauces;
- b) Coordinar la acción de los organismos oficiales y de las asociaciones de usuarios, en lo relativo al manejo de las aguas;
- c) Reservar las aguas de una o varias corrientes, o parte de dichas aguas;
- d) Ejercer control sobre uso de aguas privadas, cuando sea necesario para evitar el deterioro ambiental o por razones de utilidad pública e interés social;
- y e) Las demás que contemplen las disposiciones legales.”

Desde la década de los 70s e incluso antes, Colombia ha tenido en cuenta la conservación del medio ambiente y cada uno de sus componentes, de tal suerte que reguló el procedimiento para otorgar una concesión de forma generalizada, dando lugar a la reglamentación de una corriente hídrica y vaticinó que las condiciones variarían de forma cada vez más acelerada, es esta la justa causa de los siguientes artículos del decreto anteriormente citado:

“Artículo 156. Para el aprovechamiento de las aguas se estudiará en conjunto su mejor distribución en cada corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual y las necesidades de los predios.

Las personas que puedan resultar afectadas con la reglamentación, tienen el derecho de conocer los estudios y de participar en la práctica de las diligencias correspondientes.”

“Artículo 157. Cualquier reglamentación de uso de aguas podrá ser revisada o variada, a petición de parte interesada o de oficio, cuando hayan cambiado las condiciones o circunstancias que se tuvieron en cuenta para efectuarla y siempre que se haya oído a las personas que puedan resultar afectadas con la modificación.”

En tiempos más recientes, la Presidencia de la Republica de Colombia, representada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- expidió el Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” el cual compila la normatividad ambiental en un solo articulado, unificando lineamientos sobre la materia, el cual da inicio al tema de uso y concesión de aguas con el siguiente artículo:

Artículo 2.2.3.2.5.1. Disposiciones generales. El derecho al uso de las aguas y de los cauces se adquiere de conformidad con el artículo 51 del Decreto-ley 2811 de 1974:

- a) Por ministerio de la ley;
- b) Por concesión;
- c) Por permiso, y

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

d) Por asociación.

Significa lo anterior, que se pueden aprovechar las aguas; 1) Cuando refiere al uso por ministerio de ley no es otra cosa que darle uso lícito y sin que se genere una carga contaminante considerable al recurso hídrico y sin que para ello medie obra o derivación alguna; 2) La concesión es la autorización que da la autoridad legal competente para que usen el líquido vital de forma continua durante un tiempo limitado pero prorrogable y solo para los fines que se reconozcan; 3) El permiso lo otorgan los garantes del recurso hídrico para que el mismo sea usado para una actividad y ocasión específica; y 4) La asociación refiere a la unión de varias personas para explotar las aguas, generalmente para consumo humano o uso doméstico, tal como el caso de los acueductos veredales.

Ahora bien, en cuanto a las concesiones de aguas el decreto ibídem expresa:

“Artículo 2.2.3.2.7.1. Disposiciones comunes. Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines:

- a) Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación;*
- b) Riego y silvicultura;*
- c) Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación;*
- d) Uso industrial;*
- e) Generación térmica o nuclear de electricidad;*
- f) Explotación minera y tratamiento de minerales;*
- g) Explotación petrolera;*
- h) Inyección para generación geotérmica;*
- i) Generación hidroeléctrica;*
- j) Generación cinética directa;*
- k) Flotación de maderas;*
- l) Transporte de minerales y sustancias tóxicas;*
- m) Acuicultura y pesca;*
- n) Recreación y deportes;*
- o) Usos medicinales, y*
- p) Otros usos similares”.*

Como resultado se establece que conforme a los usos que se le den al recurso hídrico dentro de la subzona hidrográfica de la quebrada Apicala, todos los usuarios que deriven el agua de su cauce deberán hacerlo en virtud de una concesión de aguas.

Corporación Autónoma Regional del Tolima reglamentará la quebrada Apicala incluyendo sus afluentes, sustentado su actuación en los siguientes artículos del decreto 1076 del 2015:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Artículo 2.2.3.2.7.6. Orden de prioridades. Para otorgar concesiones de aguas, se tendrá en cuenta el siguiente orden de prioridades:

- a) Utilización para el consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural;*
- b) Utilización para necesidades domésticas individuales;*
- c) Usos agropecuarios comunitarios, comprendidas la acuicultura y la pesca;*
- d) Usos agropecuarios individuales, comprendidas la acuicultura y la pesca;*
- e) Generación de energía hidroeléctrica;*
- f) Usos industriales o manufactureros;*
- g) Usos mineros;*
- h) Usos recreativos comunitarios, e*
- i) Usos recreativos individuales.”*

“Artículo 2.2.3.2.8.1. Facultad de uso. El derecho de aprovechamiento de las aguas de uso público no confiere a su titular sino la facultad de usarlas, de conformidad con el Decreto-ley 2811 de 1974, el presente capítulo y las resoluciones que otorguen la concesión.”

“Artículo 2.2.3.2.8.2. Concesiones y reglamentación de corrientes. Las concesiones otorgadas no serán obstáculo para que la Autoridad Ambiental competente con posterioridad a ellas, reglamente de manera general la distribución de una corriente o derivación teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 93 del Decreto-ley 2811 de 1974.”

“Artículo 2.2.3.2.13.1. Reglamentación del uso de las aguas. La Autoridad Ambiental competente con el fin de obtener una mejor distribución de las aguas de cada corriente o derivación, de acuerdo con lo previsto en los artículos 156 y 157 del Decreto-ley 2811 de 1974, reglamentará cuando lo estime conveniente, de oficio o a petición de parte, el aprovechamiento de cualquier corriente o depósito de aguas públicas, así como las derivaciones que beneficien varios predios. Para ello se adelantará un estudio preliminar con el fin de determinar la conveniencia de la reglamentación, teniendo en cuenta el reparto actual, las necesidades de los predios que las utilizan y las de aquellos que puedan aprovecharlas.”

“Artículo 2.2.3.2.13.2. Conveniencia de la reglamentación. Si del resultado del estudio a que se refiere el artículo anterior, se deduce la conveniencia de adelantar la reglamentación, la Autoridad Ambiental competente así lo ordenará mediante providencia motivada.”

3. GENERALIDADES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LA QUEBRADA LA APICALA

3.1 Localización geográfica de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Apicalá.

La cuenca hidrográfica La Apicalá se encuentra ubicada al Oriente del Departamento del Tolima, cubriendo la totalidad del municipio de Carmen de Apicalá y un 36 % del área del municipio de Melgar, la cabecera municipal de Carmen de Apicalá está localizada sobre los 950442,3 Norte y los 926877,4 Este, La tabla 1 muestra la distribución del área (hectáreas y porcentajes).

La quebrada La Apicala nace en el municipio de Carmen de Apicala en la vereda Las misiones sobre los 935908,356 Norte y 921186,652 Este, desemboca en el río Sumapaz a los N: 960233,635 y E: 925900,213 en límites con el municipio de Melgar entre las veredas Apicala y Bolivia.

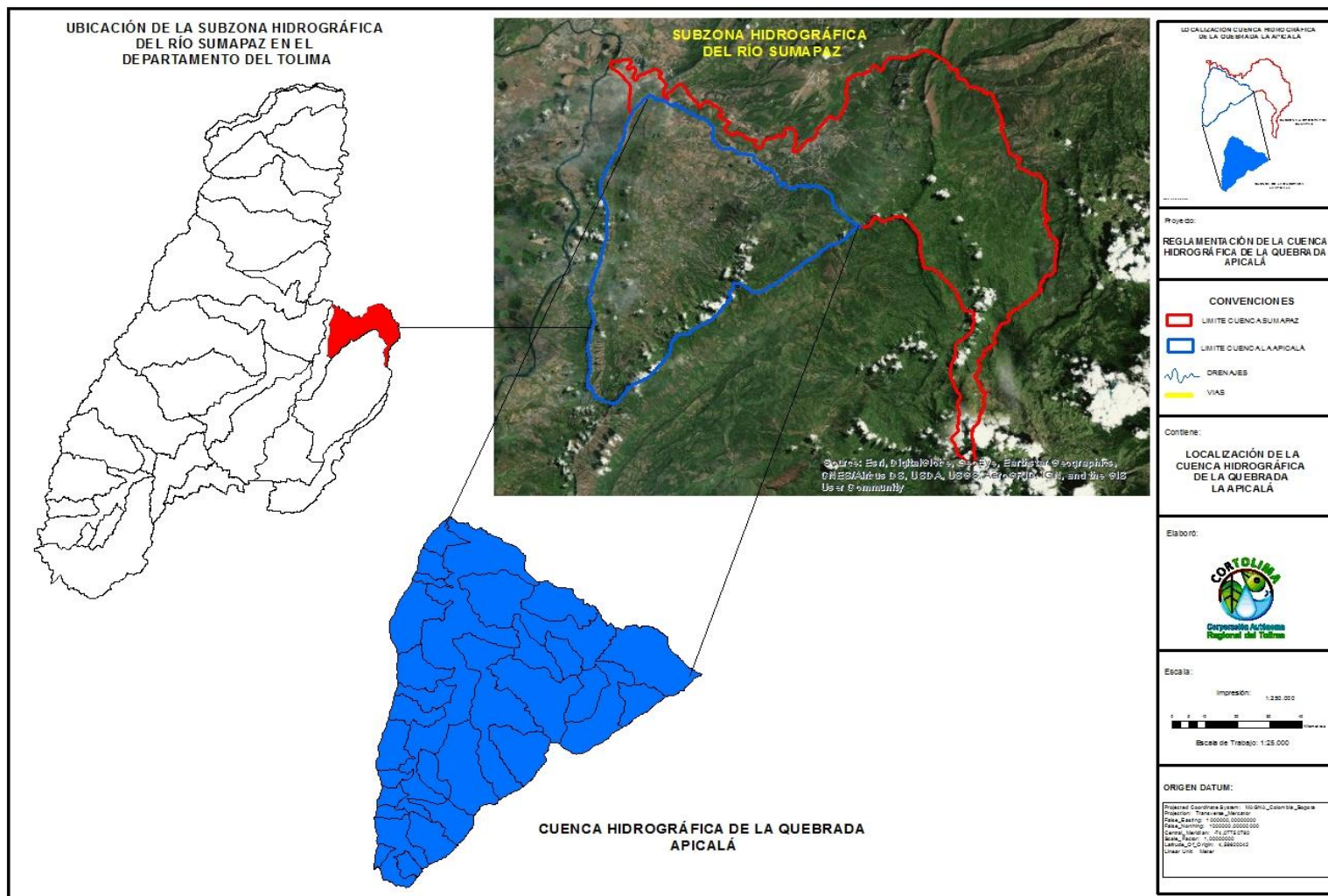
Los Afluentes más importantes de esta quebrada son: La quebrada Oloche, Inalí, Curala, Totumala, La Tigrera, El Trapiche, Peñones, La aguada, El Guayabo, entre otras.

La cuenca hidrográfica de la Quebrada Apicala tiene 25.978,30 ha que representan el 1,07% respecto al total del área del Departamento, acorde a la delimitación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala y de municipios generada por CORTOLIMA a escala 1:25.0000.

Geográficamente el Municipio de Carmen de Apicalá está situado en el oriente del Tolima, y es bañada de norte a sur por la quebrada La Apicalá, con una extensión de área total de 18.300 ha.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 1. Localización de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

3.2 Límites de la cuenca

NORTE: Con el Municipio de Melgar y con el departamento de Cundinamarca.
ORIENTE: Con los municipios de Melgar y Cunday
OCCIDENTE: Con el municipio de Suárez.
SUR: Con los municipios de Cunday y Suárez

3.3 Clima

La cuenca de la quebrada Apicalá es de clima cálido, en la cordillera encontramos el clima templado. Su temperatura promedio es de 26,6 °C. Su altura mínima es del 300 Ms sobre el nivel del mar y se alcanza hasta 10 msnm. El clima es bimodal, con dos períodos de verano, correspondientes a los meses de enero, febrero, marzo, Julio, agosto y septiembre. Dos períodos de lluvia durante los meses abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre.

3.4 Economía

La base de la economía del municipio del Carmen de Apicalá, gira en torno a la promoción turística.

El manejo de la industria agrícola como factor secundario de la economía. La asistencia técnica que presta la UMATTA en coordinación con otros estamentos municipales y departamentales permite el manejo de cultivos y especies animales: Porcicultura, Piscicultura, Avicultura, Ganadería, Frutales, Cacao, Seguridad Alimentaria, Banco de Semillas y reforestación. La granja agrícola del Centro Educativo que capacita a los jóvenes de la vereda y el criadero de Avestruces en Mortiño, Cardón, Hacienda Santa Bárbara que se convierte en una opción de explotación de carnes y de huevos.

La principal actividad económica de la Vereda Novillos es la agricultura: cacao, yuca, cachaco, plátano y maíz; de la Vereda Misiones la agricultura: cachaco, plátano, aguacate, banano y cacao, y la ganadería; de la Vereda Cuatro Esquinas es la agricultura: cítricos, guayaba, ahuyama, patilla, mango y papaya, la ganadería y la piscicultura (cachama y mojarra); de la Vereda Mortiño es la agricultura: cachaco, cítricos, mango, guayaba, maíz, ajonjolí, y la ganadería y la piscicultura (cachama y mojarra); de la Vereda La Antigua es la agricultura: guayaba, cítricos, papaya, ahuyama, patilla y guayaba, y la ganadería, la Hacienda Curazao tiene criaderos de babillas y caimanes para curtiembres; de la Vereda Los Medios es la agricultura: patilla, guanábana, cítricos, guayaba, cacao, cachaco, plátano y yuca, y la ganadería y la piscicultura (cachama y mojarra), algunos cultivan babillas y en sus latifundios se siembran pastos para la ganadería; de la Vereda La Florida es la agricultura: patilla, cítricos, guayaba, cachaco, ahuyama y maíz, y la ganadería

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

extensiva; de la Vereda Charcón es la agricultura: guayaba, patilla, cítricos, ahuyama y cachaco, la ganadería y la piscicultura (cachama y mojarra); de la Vereda Peñón Blanco son la agricultura y la ganadería; de la Vereda Brasil es la agricultura: guayaba, cítricos, ciruelas, mango, cachaco y ajonjolí, y la ganadería. En la vereda Peñón Blanco se encuentra la BABILONIA RESERVA NATURAL como homenaje de palabra y de acción con los ancestros y fundadores del municipio. (Apicala, 2012).

3.5 División de la cuenca

La cuenca hidrográfica de quebrada La Apicalá tiene influencia en 2 municipios del Departamento del Tolima, los cuales se relacionan a continuación:

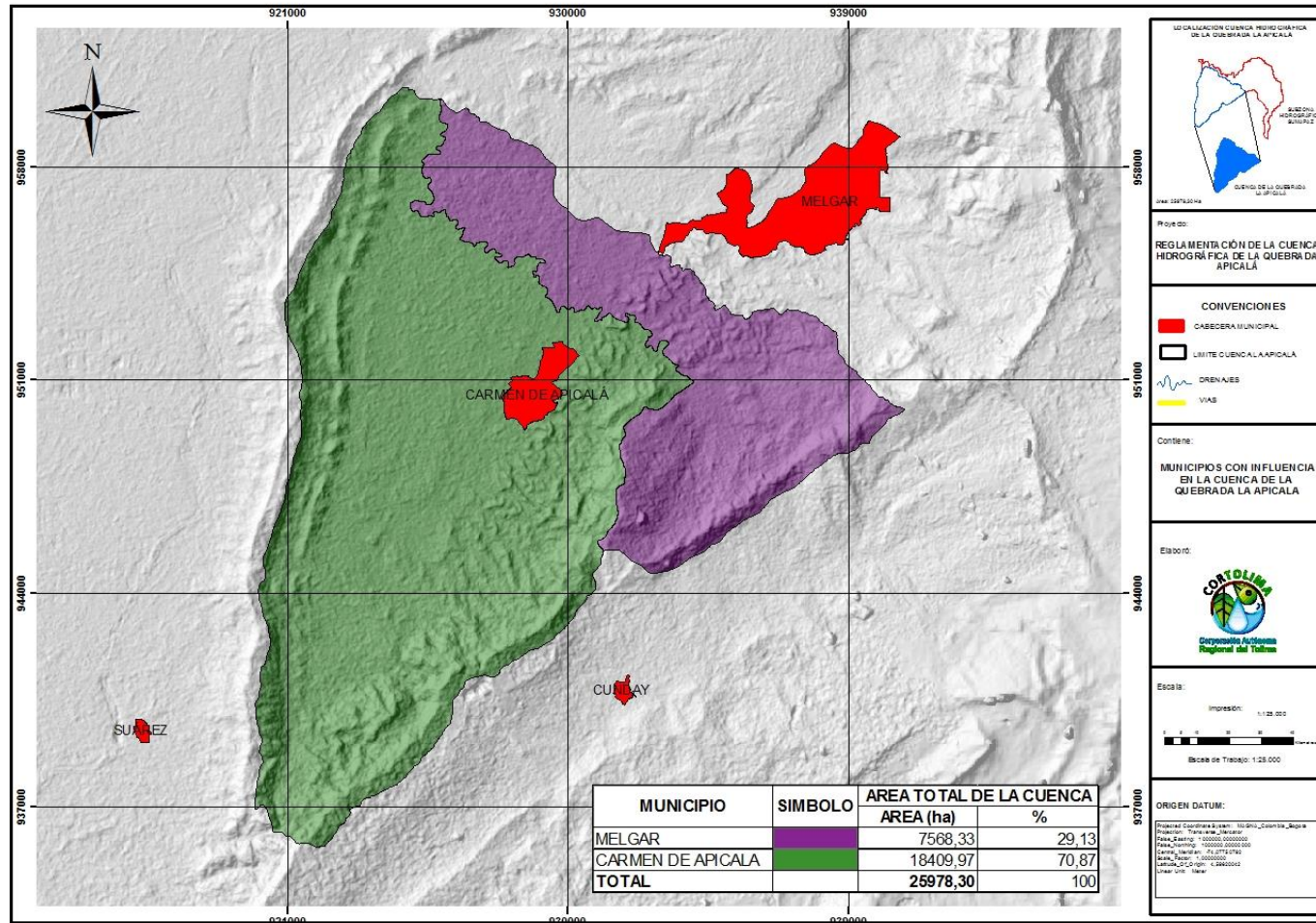
Tabla 1. Municipios con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

MUNICIPIO	AREA TOTAL DE LA CUENCA	
	AREA (ha)	%
MELGAR	7.568,33	29,13
CARMEN DE APICALA	18.409,97	70,87
TOTAL	25.978,30	100,00

El mapa 2 muestra la división política administrativa de los municipios que tienen influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, en donde se observa el límite, área y su respectivo porcentaje.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 2. División político administrativa de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

3.6 Veredas

La cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá consta de 23 veredas y la zona urbana, 12 en del municipio de Melgar y 11 del municipio de Carmen de Apicalá y la zona urbana, las veredas más extensas en área son Cuatro esquinas y Charcón del municipio Carmen de Apicalá y las menos extensas Bambote y San Cristóbal del municipio de Melgar.

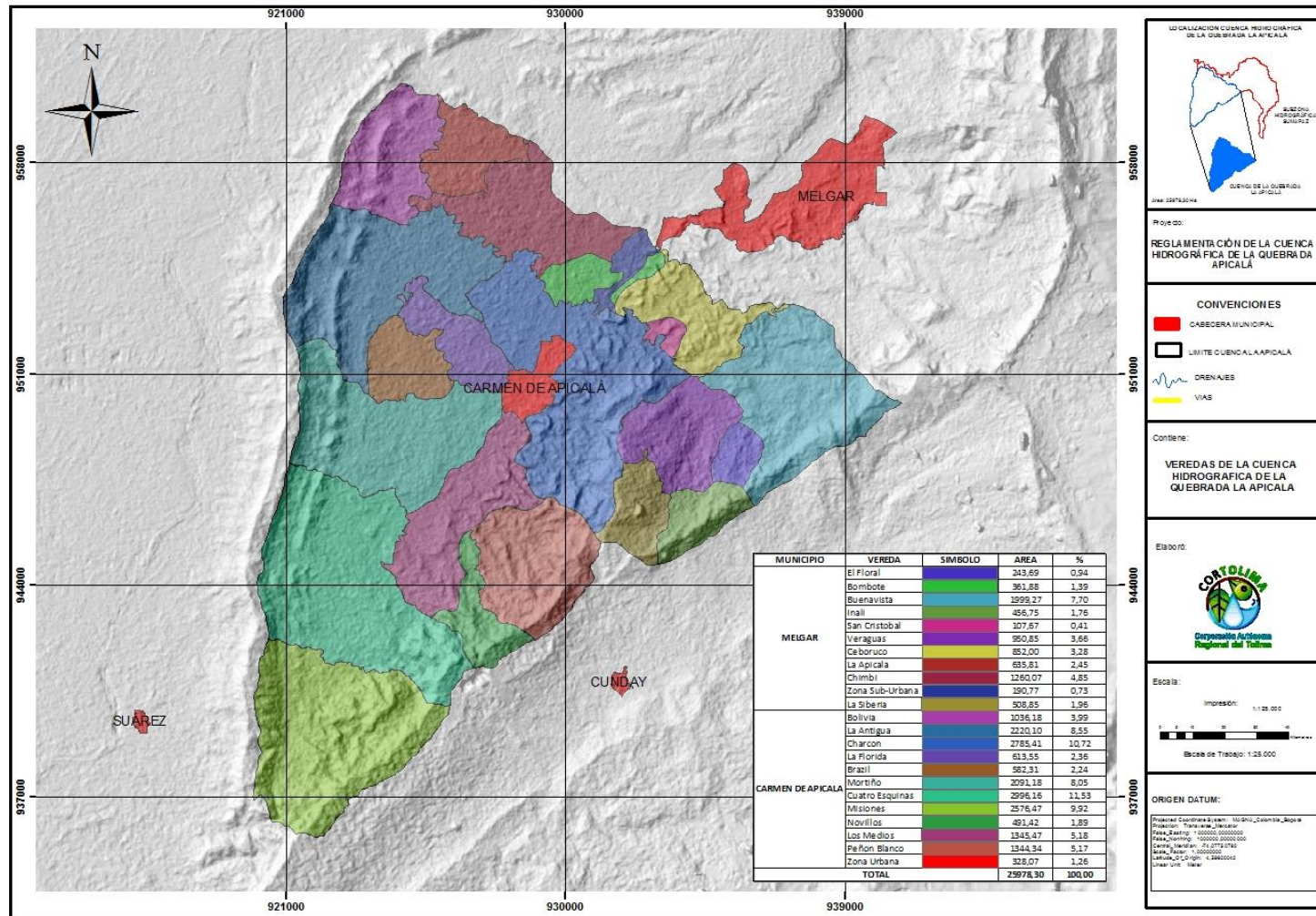
A continuación, se describen las veredas y su área de influencia en la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Apicalá.

Tabla 2. Veredas pertenecientes a la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

MUNICIPIO	VEREDA	AREA	%
MELGAR	El Floral	243,69	0,94
	Bombote	71,38	0,27
	Buenavista	1.999,27	7,70
	Inalí	456,75	1,76
	San Cristóbal	107,67	0,41
	Veraguas	950,85	3,66
	Ceboruco	852,00	3,28
	La Apicalá	635,81	2,45
	Chimbi	1.260,07	4,85
	Zona Sub-Urbana	190,77	0,73
	Bombote	290,50	1,12
	La Siberia	508,85	1,96
CARMEN DE APICALA	Bolivia	1.036,18	3,99
	La Antigua	2.220,10	8,55
	Charcón	2.785,41	10,72
	La Florida	613,55	2,36
	Brasil	582,31	2,24
	Mortiño	2.091,18	8,05
	Cuatro Esquinas	2.996,16	11,53
	Misiones	2.576,47	9,92
	Novillos	491,42	1,89
	Los Medios	1.345,47	5,18
	Peñón Blanco	1.344,34	5,17
	Zona Urbana	328,07	1,26
TOTAL		25.978,30	100,00

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 3. Veredas de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



3.7 Coberturas y uso de la tierra

En Colombia, CORINE Land Cover fue adaptada en el año 2010, para interpretaciones de cobertura de la tierra a una escala de trabajo 1:100.000 (IDEAM, 2010). Una de las características principales de la metodología es el uso de una leyenda jerarquizada con categorías que permiten agregar niveles de escalas generales a detalladas. Otra característica es la utilización de imágenes de satélite para obtener mapas a diferentes escalas, las cuales están definidas por el alcance del objetivo.

En el presente trabajo se realizó una adaptación de la metodología CORINE Land Cover versión 2010 (1:100.000), respetando los niveles y las categorías ya definidas; se debe aclarar que esta adaptación solo aplica a la zona de estudio que en este caso es la cuenca del río Sumapaz, jurisdicción de CORTOLIMA y teniendo en cuenta su alcance, el cual es obtener cartografía temática de la cobertura de la tierra se refiere a una escala 1:25.000. (Cortolima, 2017)

De acuerdo con el alcance y la escala de trabajo, las normas de mapeo se diferenciaron a las establecidas ya que se debe tener una máxima representatividad de los elementos de la zona de estudio; así la unidad mínima de mapeo para los territorios artificializados fue de 0,75 hectáreas y un ancho de vía de 10 metros. En cuanto a las demás categorías fue de 1,56 hectáreas.

Entre las coberturas que se encuentran en la quebrada La Apicalá las de mayor significancia son los pastos limpios con un área de 7.574,02 ha y un 29,19 %, seguido de los bosques de galería o Ripario con 5.294,76 ha con el 20,40%, y los herbazales 4.711,05 has con el 18,15 %, se observa una mínima área en las zonas industriales o comerciales con un área de 1,63 ha, con un porcentaje de 0,01 % seguido de las plantaciones forestales con un área de 5,49 ha y un 0,02 %.

En cuanto a la explotación agrícola que se presenta en el área de la subcuenca de la quebrada La Apicalá, se puede mencionar que la agricultura representa un reglón importante en la economía de las veredas Novillos, Misiones, Cuatro Esquinas, Mortiño, La Antigua, Los Medios y La Florida; la zona presenta cultivos principalmente de cacao, yuca, cachaco, plátano, maíz, aguacate, banano, cítricos, guayaba, ahuyama y frutales.(Cortolima, 2017)

En la ganadería, predomina la producción de carne, que es comercializada en la región y en la ciudad de Bogotá; las razas puras predominantes son Jersey y Cebú y predominan los cruces de Gyr con Brahman; Cebú con Criollo y Cebú con Pardo Suizo; la piscicultura se caracteriza por la explotación de cachama y mojarra; además, existen criaderos de babillas y caimanes.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

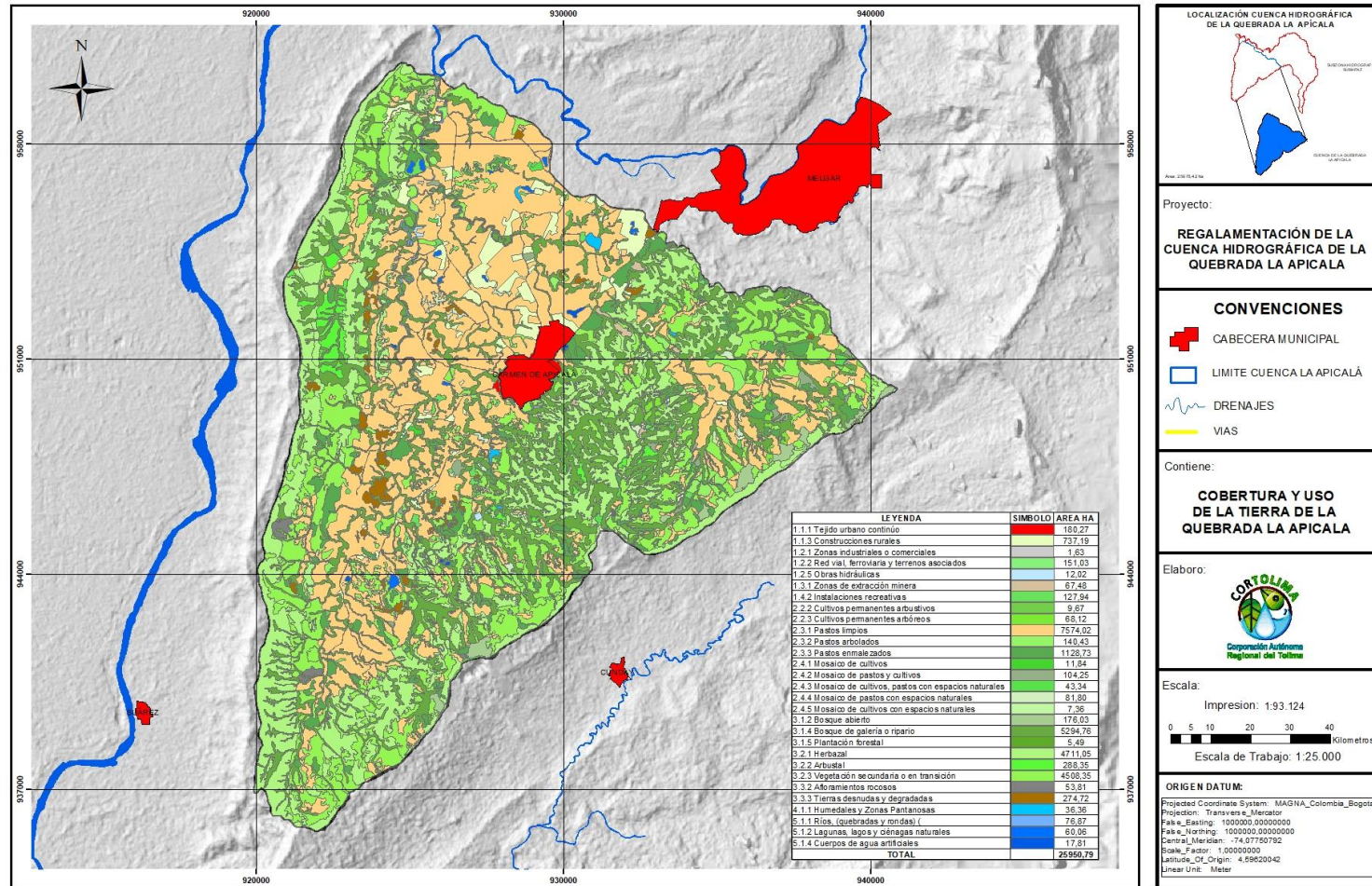
Tabla 3. Cobertura Vegetal y usos de la tierra de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

LEYENDA	AREA HA
1.1.1 Tejido urbano continuo	180,27
1.1.3 Construcciones rurales	737,19
1.2.1 Zonas industriales o comerciales	1,63
1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	151,03
1.2.5 Obras hidráulicas	12,02
1.3.1 Zonas de extracción minera	67,48
1.4.2 Instalaciones recreativas	127,94
2.2.2 Cultivos permanentes arbustivos	9,67
2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos	68,12
2.3.1 Pastos limpios	7.574,02
2.3.2 Pastos arbolados	140,43
2.3.3 Pastos enmalezados	1.128,73
2.4.1 Mosaico de cultivos	11,84
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	104,25
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos con espacios naturales	43,34
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	81,80
2.4.5 Mosaico de cultivos con espacios naturales	7,36
3.1.2 Bosque abierto	176,03
3.1.4 Bosque de galería o Ripario	5.294,76
3.1.5 Plantación forestal	5,49
3.2.1 Herbazal	4.711,05
3.2.2 Arbustal	288,35
3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	4.508,35
3.3.2 Afloramientos rocosos	53,81
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	274,72
4.1.1 Humedales y Zonas Pantanosas	36,36
5.1.1 Ríos, (quebradas y rondas) (	76,87
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	60,06
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	17,81
TOTAL	25.978,79

En el mapa 4 se observa la cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 4. Coberturas de la tierra de la cuenca hidrografica de la quebrada La Apicala



3.8 Suelos

El Suelo es una capa de la corteza terrestre, formada por elementos de origen mineral y orgánico. Esto se debe a la alteración (o meteorización) de las rocas de la litosfera (denominada roca madre) y al aporte de los restos de materia orgánica de las plantas y de los animales (que nacen, viven y mueren sobre el).

La naturaleza del suelo es dinámica, esto significa que no siempre es igual. Es decir, que su origen se debe al ataque erosivo de las rocas, pero su nacimiento propiamente dicho se produce cuando los restos orgánicos se incorporan a los restos minerales. Comenzando, entonces, a formarse un suelo joven que luego evoluciona hasta contar con varios estratos superpuestos en horizontes.

Se realizó una descripción de los suelos pertenecientes a la cuenca Hidrográfica de la quebrada La Apicalá, tomando como punto de partida la base cartográfica de suelos encontrada dentro del documento estudio general de suelos del departamento del Tolima. (IGAC, 1997)

Dentro del documento estudio general de suelos del departamento del Tolima se encontró la siguiente simbología utilizada para la clasificación de suelos la cual procedemos a explicarla a continuación: cada sigla ("MVAg3") consta de tres letras mayúsculas, una o más letras minúsculas y un número arábigo como subíndice.

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

Con base en la cartografía de fisiografía y suelos para la cuenca del río Sumapaz a escala 1:100.000 suministrada por el IGAC, se identificaron 9 tipos de paisajes con sus respectivas características y unidades de suelo.

En la tabla 4 se describen los tipos de suelos encontrados en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, en el mapa 5 se espacializan los suelos especificados según su localización.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

Tabla 4. Suelos encontrados en la cuenca de la quebrada La Apicalá

SIMBOLO	TIPO DE SUELO	AREA HA
MVAg3	Areniscas y arcillolitas	4.144,33
MVCd1p	Arcillolitas y areniscas	1.082,16
MVCe2	Arcillolitas y areniscas	1.538,66
MWAf3	Areniscas intercaladas con arcillolitas	3.562,69
MWAg3	Areniscas intercaladas con arcillolitas	5.715,68
PWBd2	Arcillolitas y areniscas tobáceas	6.830,70
PWLb	Flujos de lodo volcánico y aglomerados	2.769,55
VWAa	Aluviones finos y medios	7,09
ZU	Zona Urbana	327,34
TOTAL		25.978,22

3.9 Zonas de vida

Para la determinación de las zonas de vida se adoptó el sistema de análisis y clasificación bio-climática de Holdridge L., sirviendo como base para establecer las primeras divisiones biofísicas.

De acuerdo con Holdridge, la determinación de las zonas de vida se realizó teniendo en cuenta dos variables: Temperatura promedio diaria y precipitación promedio anual.

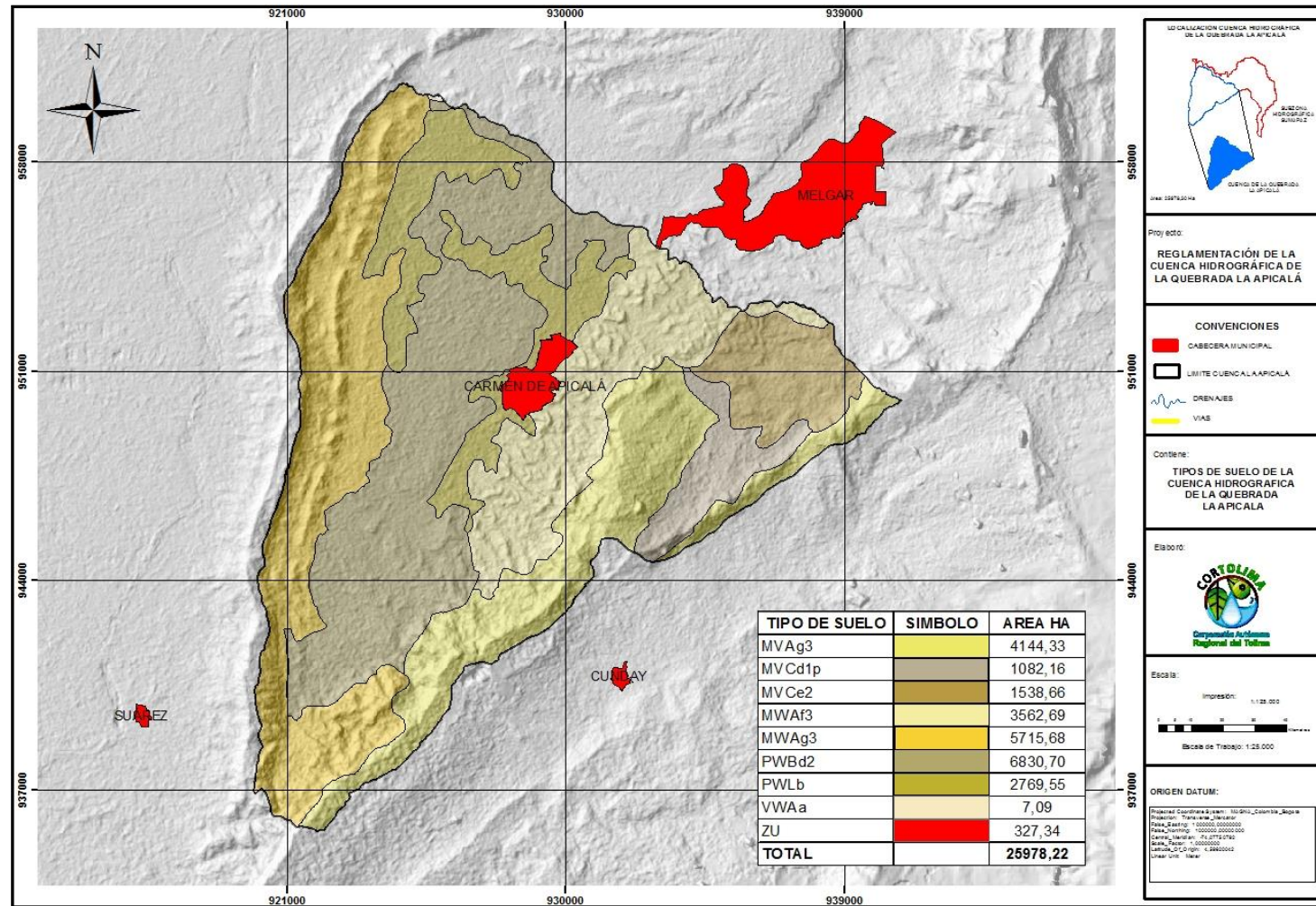
Una vez realizado los análisis se determinaron dos zonas de vida para la cuenca hidrográfica de la quebrada Apicalá: Bosque seco tropical y bosque húmedo premontano.

El clima cálido seco se encuentra en una franja irregular bordeando el río Sumapaz, concentrándose en el norte de la cuenca. Cálido húmedo se encuentra al sur de Carmen de Apicalá, Melgar y Suarez, relacionado a zonas montañosas y alomadas, donde nacen la mayoría de ríos y quebradas que irriga al municipio de Carmen de Apicalá.

La topografía para esta zona de vida corresponde desde zonas planas rangos que oscilan de 0 – 12%; hasta zonas muy escarpadas con rangos de pendiente mayores del 60%.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 5. Tipos de suelo de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



4. DESCRIPCIÓN HIDROLÓGICA PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA LA APICALÁ AFLUENTE DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SUMAPAZ

La zonificación y la codificación de las cuencas hidrográficas en el país permite conocer la delimitación, distribución y jerarquización de las cuencas del territorio colombiano con fines de gestión del recurso hídrico y aplicación de las políticas y planes de ordenación y manejo de cuencas, además facilita la integración, la identificación y define los límites y fronteras para el modelamiento de escenarios de estado y dinámica de los recursos hídricos facilitando los estudios y cálculos de la disponibilidad, oferta y demanda del recurso hídrico.

En el año 2010 el IDEAM y el IGAC, en el marco de un convenio interinstitucional, realizaron la zonificación hidrográfica de Colombia con base en la propuesta del HIMAT1978. Este mapa sirvió de referencia para el ejercicio de planificación y ordenamiento del territorio, ubicando a las cuencas antes establecidas en subzonas hidrográficas incluyéndoles áreas que antes estaban establecidas como subcuencas de orden menor y que no estaban sujetas a corto tiempo en un objeto de ordenación.

Según la metodología del IDEAM, para la elaboración de la cartografía se realizó a escala 1:25.000, para la cuenca de la quebrada La Apicalá.

En el mapa 6 se presenta la zonificación y la codificación para la subzona hidrográfica y subcuencas de orden menor de la quebrada La Apicalá.

En la Tabla 5, se presenta la zonificación hidrográfica a escala 1:25.000, realizada para la subzona de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Apicala, según los límites establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el IDEAM.

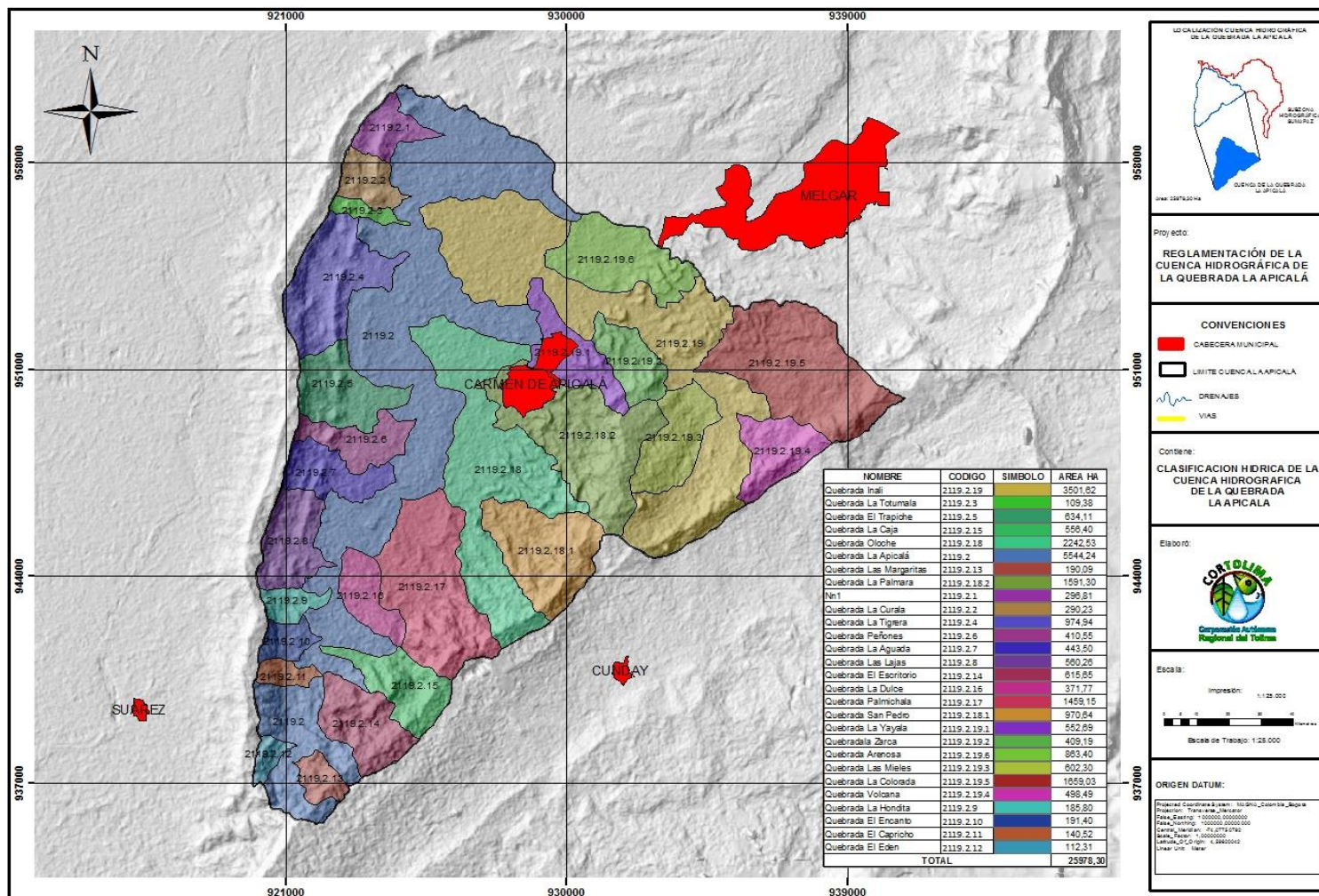
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 5. Zonificación y codificación Hídrica de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

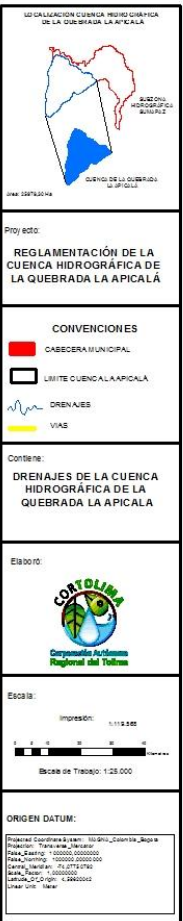
NOMBRE	CODIGO	AREA HA	%
Quebrada Inalí	2119.2.19	3501,62	13,48
Quebrada La Totumala	2119.2.3	109,38	0,42
Quebrada El Trapiche	2119.2.5	634,11	2,44
Quebrada La Caja	2119.2.15	556,40	2,14
Quebrada Oloche	2119.2.18	2.242,53	8,63
Quebrada La Apicalá	2119.2	5.544,24	21,34
Quebrada Las Margaritas	2119.2.13	190,09	0,73
Quebrada La Palmara	2119.2.18.2	1.591,30	6,13
Nn1	2119.2.1	296,81	1,14
Quebrada La Curala	2119.2.2	290,23	1,12
Quebrada La Tigrera	2119.2.4	974,94	3,75
Quebrada Peñones	2119.2.6	410,55	1,58
Quebrada La Aguada	2119.2.7	443,50	1,71
Quebrada Las Lajas	2119.2.8	560,26	2,16
Quebrada El Escritorio	2119.2.14	615,65	2,37
Quebrada La Dulce	2119.2.16	371,77	1,43
Quebrada Palmichala	2119.2.17	1.459,15	5,62
Quebrada San Pedro	2119.2.18.1	970,64	3,74
Quebrada La Yayala	2119.2.19.1	552,69	2,13
Quebrada la Zarca	2119.2.19.2	409,19	1,58
Quebrada Arenosa	2119.2.19.6	863,40	3,32
Quebrada Las Mielles	2119.2.19.3	602,30	2,32
Quebrada La Colorada	2119.2.19.5	1.659,03	6,39
Quebrada Volcana	2119.2.19.4	498,49	1,92
Quebrada La Hondita	2119.2.9	185,80	0,72
Quebrada El Encanto	2119.2.10	191,40	0,74
Quebrada El Capricho	2119.2.11	140,52	0,54
Quebrada El Edén	2119.2.12	112,31	0,43
TOTAL		25.978,30	100,00

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 6. Zonificación y codificación hídrica de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



Mapa 7. Drenajes de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



4.1 Precipitación

4.1.1 Análisis y tratamiento de la información Pluviométrica.

La selección de estaciones climáticas permite generar una descripción espacial y temporal, de diferentes variables climáticas, que inciden sobre la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá; aunque algunas estaciones producen información de precipitación y temperatura, es común encontrar estaciones, que solo registran una de estas variables climáticas.

El mapa 8, muestra la ubicación y distribución, de las diferentes estaciones ubicadas en la cuenca de la quebrada La Apicalá y su área de influencia, todas ellas operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) con la finalidad de identificar las estaciones que registran o generan los datos de precipitación influyentes sobre la cuenca de la quebrada La Apicalá, apoyándose en la metodología de polígonos de Thiessen; el mapa 9 muestra los polígonos de Thiessen generados donde se identifican el área de influencia que tiene cada estación sobre la cuenca.

4.1.2 Registro Histórico

Para el estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, se utilizaron 5 estaciones pluviométricas, de las cuales una (1) se encuentran dentro de la cuenca y cuatro (4) en cuencas vecinas, las cuales están relacionadas en la tabla 6 con sus respectivos códigos, coordenadas geográficas, corriente a la que pertenecen, categoría de las que se recopiló información pertinente de los años 1986 hasta 2015 con una serie de datos de 30 años.

En el Mapa 8, indica la ubicación de las estaciones climatológicas utilizadas en la cuenca de la quebrada La Apicalá.

Tabla 6. Estaciones climatológicas con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, Departamento del Tolima

No	CODIGO	NOMBRE	CATEGORIA	CORRIENTE	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
1	21180160	SUAREZ	PM	MAGDALENA	300	4,055889	-74,841917
2	21160030	CUNDAY	PM	CUNDAY	450	4,067806	-74,685167
3	21190410	HDA LA GRANJA	PM	SUMAPAZ	1120	4,160944	-74,583333
4	21190290	CARMEN DE APICALA	PM	SUMAPAZ	328	4,160972	-74,713028
5	21170020	LAS DOS AGUAS	PM	MAGDALENA	306	4,258333	-74,783333

PM: Pluviométrica

PG: Pluviográfica

4.1.3 Polígonos de Thiessen

El método de los polígonos de Thiessen consiste en delimitar áreas de influencia (unidades discretas) a partir de un conjunto de puntos. El tamaño y la configuración de los polígonos dependen de la distribución de los puntos originales. Una limitante que tiene el método es que no se puede estimar el error asociado, pues el valor para cada polígono se obtiene a partir de un solo punto.

Los polígonos de Thiessen son uno de los métodos de interpolación más simples, basado en la distancia euclidiana, siendo especialmente apropiada cuando los datos son cualitativos. Se crean al unir los puntos entre sí, trazando las mediatrices de los segmentos de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designando su área de influencia.

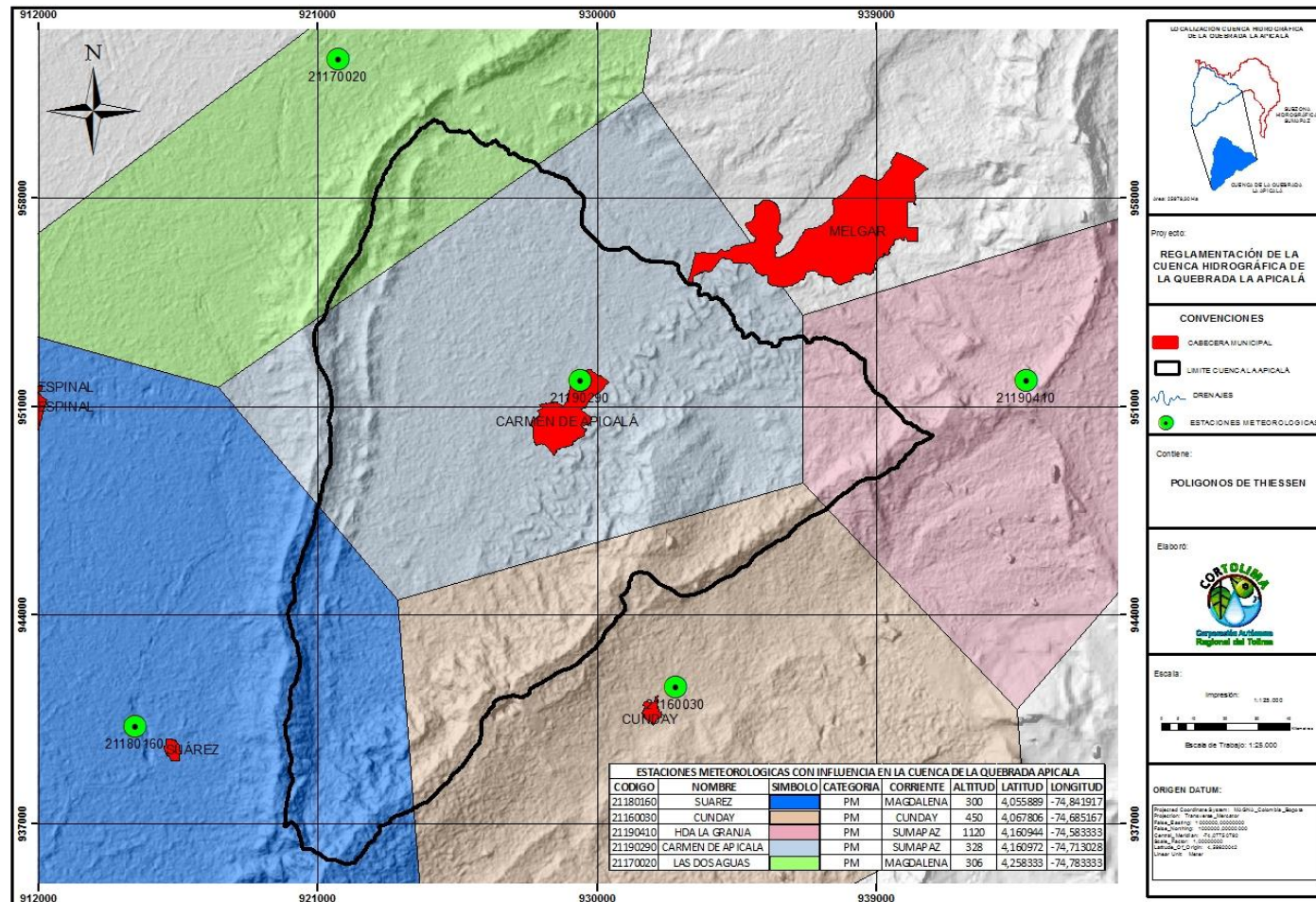
Para poder aplicar este método es necesario conocer la localización de las estaciones dentro de la zona de estudio, ya que para su aplicación se requiere determinar la zona de influencia de cada una de ellas.

En síntesis, el método de basa en asignar cada punto de la cuenca a la estación más próxima; se debe unir las estaciones de dos en dos y dibujar las mediatrices de estos segmentos, asignando a cada estación su área.

Este proceso es facilitado por el uso de un programa llamado ArcGIS ya que el programa realiza los polígonos por medio de unos comandos

Para ilustrar los polígonos de Thiessen se utilizó la precipitación correspondiente a 5 estaciones de un periodo de años de 1986 a 2015 registradas por el IDEAM.

Mapa 9. Poligonos de Thiessen para la cuenca hidrografica de la quebrada La Apicala



4.1.4 Análisis pluviométrico de la cuenca Hidrográfica de la quebrada La Apicala

Para determinar la precipitación promedio de una cuenca hidrográfica se parte de los registros históricos, los cuales son de vital importancia ya que estos son la base para cuantificar la disponibilidad hídrica. Para esta cuenca se determinó la precipitación promedio mensual, así como también la anual.

Una vez determinado el periodo a utilizar (1986 – 2015), se procedió a realizar el análisis de datos faltantes; también cabe resaltar que la calidad en la estimación de un valor de precipitación faltante está estrechamente ligada con la cantidad, calidad y distribución de los datos puntuales de precipitación que se tengan en la región de estudio además de la confiabilidad de la información secundaria integrada al procedimiento de la estimación.

Estos valores se obtienen empleando métodos de estimación tales como: Método racional, cálculo de la correlación lineal y promedios y el método DATFAM, para este caso se utilizó: El método racional que se emplea cuando los datos faltantes no superan más de 4 meses en un año, y el método DATFAM cuando las series de datos son años completos.

- **Método Racional**

Si se observa que para hay información de lluvia en cierto mes, se calcula el porcentaje de lluvia para los meses de los otros en todos los años asumiendo que el 100% es el total anual de cada año.

Promedio mensual de porcentajes: Una vez calculados los porcentajes mensuales en los años con datos completos, se calcula el promedio mensual, y se asume ese promedio como el porcentaje de lluvia caída en el mes con dato faltante.

Calculo de los porcentajes de lluvia en meses con datos Faltantes: se calcula el porcentaje de lluvia para el mes faltante de todos los años asumiendo que el 100% es el total anual de cada año.

Calculo de datos Faltantes: Una vez que se asume como % el promedio estimado, es posible estimar los datos faltantes, para ello solo basta sumar los datos mensuales de lluvia existentes para el año que se estimara un dato faltante y se calcula el porcentaje de esos meses, para posteriormente aplicarse una regla de tres. (Vila, Sedano, López, & Juan).

El comportamiento temporal de la precipitación en la cuenca hidrográfica se realizó a partir del análisis de los registros mensuales multianuales históricos de las

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

estaciones referenciadas en la Tabla 7 para un periodo de 30 años (1986-2015), operadas por el IDEAM; donde se logró determinar las precipitaciones medias; máximas y mínimas anuales para esta cuenca cuyos valores son: precipitación media anual de 1.690,4 mm, precipitación media anual máxima de 1.919,4 mm y precipitación media anual mínima de 1.299,3 mm.

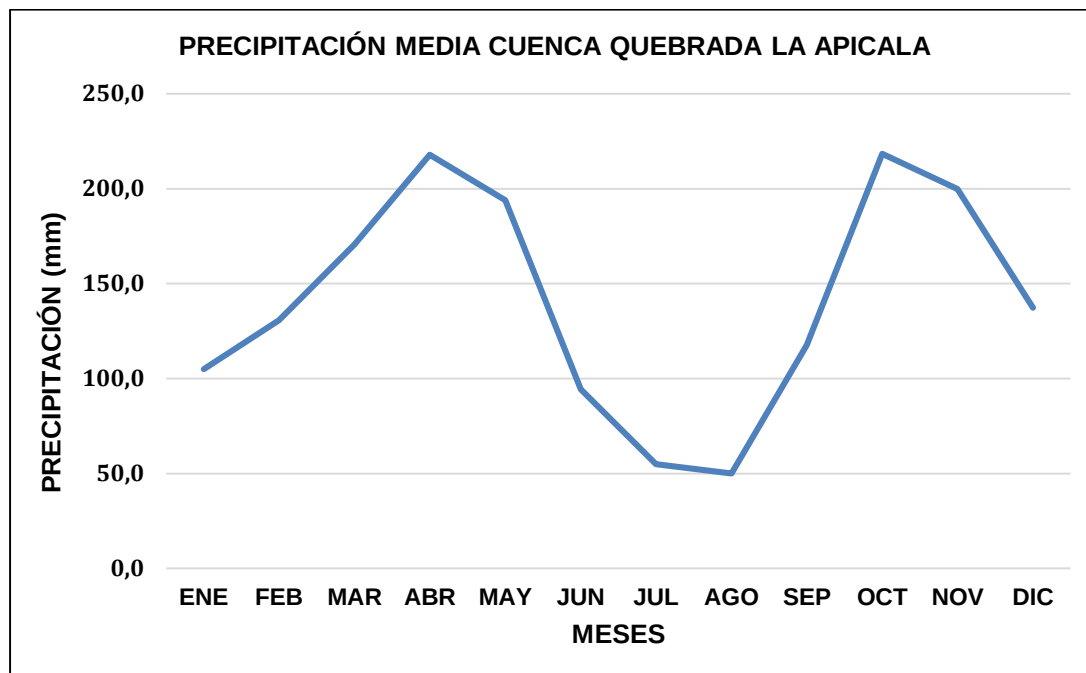
Encontrando que los meses más secos en toda la cuenca corresponden a julio y agosto, y los meses más lluviosos son abril y octubre.

La incidencia de dos estaciones lluviosas a lo largo del año, la primera de comienzos del mes de marzo hasta mediados de junio y la segunda con comienzos en algunas veces a mediados del mes Septiembre hasta finales de noviembre, presentándose un comportamiento bimodal de la precipitación.

Tabla 7. Valores de precipitación media mensual (mm), periodo 1986 – 2015, para las estaciones con influencia sobre la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
21180160	SUAREZ	104,8	112,1	147,2	236,9	207,1	106,2	65,4	58,5	131,9	208,8	192,3	131,9	1703,1
21160030	CUNDAY	128,4	163,3	179,1	222,5	187,7	83,3	55,4	51,2	126,0	276,7	248,7	183,3	1905,5
21190410	HDA LA GRANJA	130,1	173,2	236,5	218,4	207,5	89,2	64,5	48,0	107,9	225,1	253,9	165,1	1919,4
21190290	CARMEN DE APICALA	101,8	112,6	169,2	221,7	205,2	110,4	45,5	47,5	108,8	209,2	180,1	131,2	1624,5
21170020	LAS DOS AGUAS	60,5	93,3	114,8	192,2	167,8	86,3	45,8	47,1	115,6	173,8	125,5	76,7	1299,3

Figura 1. Variabilidad de la precipitación media de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

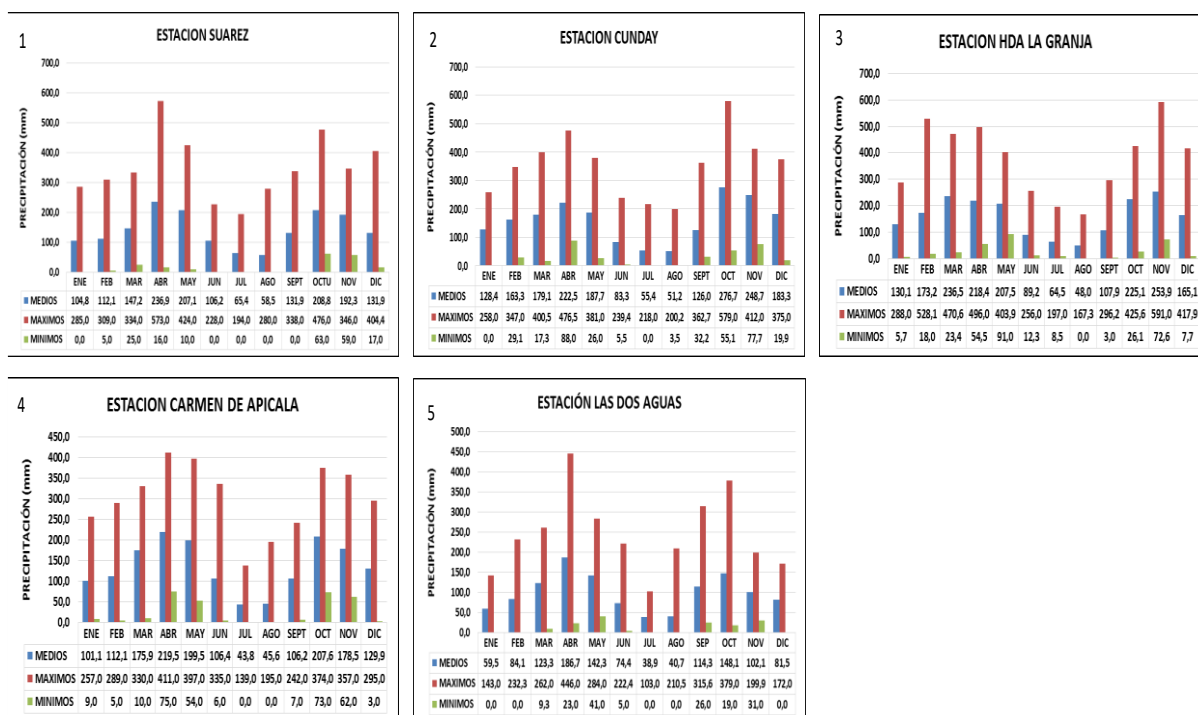


La figura 1 muestra el comportamiento de la precipitación media de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, en donde se observa un comportamiento bimodal de dos periodos secos y dos periodos de lluvias.

La figura 2 presenta el comportamiento general del ciclo anual de la precipitación, para las 5 estaciones de medición de lluvia que influyen sobre la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, con datos mensual (Máximos, mínimos y medios), disponibles en la zona de estudio; la distribución de la precipitación en la cuenca registra periodos de lluvia que comienzan a aumentar en el mes de febrero hasta alcanzar los máximos valores en el mes de abril, a partir de mayo comienza de nuevo a descender hasta el mes de julio donde se presentan los menores valores de precipitación en el año coincidiendo con el periodo de menores lluvias de la zona.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

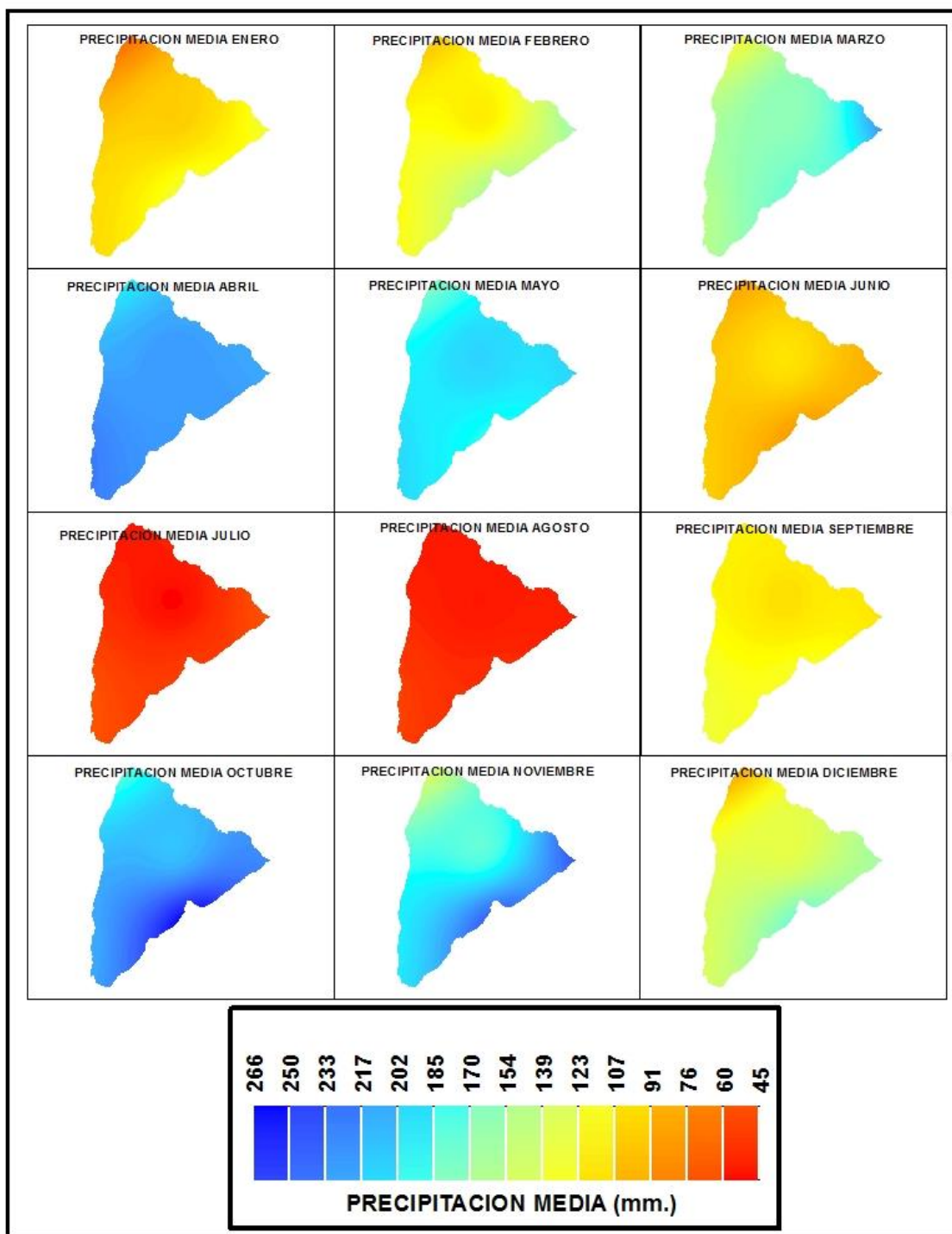
Figura 2. Ciclo anual de la precipitación media mensual (mm), periodo 1986-2015, para 5 estaciones de medición de lluvia, en la cuenca de la quebrada La Apicalá: 1 Suarez, 2 Cunday, 3 Hda La Granja, 4 Carmen de Apicalá, 5 Las Dos Aguas.



El mapa 10, presenta la distribución espacial de la precipitación media anual, para el periodo 1986 - 2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, destacándose que existe una gran variabilidad en el comportamiento de la lluvia, con valores de precipitación que oscilan entre los 1.373 mm, en el municipio de Suarez y los 1.810 mm al año, en el municipio de Carmen de Apicala en el Departamento del Tolima.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 3. Precipitación media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

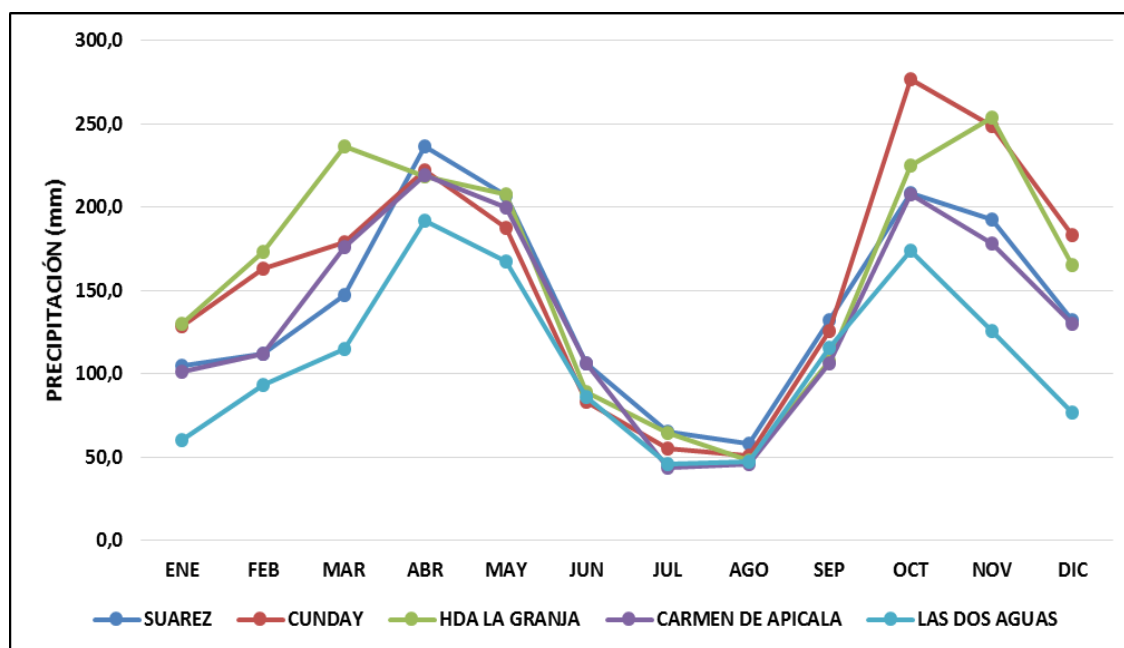


Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

A partir de agosto la precipitación inicia su ciclo de ascenso hasta alcanzar su valor máximo en el mes de octubre, donde se aprecian los mayores valores de lluvia en toda la cuenca y durante todo el año, mostrando un comportamiento bimodal muy marcado.

Para caracterizar la variabilidad espacio temporal de la precipitación caída en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá; se emplearon valores promedios mensuales de lluvia registrada en las 5 estaciones climatológicas operadas por el IDEAM, con influencia sobre la cuenca de la quebrada La Apicalá.

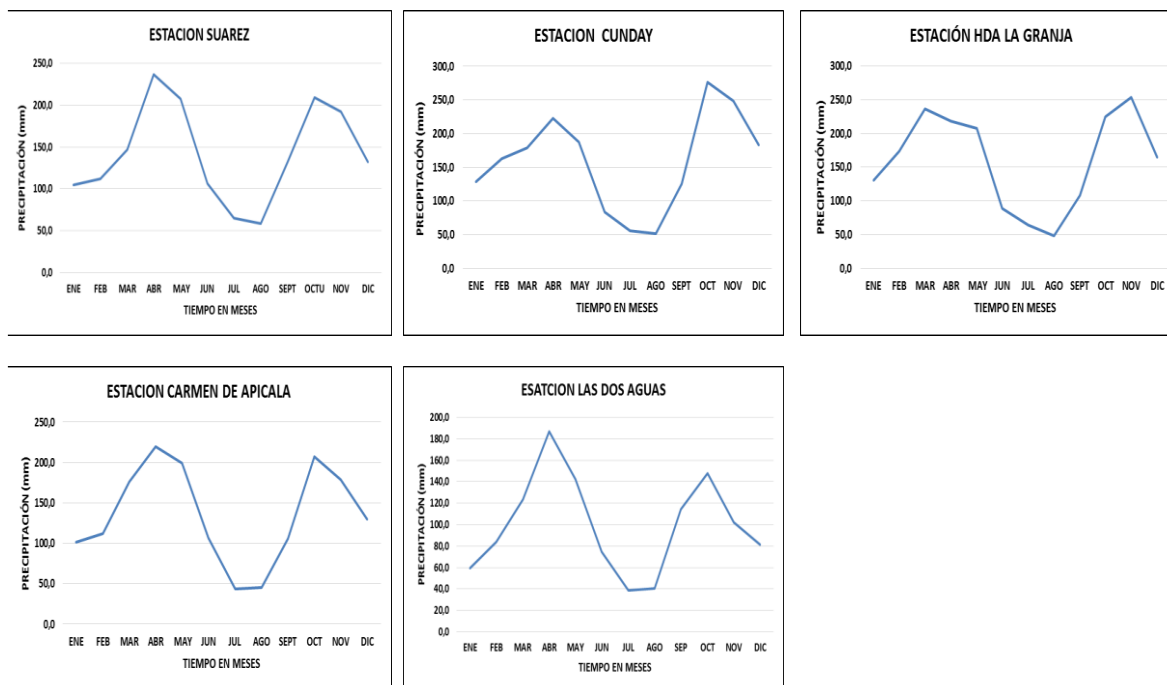
Figura 4. Comportamiento temporal de la precipitación media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca de la quebrada La Apicala



La figura 4, muestra la variabilidad anual de la precipitación para las estaciones con influencia en la cuenca, se distingue claramente que hay una tendencia, un comportamiento bimodal de la precipitación media a lo largo del año, en la mayoría de las estaciones analizadas, en donde se muestra la ocurrencia de dos periodos de bajas precipitaciones (Periodo seco) y dos periodos de húmedos (altas precipitaciones). Los periodos de bajas precipitaciones (llamados periodos secos), ocurre entre los meses de diciembre - febrero y entre los meses de junio - agosto; los periodos lluviosos (máximas precipitaciones), ocurre entre los meses de marzo, abril y mayo, con un pico en el mes de abril, la segunda temporada de lluvias, se presenta entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, con un pico máximo en el mes de octubre.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

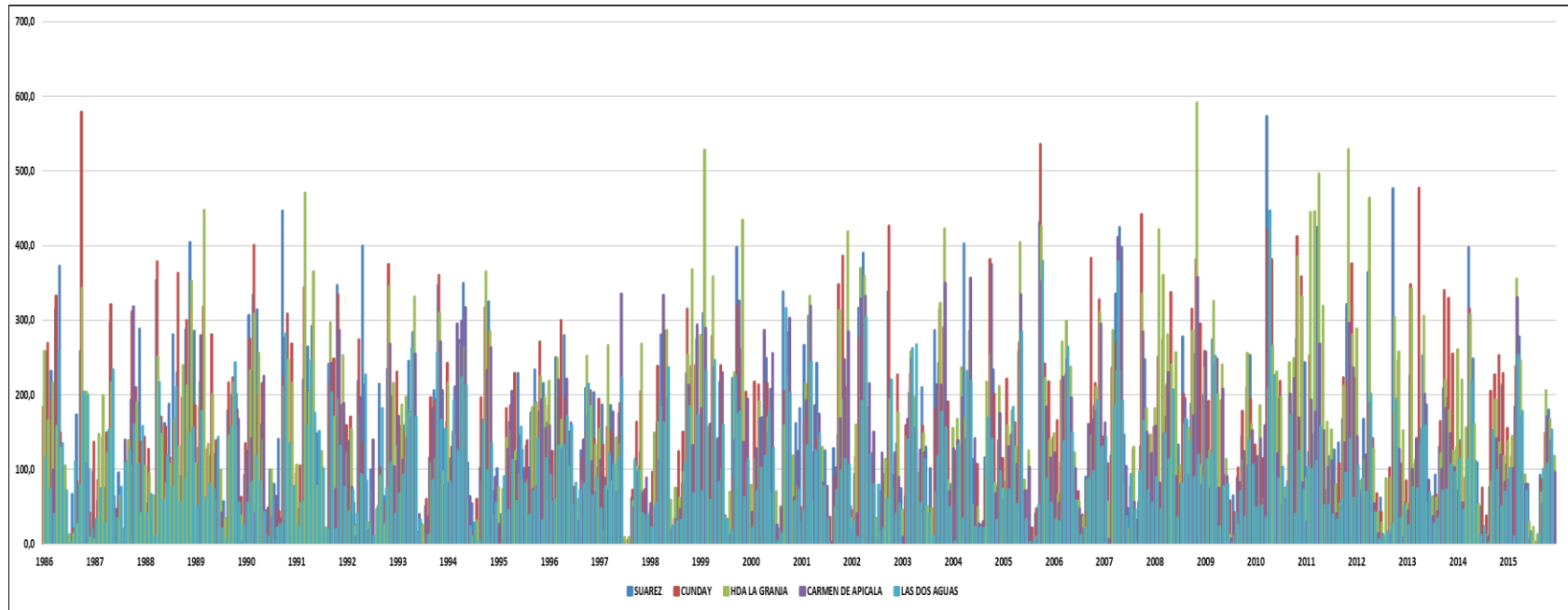
Figura 5. Variabilidad de la precipitación media mensual multianual de las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá periodo (1986 – 2015)



En cuanto a la variación interanual de la precipitación en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, para el periodo 1986-2015, se distinguen los años secos y húmedos; de acuerdo a la Figura 6, los años 1986, 1999, 2005, 2009, 2010 y 2011, se clasifican como los años más húmedos (donde se presentaron las mayores precipitaciones), superando los 500 mm, las cuales se registraron especialmente en las estaciones Suarez, Cunday y Las Dos Aguas. Con respecto a la identificación de años secos (Con menores precipitaciones), se clasifican los años más secos 1988, 1990, 1991, 1994, 1997, 2000, 2004, 2012, 2014 y 2015 con precipitaciones en algunos meses de 0,0 mm, las cuales se registraron en las estaciones: Carmen de Apicalá y las Dos Aguas.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 6. Comportamiento de la precipitación media interanual para todas las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá (Periodo 1986 – 2015)



4.2. Temperatura

El análisis del comportamiento temporal y espacial de la temperatura media, se realizó a partir de la información disponible y registrada en las estaciones climatológicas localizadas en la cuenca y en su área de influencia. Debido a la falta de estaciones climatológicas y de registros de temperatura en el área de estudio se realizó a partir de la relación existente entre la altura y el gradiente de temperatura.

El análisis se realizó tomando como referencia los registros mensuales de la estación climatológica Apto Santiago Vila, por contar con los datos completos de temperatura registrados por el IDEAM; cabe mencionar que esta estación no hace parte del listado de estaciones seleccionadas, pero cuenta como principal condición ser la más cercana a la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

El comportamiento de la temperatura a lo largo de la cuenca está determinado por la relación existente entre la temperatura y la altura sobre el nivel del mar, en donde la temperatura disminuye en la medida que aumenta la altura en una relación de $0.64\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 500 metros de altura, el denominado gradiente de temperatura fue estimado a partir de ecuaciones que relacionan la altitud con la temperatura.

El comportamiento de la temperatura en la cuenca de la quebrada La Apicalá, se realizó a partir del análisis de los registros mensuales multianuales históricos de las estaciones mencionadas en la Tabla 6 para el periodo 1986 - 2015, determinándose que la cuenca hidrográfica presenta una temperatura media de $26,6^{\circ}\text{C}$, una temperatura máxima de $28,7^{\circ}\text{C}$ y una temperatura mínima de $23,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para el cálculo de la temperatura en las estaciones en donde no se encontró información se tomó como referencia la estación Apto Santiago Vila ubicada en el municipio de Flandes Tolima, la cual contaba con información completa que se muestra a continuación:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 8. Estación Apto Santiago Villa, utilizada para el cálculo de temperatura, con el método de gradiente altitudinal

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)													
FECHA DE PROCESO : 2015/02/05							ESTACION : 21185040 APTO SANTIAGO VILA						
LATITUD 0416 N		TIPO EST CO		DEPTO TOLIMA		FECHA-INSTALACION 1951-ENE							
LONGITUD 7447 W		ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO FLANDES									
ELEVACION 0286 m.s.n.m				REGIONAL 10 TOLIMA				CORRIENTE MAGDALENA					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1986	29,0	27,4	28,4	27,5	27,3	27,4	28,5	29,6	30,0	27,0	27,1	27,9	28,1
1987	28,8	28,8	28,8	27,9	27,5	27,4	28,4	29,3	29,0	27,7	27,3	28,0	28,2
1988	29,9	29,7	30,9	28,5	28,3	27,7	28,5	29,4	28,2	28,3	27,2	27,3	28,7
1989	28,2	27,8	27,7	28,6	28,0	28,2	28,9	30,1	28,8	28,2	28,2	28,9	28,5
1990	29,0	28,8	29,4	28,1	28,3	29,7	29,3	30,4	29,6	28,2	28,0	28,6	29,0
1991	28,2	28,7	27,5	27,1	28,2	27,7	28,3	28,5	29,4	28,6	27,9	28,7	28,2
1992	29,7	28,0	29,5	27,9	26,7	27,7	26,9	27,3	27,8	26,9	26,9	28,9	27,9
1993	28,5	29,5	28,1	27,6	27,6	28,1	28,7	29,1	27,2	27,1	26,5	29,1	28,1
1994	28,9	28,2	28,4	30,1	30,1	29,4	30,0	30,5	30,0	28,4	28,8	28,8	29,3
1995	30,9	32,2	29,5	29,4	28,6	28,3	28,8	28,9	30,1	28,1	28,6	28,6	29,3
1996	28,6	29,1	28,6	29,0	27,9	28,1	28,4	29,6	28,9	27,8	28,6	28,5	28,6
1997	29,4	29,4	29,8	29,0	29,4	28,5	29,7	32,1	31,6	30,0	29,2	30,7	29,9
1998	31,2	31,0	30,4	29,0	28,5	28,9	29,1	30,3	29,6	29,1	28,1	28,1	29,4
1999	28,0	27,3	28,7	27,9	28,0	27,5	28,7	30,0	28,2	27,6	28,3	28,2	28,2
2000	29,2	29,1	28,6	28,3	27,8	28,4	28,9	30,3	28,3	28,6	28,2	28,2	28,7
2001	28,5	28,6	27,6	28,7	28,6	28,8	29,2	29,8	29,6	29,5	28,4	28,6	28,8
2002	30,2	30,2	29,2	27,7	29,1	28,2	29,1	29,8	29,9	29,8	28,4	29,1	29,2
2003	30,4	29,8	28,6	28,2	28,8	28,0	28,9	30,5	29,7	28,3	27,8	28,5	29,0
2004	29,5	29,8	30,2	28,2	28,1	28,8	28,3	30,3	30,0	28,2	28,5	28,9	29,1
2005	29,3	29,6	29,4	29,2	28,5	29,0	29,5	30,7	31,2	28,3	28,1	28,4	29,3
2006	29,0	29,6	28,2	27,5	28,3	28,7	29,6	30,7	29,7	29,0	27,9	28,3	28,9
2007	29,4	30,7	28,4	28,1	28,4	28,1	29,3	29,3	30,6	28,3	28,1	28,5	28,9
2008	28,4	28,9	28,5	28,0	27,6	28,3	28,3	28,6	28,0	28,1	27,5	28,9	28,3
2009	28,3	28,8	27,7	28,8	28,6	28,8	29,7	30,5	31,1	30,2	29,0	29,0	29,2
2010	30,4	30,8	30,6	28,7	29,2	28,5	28,1	28,8	28,7	28,8	28,0	28,3	29,1
2011	29,6	28,7	28,5	27,7	28,0	28,4	29,2	30,4	29,9	28,6	27,8	28,2	28,8
2012	28,7	28,7	28,7	28,0	28,6	29,9	30,5	31,0	31,4	29,0	28,4	29,3	29,4
2013	30,1	28,7	29,4	29,9	27,8	29,2	29,9	30,7	30,7	28,8	28,1	28,8	29,3
2014	29,4	28,7	29,1	29,0	28,2	29,5	30,2	30,9	31,0	28,9	28,3	29,0	29,3
2015	29,8	28,7	29,2	29,4	28,0	29,3	30,0	30,8	30,8	28,9	28,2	28,9	29,3
MEDIOS	29,1	29,1	28,9	28,2	27,9	27,9	28,7	29,6	29,2	28,1	27,7	28,3	28,6
MAXIMOS	31,2	32,2	30,9	30,1	30,1	29,9	30,5	32,1	31,6	30,2	29,2	30,7	32,2
MINIMOS	26,8	26,5	26,8	26,7	26,3	26,5	26,7	27,2	27,2	26,7	26,0	26,6	26,0

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

En el mapa de temperatura se puede observar que la parte con mayor altura de la cuenca se encuentra ubicada sobre los 1.120 msnm en el municipio de Melgar Tolima de acuerdo al gradiente de temperatura de la zona, las temperaturas medias mensuales alcanzan los 23,8 °C, valor que se incrementa gradualmente en la medida que se desciende por la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá hasta alcanzar temperaturas máximas de 28,7 °C, sobre los 306 msnm, en la estación Las Dos Aguas en el Municipio de Suarez en el Departamento del Tolima.

En la tabla 9 se encuentran los valores de temperatura media mensual multianual para las 5 estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la Quebrada Apicalá.

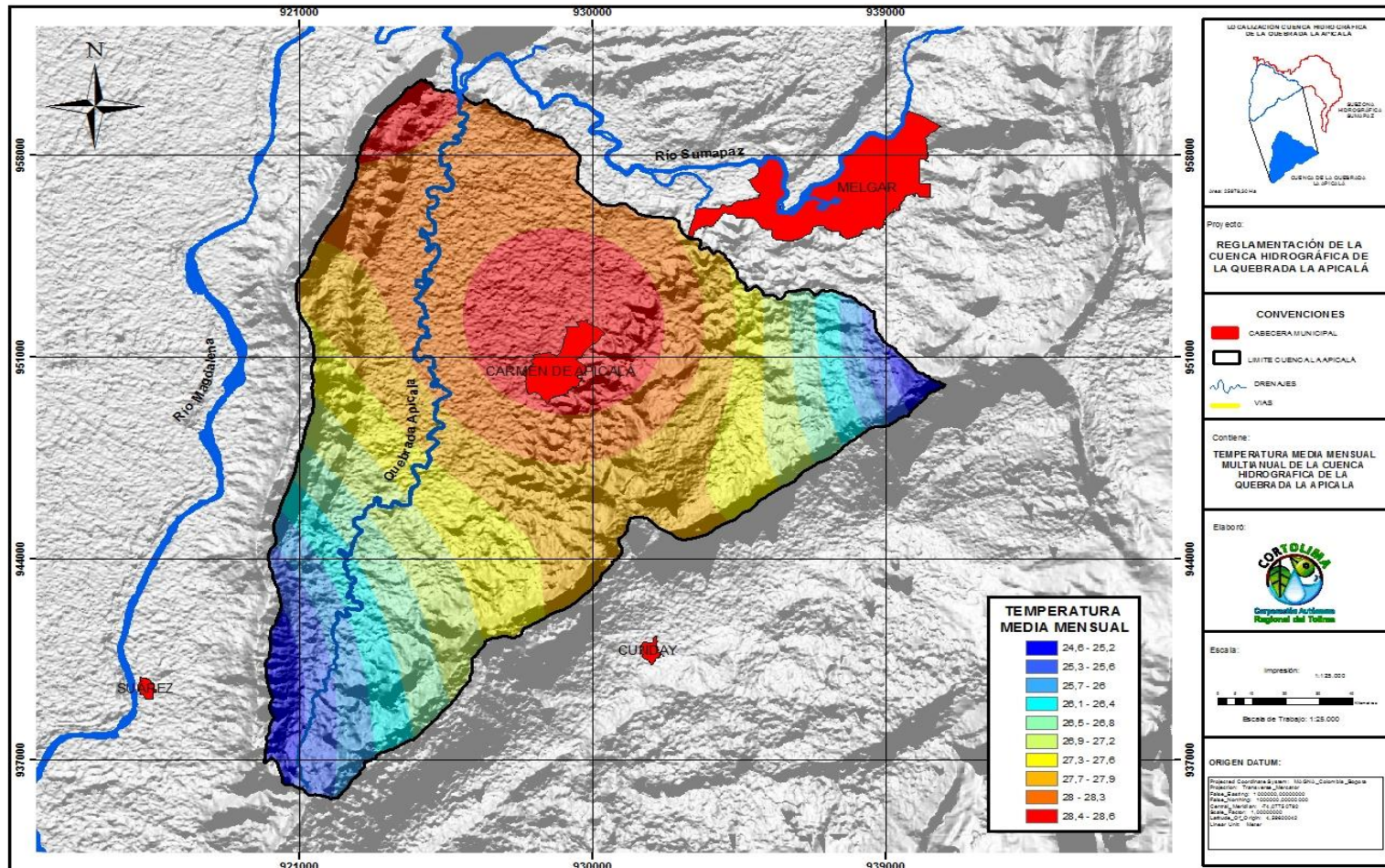
Tabla 9. Valores de Temperatura media mensual (°C), periodo 1986-2015, la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala.

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
21180160	SUAREZ	29,2	29,1	28,8	28,3	28,2	28,4	28,9	29,9	29,5	28,4	28,0	28,6	23,8
21160030	CUNDAY	28,3	28,2	27,9	27,4	27,3	27,5	28,0	28,9	28,6	27,5	27,0	27,6	27,9
21190410	HDA LA GRANJA	24,2	24,1	23,8	23,3	23,2	23,4	23,9	24,9	24,5	23,4	23,0	23,6	23,8
21190290	CARMEN DE APICALA	29,0	28,9	28,7	28,2	28,0	28,2	28,8	29,7	29,4	28,2	27,8	28,4	28,6
21170020	LAS DOS AGUAS	29,2	29,1	28,8	28,3	28,1	28,4	28,9	29,8	29,5	28,4	27,9	28,5	28,7

En el mapa 11 se muestra la distribución espacial de la temperatura media anual, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

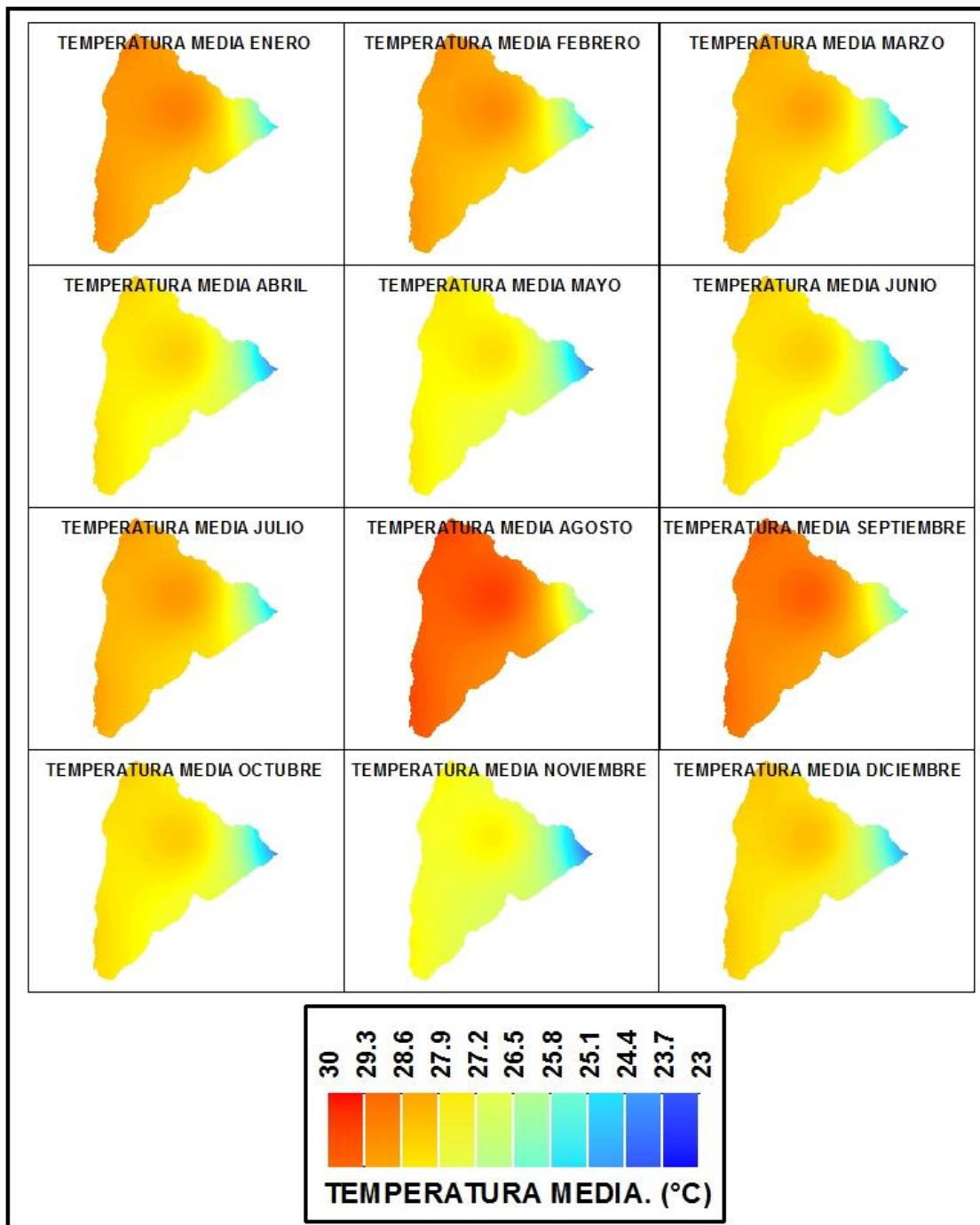
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 11. Distribución espacial de la temperatura media anual, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



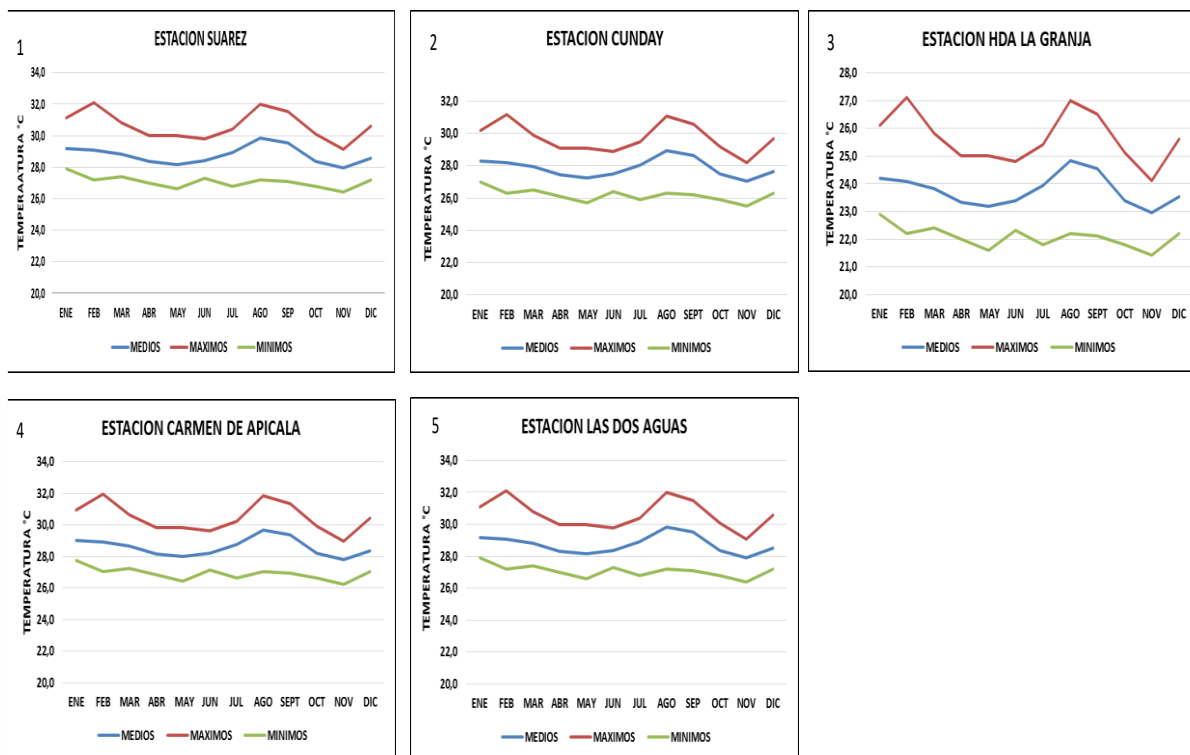
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 7. Temperatura media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



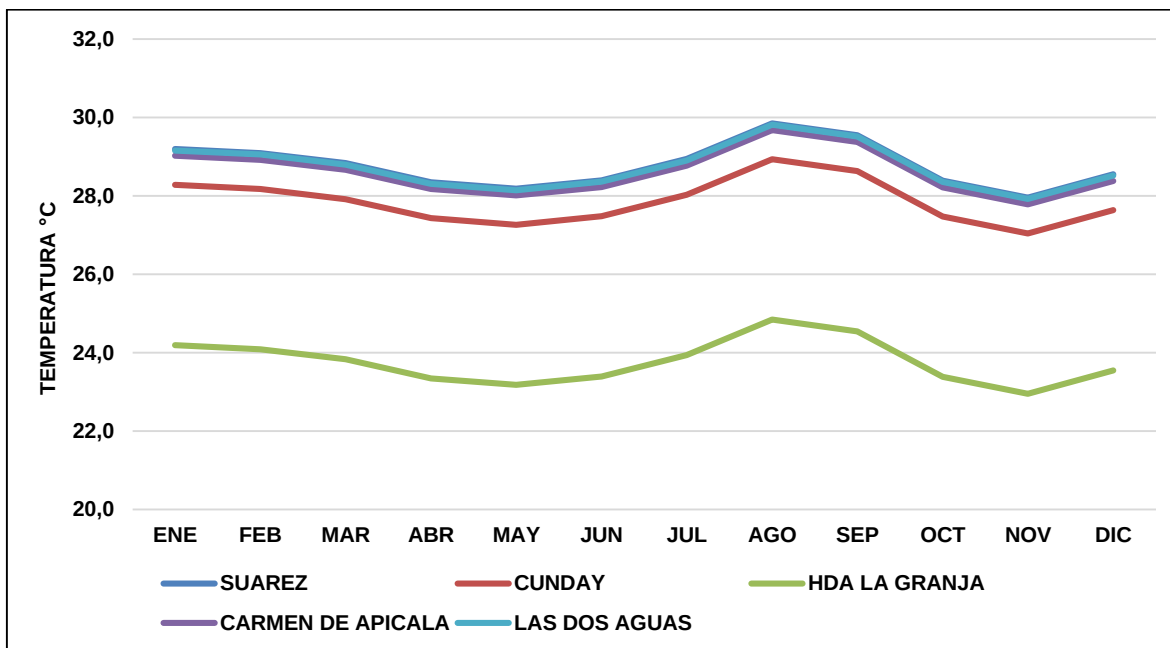
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 8. Ciclo anual de la temperatura media mensual (°C), periodo 1986- 2015, para 5 estaciones, en la cuenca de la Quebrada Apicalá: 1 Suarez, 2 Cunday, 3 Hada La Granja, 4 Carmen de Apicalá y 5 Las Dos Aguas



La Figura 8, presenta el comportamiento general de la temperatura, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, con resolución mensual (Temperatura media, máxima y mínima), observándose que los valores medios mensuales, máximos y mínimos de temperatura, no presentan grandes diferencias a lo largo del año con respecto al promedio anual.

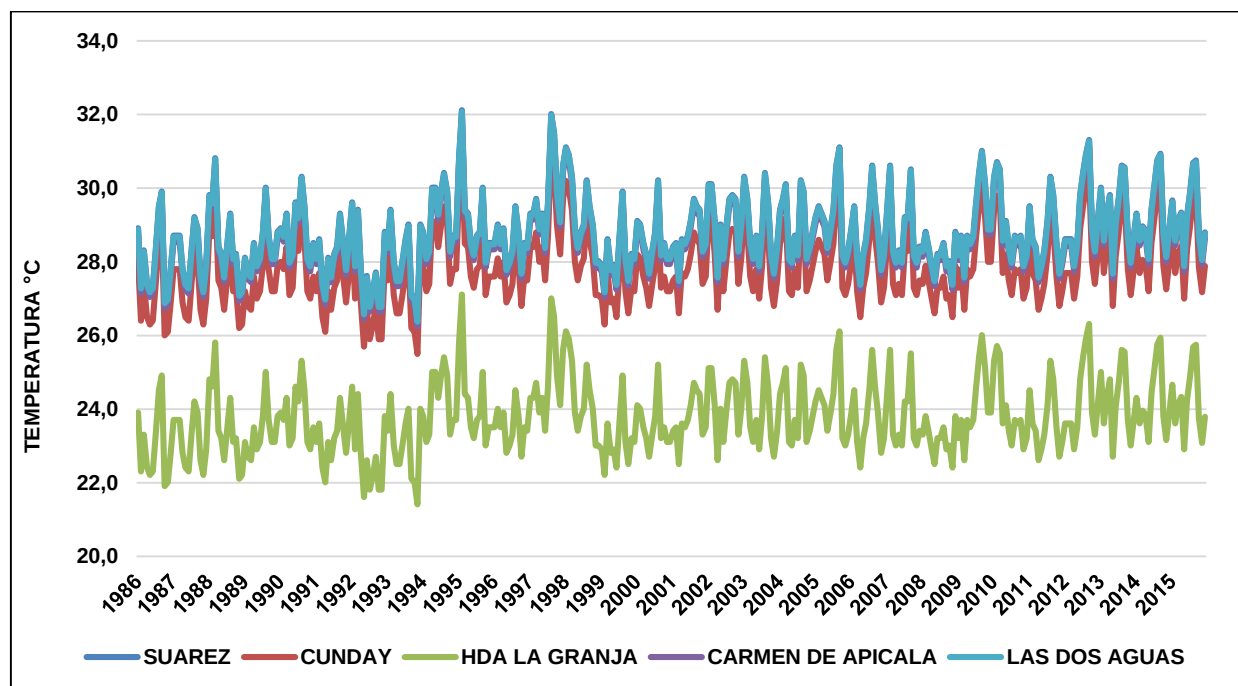
Figura 9. Variabilidad anual de la temperatura (°C), en el periodo 1986 - 2015, para las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.



La temperatura aumenta o disminuye según el gradiente altitudinal que depende de la altura sobre el nivel del mar en donde se encuentra ubicada cada estación.

En la figura 9 se representa la variabilidad multianual de la precipitación de las 5 estaciones en el periodo 1986 - 2015, para las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

Figura 10. Variabilidad interanual de la temperatura (°C), en el periodo 1986-2015, para las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



En cuanto a la variación interanual de la temperatura en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, para el periodo 1986-2015, se distinguen los años calientes y fríos; de acuerdo a la figura 10, los años 1988, 1995, 1997, 2005, 2006, 2007, 2009, 2012, 2013, 2014 y 2015, se clasifican como los años más cálidos, ya que se registraron valores de temperatura superiores a los 30°C, registrados especialmente en las estaciones Suarez y Las Dos Aguas; las temperaturas más bajas (Frías), se registran en la parte alta de la cuenca, durante los años 1992, 1994, 1999, 2006, 2008 y 2010, con valores inferiores a los 22°C, registrados en la estación Hada La Granja.

4.3. Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración es uno de los componentes más importantes del balance hídrico; representa la cantidad de agua saliente del sistema hacia la atmósfera en forma de vapor de agua, por una combinación de la evaporación física y de la transpiración de la vegetación. La evapotranspiración depende fundamentalmente de condiciones climáticas que a su vez son función de las características físicas de la atmósfera que se encuentra cerca al suelo y a la vegetación, además depende de la calidad del agua y del área del espejo de agua.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mediante Thornthwaite introdujo el término evapotranspiración potencial (ETP) para expresar "la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas".

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado, se debe corregir la ETP mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes) final. (Colombia)

Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)
$ETP = 16 \times (10 T / I) a (II)$
$I = \text{índice de calor anual}$
$I = \text{suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i).}$

Dónde:

$i = (T / 5)$ elevado a 1,514
 $T = \text{temperatura media mensual en } ^\circ\text{C}.$
 $a = \text{función del índice de calor anual (I), que simplificado equivale a } 0,016 \text{ elevado a } 0,5$
 $a \text{ se calcula como: } a = 0,000000675 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$

$ETP (\text{corregida}) = ETP \times L (\text{mm/mes}) (III)$

$ETP (\text{corregida}) = ETP \times L (\text{mm/mes}) (III)$

Dónde:

$E = \text{factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del día } N_i \text{—horas de Sol}$
 $L = TP: \text{evapotranspiración mensual en mm}$
 $L_i = Ndi/30 \times N_i/12 \text{ (Tablas de L mensuales por latitud).}$

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Para el cálculo de la evapotranspiración en la subzona hidrográfica de la quebrada La Apicala se utilizó el método de Thornthwaite, el cual requiere temperaturas medias mensuales y el índice termal mensual, que varía dependiendo de la región.

Una vez calculada la Evapotranspiración potencial ETP, mediante el sistema ecuaciones propuesto por Thornthwaite, se realizó la corrección de la evapotranspiración con base al índice de iluminación, en los hemisferios Norte y Sur, expresado en unidades de 30 días de 12 horas (según Criddle), para ser utilizado en el método de Thornthwaite, valores que se presentan en la siguiente figura.

Tabla 10. Factor de corrección f , por duración media de las horas de sol expresada en unidades de 30 días, con 12 horas de sol cada una

Latit. N	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setbre.	Octubre	Novbre.	Dicbre.
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
10	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
20	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70

Tabla 11. Valores medios mensuales (mm) y totales (mm), de la evapotranspiración potencial (ETP), para el periodo 1986-2015, en la estación con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

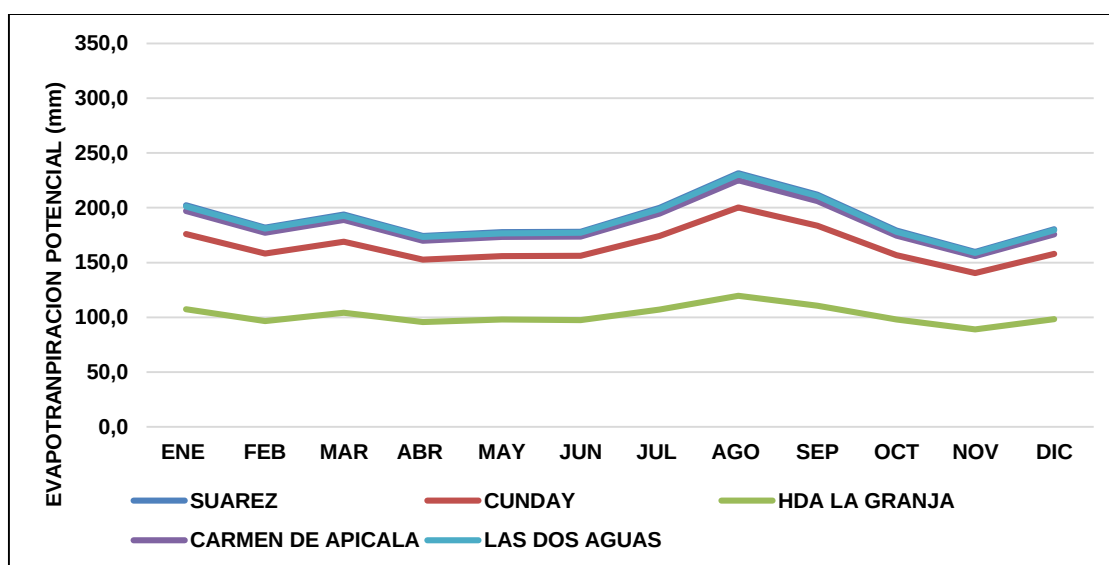
CODIGO	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
21180160	SUAREZ	202,3	182,0	193,8	174,4	177,7	178,2	199,9	231,6	211,9	179,2	159,7	180,4	2271,1
21160030	CUNDAY	175,9	158,3	169,0	152,8	155,9	156,1	174,2	200,2	183,5	156,9	140,5	157,9	1981,2
21190410	HDA LA GRANJA	107,4	96,7	104,3	95,7	98,1	97,6	107,2	119,7	110,5	98,0	89,0	98,4	1222,6
21190290	CARMEN DE APICALA	196,9	177,2	188,8	170,0	173,3	173,7	194,7	225,2	206,1	174,6	155,8	175,8	2212,0
21170020	LAS DOS AGUAS	201,1	180,9	192,7	173,4	176,7	177,2	198,7	230,2	210,7	178,2	158,9	179,4	2258,2

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

En la Tabla 11, se presentan los valores medios mensuales y totales de la evapotranspiración potencial, periodo 1986-2015, para las estaciones que influyen en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

En la figura 11 se muestra la distribución temporal, en donde los mayores valores de evapotranspiración, se presentan durante los meses de agosto y septiembre, correspondientes a los meses más calurosos de la segunda temporada seca del año y los menores valores, se presentan durante el mes de noviembre; en la mayoría de los casos, ajustado a un comportamiento bimodal, acorde a las variaciones de temperatura y humedad relativa, que se presentan en la cuenca hidrográfica a lo largo del año.

Figura 11. Comportamiento Temporal de la evapotranspiración potencial media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

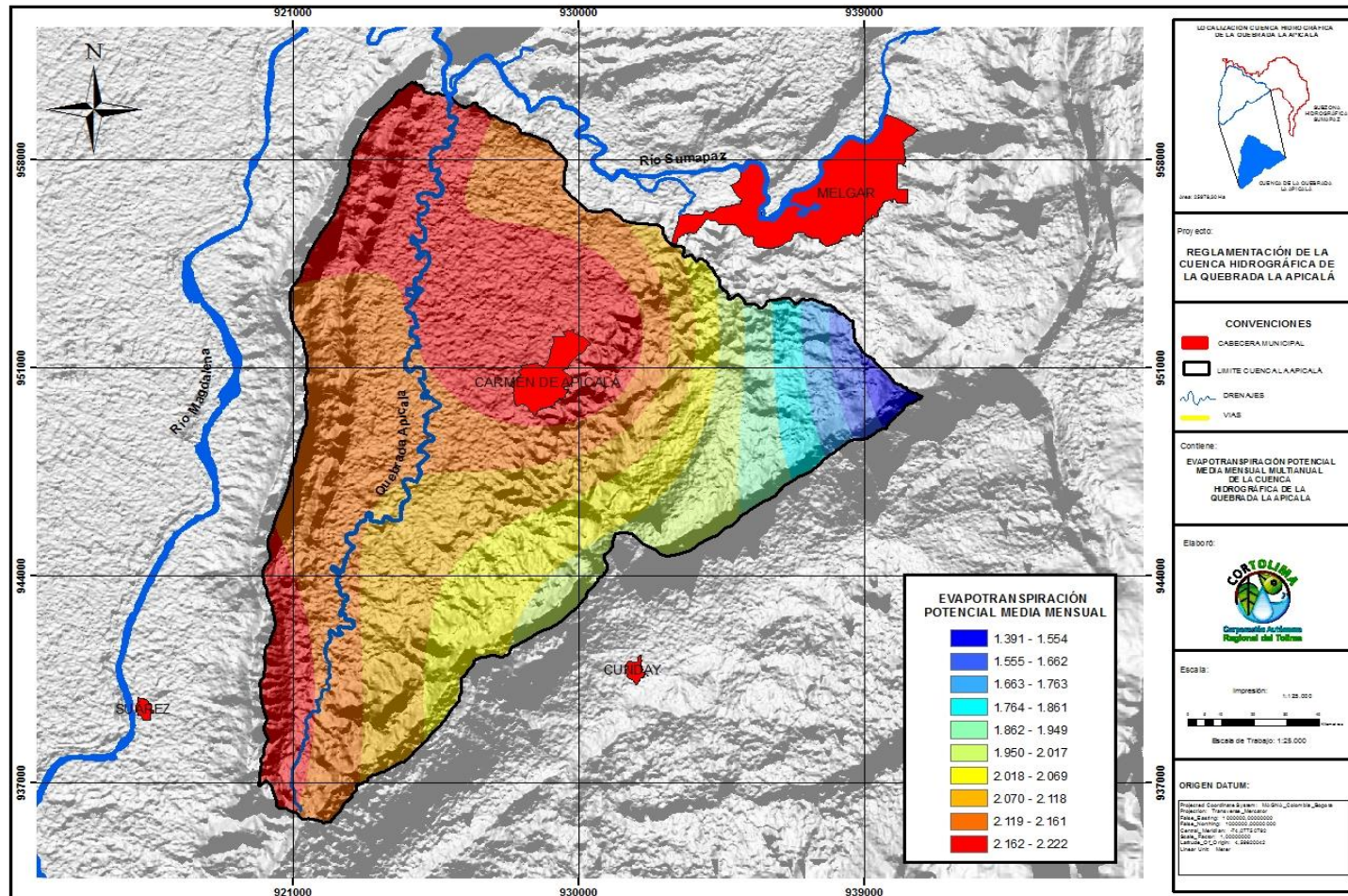


La figura 11, presenta la distribución temporal, de los valores totales de evapotranspiración potencial (ETP), para el periodo 1986 - 2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, generada por el método de Thornthwaite

La evapotranspiración potencial espacialmente se incrementa en la medida que se descende en la altura y disminuye en la medida en que se asciende en altura sobre el nivel del mar; se estiman valores de ETP de 1.222,6 mm al año la menor, en la estación Hda La Granja localizadas por encima de los 1.120 msnm y 2.271,1 mm al año la mayor en la estación Suarez, localizadas por debajo de los 300 msnm.

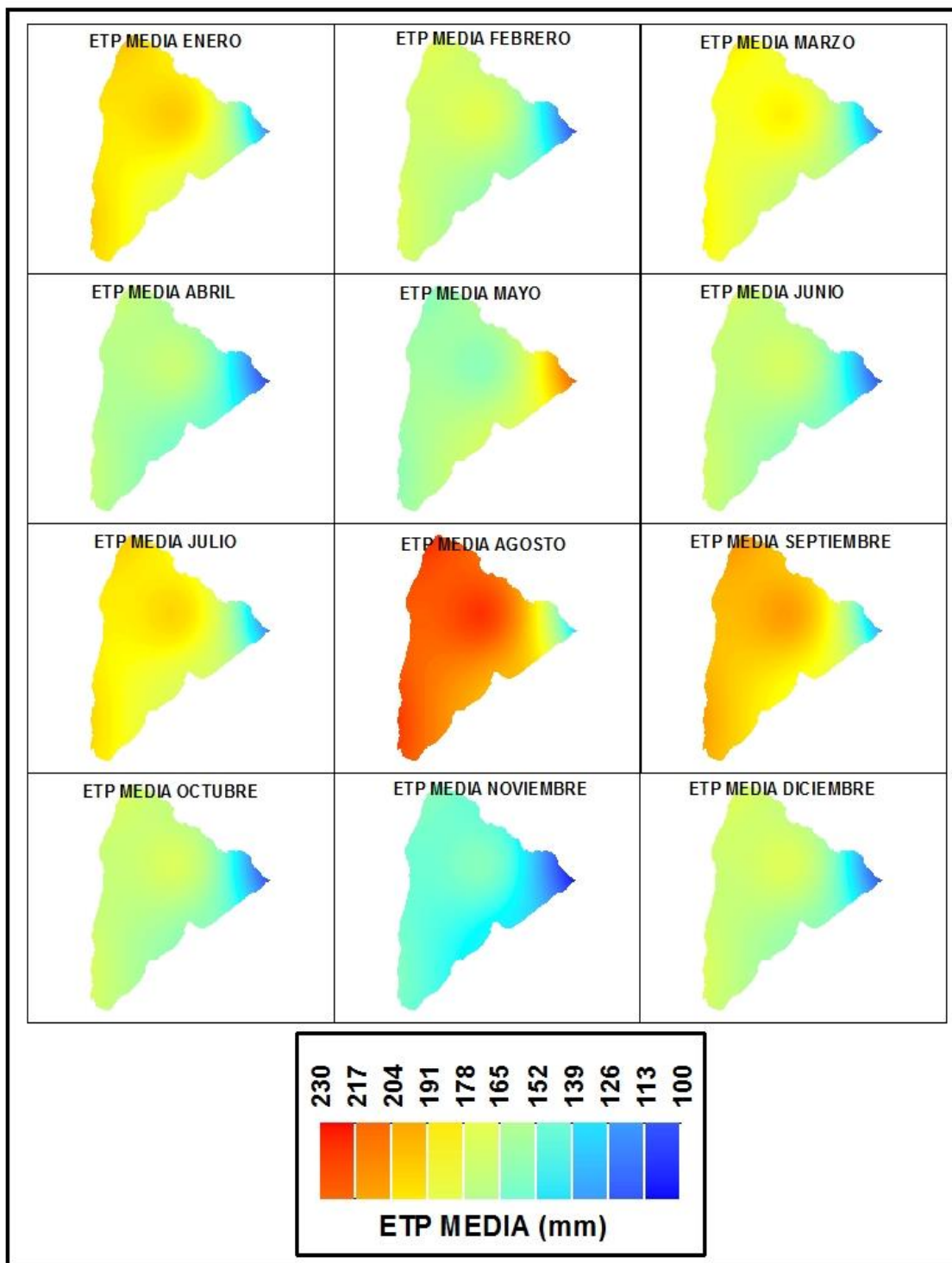
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 12. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial media total (ETP), generada por el método de Thornthwaite, para el periodo 1986-2015, en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 12. Evapotranspiración potencial media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



4.4 Evapotranspiración Real

La evapotranspiración real es la cantidad de agua, expresada en mm/día, que es efectivamente evaporada desde la superficie del suelo y transpirada por la cubierta vegetal. En general cuando se aborda el punto de la evapotranspiración real se hace referencia a la que se obtiene en un balance de humedad en el suelo. En un balance hídrico, la evapotranspiración potencial (o de referencia) sólo se lleva a cabo cuando el suelo dispone de bastante agua para suplirla, de modo que en los períodos sin humedad en el suelo el valor de la pérdida de humedad puede ser menor que el calculado, es lo que se conoce como evapotranspiración real, que para un mes en concreto sería la suma de la precipitación en ese periodo y la reserva de agua del suelo al inicio del mismo. Solo cuando el valor anterior supera a la evaporación potencial (o referencia), puede satisfacerse ésta y, en este caso, coincide con la real, el exceso de agua permanece como reserva del suelo. En los períodos más húmedos, dicho exceso, puede superar a la capacidad de reserva y existirá una evacuación de la sobrante por drenaje o escorrentía superficial si la permeabilidad del suelo es inferior a la intensidad de la precipitación. Cuanto mayor es la evapotranspiración real de una zona mayor es la formación de biomasa vegetal en la misma, si bien existe una limitación en función de la fertilidad del suelo, que podría constituirse en el factor limitante del crecimiento. (olalla, 1992)

El cálculo de la evapotranspiración real (ETR), se realizó a través de la ecuación propuesta por Budyko (1974), en donde la evapotranspiración potencial ETP, se transforma a evapotranspiración real (ETR), mediante la ecuación de Budyko que se presenta a continuación:

$$ETR = \left[ETP \times P \times \tanh\left(\frac{P}{ETP}\right) \left(1 - \cosh\left(\frac{ETP}{P}\right) + \sinh\left(\frac{ETP}{P}\right)\right) \right]^{1/2}$$

Dónde:

ETR = Evaporación real (mm)

P = Precipitación (mm)

ETP = Evaporación potencial (mm) por el período considerado (Mensual).

Para la obtención de los valores mensuales de Evapotranspiración Real (ETR), se utilizaron los datos de evapotranspiración potencial (ETP), partiendo de la ecuación Thornthwaite; la Tabla 12, muestra los valores medios mensuales y totales de la ETR, periodo 1986-2015, para las estaciones que influyen en esta cuenca hidrográfica (Sanchez Martinez, 2008).

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

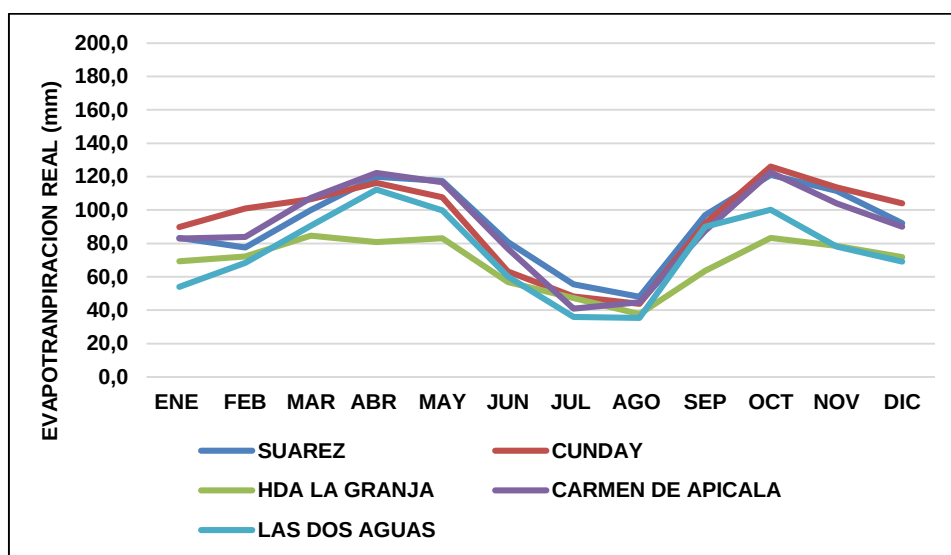
Con respecto a la distribución temporal de la ETR, se observa que los mayores valores de ETR, se presentan durante los meses de abril, mayo en el primer semestre y octubre en el segundo semestre, correspondientes a los meses más lluviosos del año; los menores valores, se presentan durante el mes de Julio y Diciembre; en todos los casos.

Tabla 12. Valores medios mensuales (mm) y totales (mm), de la evapotranspiración Real (ETR), para el periodo 1986-2015, en las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

CODIGO	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
21180160	SUAREZ	83,3	77,5	99,9	119,9	117,4	80,7	55,4	48,0	96,8	121,1	111,4	92,2	1103,7
21160030	CUNDAY	89,8	101,0	106,4	116,3	107,6	63,2	48,3	43,8	91,9	126,0	113,7	104,0	1112,0
21190410	HDA LA GRANJA	69,3	72,3	84,6	80,9	83,1	56,9	47,3	37,8	63,5	83,3	78,5	71,7	829,1
21190290	CARMEN DE APICALA	82,9	83,8	107,3	122,1	116,6	76,8	40,9	44,8	87,5	122,6	103,9	90,1	1079,3
21170020	LAS DOS AGUAS	54,0	68,4	90,6	112,2	99,8	60,0	36,0	35,5	90,1	100,2	78,1	69,2	894,1

La tabla 12 Se muestran los Valores medios mensuales (mm) y totales (mm), de la evapotranspiración Real (ETR), para el periodo 1986-2015, en las estaciones con influencia en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

Grafica 13. Comportamiento temporal de la Evapotranspiración Real media mensual anual de todas las estaciones utilizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



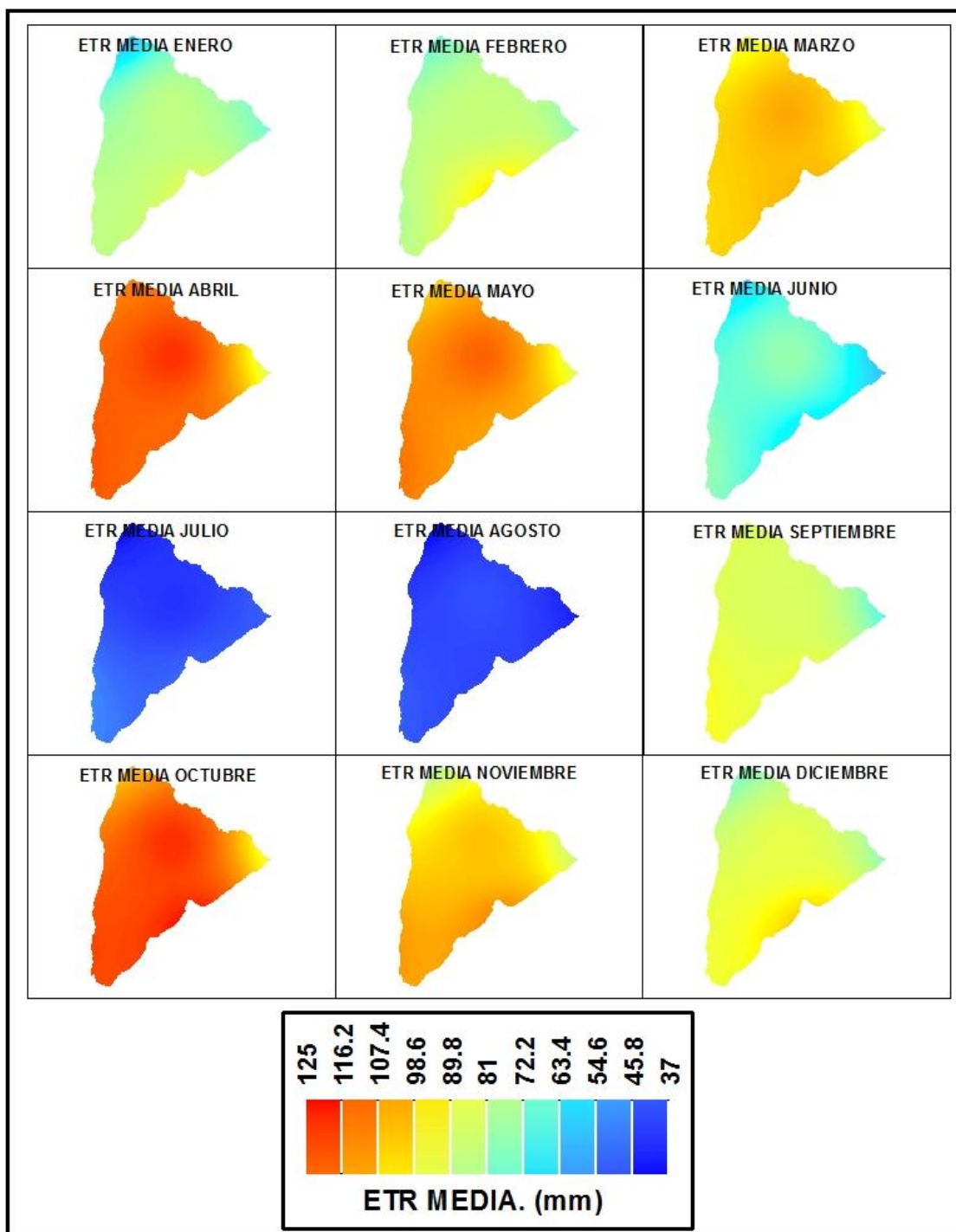
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

La Grafica 13, muestra la variabilidad temporal de la ETR media en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, destacándose que esta varía entre (829,1 – 1.112,0 mm al año), con un valor medio de 1.003,6 mm, identificándose que los menores valores, se localizan en las áreas con mayor altura sobre el nivel del mar, específicamente en la estación Hda La Granja en el municipio de Melgar Departamento del Tolima; los mayores valores de ETR , se localizan en la estación Cunday en el Municipio de Cunday Departamento del Tolima.

En el mapa 13 se muestra la distribución espacial de la evapotranspiración real para el periodo 1986 – 2015 calculada con la ecuación de Budyco.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 14. Evapotranspiración real media mensual multianual para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



5. BALANCE HIDRICO

El balance hídrico es un método matemático que permite comparar el ingreso de agua a la tierra a través de las precipitaciones y las diferentes salidas que se tienen, esas salidas se definen como necesidades básicas: la evaporación, propia de los suelos, la transpiración propia de las plantas. Para efectos de cálculos se estiman en forma conjunta en lo que llamamos evapotranspiración. Esta evapotranspiración se calcula a partir de la temperatura y se llega a un valor potencial que solamente se convertirá en real (Evapotranspiración real), cuando se analice el ingreso de las lluvias al sistema, teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de los suelos y la necesidad potencial de consumo.

El comportamiento temporal y espacial del recurso hídrico en el área de estudio, es decir, los meses y zonas que presentan excesos, deficiencias o almacenamientos de agua en el suelo se determinaron a través de un balance hidroclimático. El balance hídrico compara los aportes de agua que entran al sistema mediante la precipitación, con respecto a las salidas dadas por la evapotranspiración de las plantas, considerando las variaciones de almacenamiento de humedad ocurridas en el suelo.

El Balance hídrico fue empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, que equivale al volumen de agua continental de los sistemas de drenaje superficial, en un período determinado de tiempo.

Con la finalidad de realizar el cálculo de los caudales medios, se utiliza el método del balance hidrológico de largo plazo; según GOTTA (2014), la validez de este método ha sido comprobada y verificada en numerosos estudios en Colombia como los presentados por UNALMED-UPME (2000), UNALMED-CTA (2001) y Álvarez-Villa (2007).

A través del balance hídrico de largo plazo, el cálculo del caudal medio, se realiza mediante el cálculo del área del tamaño de los píxeles, a través del modelo digital de elevaciones (MDE); por lo que para cada uno de los píxeles generados al interior de la cuenca, se estima la evapotranspiración y la precipitación, se desarrolla la ecuación del balance hídrico de largo plazo y el resultado de esta operación, se multiplica por el área del píxel, obteniéndose el volumen de agua (caudal), que cada uno de los píxeles aporta durante el periodo de tiempo de datos analizado, que para el caso de la quebrada La Apicalá es un año. Para generar la oferta hídrica estimada para toda la cuenca, se realiza la sumatoria del volumen generado en cada uno de los píxeles que hacen parte de la cuenca y finalmente, este valor se convierte a unidades de oferta hídrica (m^3/s o l/s), para obtener el caudal medio de la cuenca o unidad hidrográfica considerada.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

La ecuación para la realización del balance hídrico de largo plazo, se presenta a continuación:

$$\text{Caudal Medio} = \int_{\text{Área}} [P(x, y) - E(x, y)] dA$$

Dónde:

- P: Es la precipitación
- E: Es la evapotranspiración
- A: es el área

Los resultados de la aplicación de la metodología de balance hídrico de largo plazo, permitió establecer el caudal promedio multianual (oferta hídrica), para la cuenca de la quebrada La Apicala; la Tabla 13, presenta los resultados de la oferta hídrica, obtenida a través de balance hídrico de largo plazo.

5.1 Oferta Hídrica

Tabla 13. Oferta hídrica superficial (l/s) mensual y total multianual, obtenidos a través de la metodología de balance hídrico de largo plazo, para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

MES	CAUDAL L/S	CAUDAL M ³ /S
ENERO	2.486	2,49
FEBRERO	4.560	4,56
MARZO	6.391	6,39
ABRIL	10.464	10,46
MAYO	8.516	8,52
JUNIO	2.880	2,88
JULIO	728	0,73
AGOSTO	617	0,62
SEPTIEMBRE	2.836	2,84
OCTUBRE	10.053	10,05
NOVIEMBRE	9487	9,49
DICIEMBRE	4840	4,84
TOTAL	5.245	5,25

La tabla 13 Muestra los datos calculados de caudal mensual multianual mediante el método a largo plazo en el programa ArcGIS 10.3, en donde se observa un valor total de caudal para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá de 5,25 (m³/s), un caudal mínimo en el mes de agosto de 0,62 (m³/s), y un caudal máximo en el mes de abril de 10,46 (m³/s).

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

A continuación, se describen con más precisión la distribución espacial de la oferta hídrica totales de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá.

Tabla 14 . Oferta hídrica superficial (l/s) total, obtenidos a través de la metodología de balance hídrico de largo plazo, para las microcuencas de la quebrada La Apicalá

MICROCUENCA	AREA HA	L/S	M3/S
Quebrada Inalí	3.501,71	707,71	0,708
Quebrada La Totumala	109,39	18,31	0,018
Quebrada El Trapiche	634,11	119,58	0,120
Quebrada La Caja	555,83	121,53	0,122
Quebrada Oloche	2.242,76	451,02	0,451
Quebrada La Apicalá	5.544,32	1.035,50	1,036
Quebrada Las Margaritas	190,46	39,50	0,040
Quebrada La Palmara	1.591,77	310,62	0,311
Nn1	296,96	44,76	0,045
Quebrada La Curala	290,24	46,40	0,046
Quebrada La Tigrera	974,95	172,47	0,172
Quebrada Peñones	410,73	79,62	0,080
Quebrada La Aguada	443,57	87,30	0,087
Quebrada Las Lajas	560,27	111,86	0,112
Quebrada El Escritorio	616,63	131,24	0,131
Quebrada La Dulce	371,77	77,88	0,078
Quebrada Palmichala	1.459,46	316,11	0,316
Quebrada San Pedro	969,78	220,50	0,221
Quebrada La Yayala	552,78	97,5	0,098
Quebrada La Zarca	409,19	76,12	0,076
Quebrada Arenosa	863,41	162,87	0,163
Quebrada Las Mielles	602,65	130,11	0,130
Quebrada La Colorada	1.656,99	435,26	0,435
Quebrada Volcana	498,91	124,59	0,125
Quebrada La Hondita	185,90	37,42	0,037
Quebrada El Encanto	191,40	38,46	0,038
Quebrada El Capricho	140,53	28,27	0,028
Quebrada El Edén	111,94	22,51	0,023
TOTAL	25.978,42	5.245,02	5,245

En la tabla 14 se observan los valores de caudal calculados para las microcuencas que forman la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, la que mayor área presenta es la quebrada La Apicala con 5.544,32 ha, la cual registra la mayor oferta

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

hídrica de 1,036 m³/s y la que menor caudal registra es la quebrada La Totumala con un área 109,39 ha con un caudal de 0,018 m³/s.

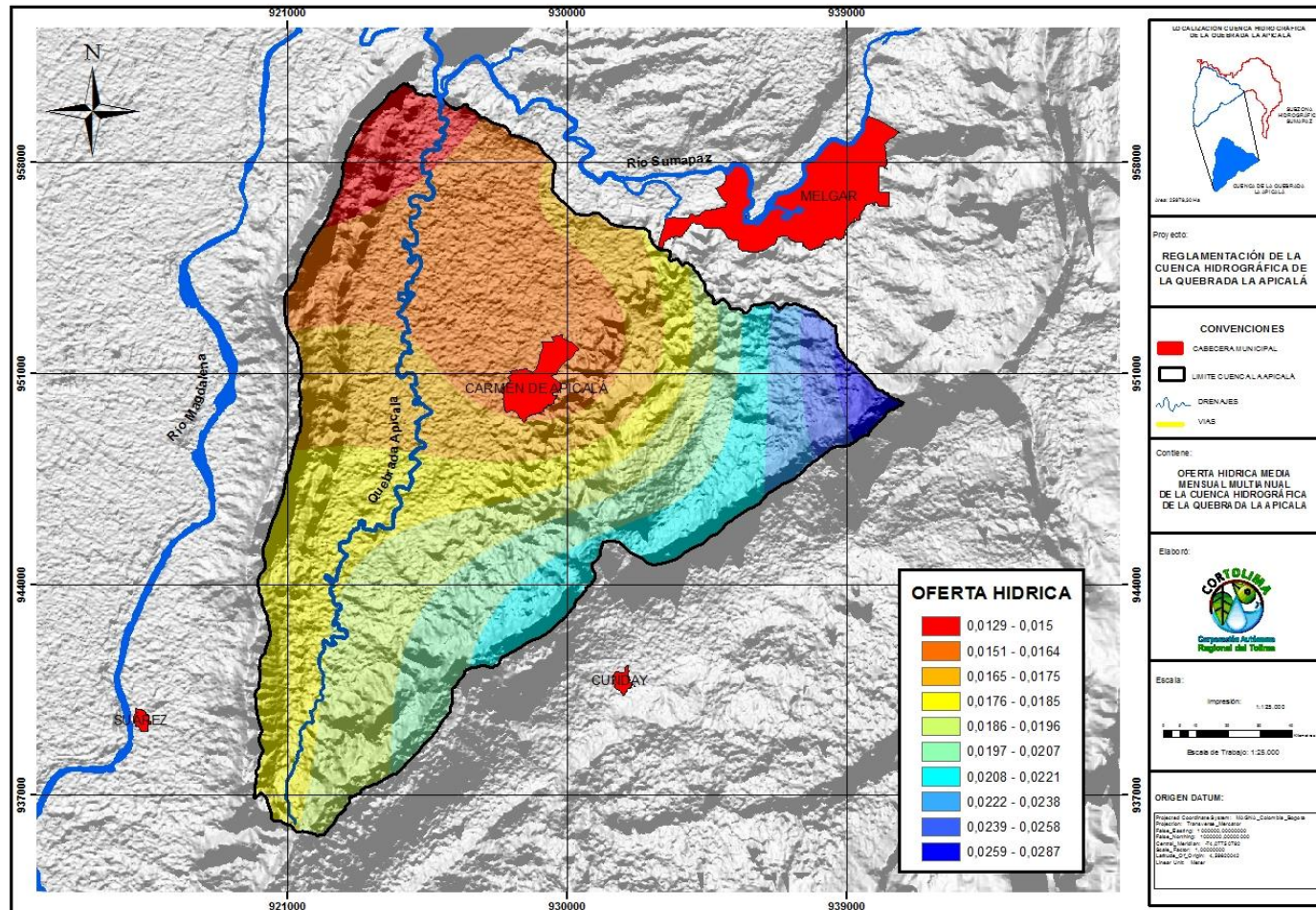
La oferta hídrica media total, obtenida para la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Apicalá, por este método, es de 5,25 m³/s, destacándose que los mayores aportes hídricos se encuentran en el nacimiento de quebrada Buenavista, Cachipa y La Volcana en la vereda Buenavista en el municipio de Melgar con coberturas de bosque protector potencialmente productor, rastrojo, pastos naturales y pastos con rastrojos o enmalezados y la menor oferta se encontró en la desembocadura de la quebrada La Apicalá en el río Sumapaz entre los límites de los municipios de Carmen de Apicalá y Melgar, con coberturas de rastrojo y pastos manejados.

Este resultado fue comparado con el valor calculado para la subzona hidrográfica del río Sumapaz, en donde el resultado fue 4.91 m³/s para la unidad hidrológica La Apicala.

En el mapa 14 se muestra la distribución espacial de la oferta hídrica total superficial y en la figura 15 la espacialización media mensual multianual.

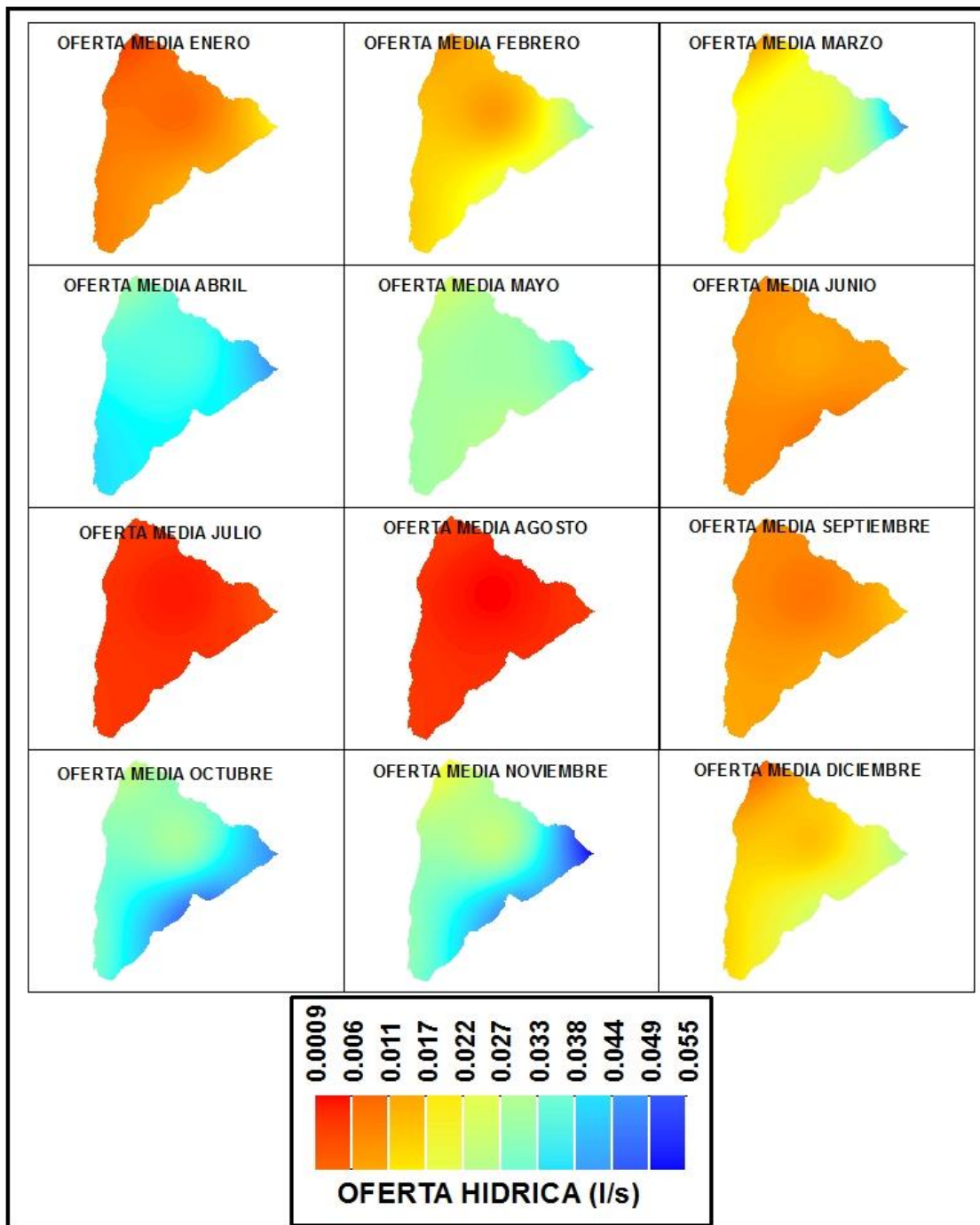
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

Mapa 14. Distribución espacial de la oferta hídrica superficial (l/s) para el periodo 1986 – 2015 en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 15. Oferta hídrica superficial (l/s) mensual multianual la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



5.2 Rendimiento Hídrico

El rendimiento hídrico o caudal específico se define como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$). Este concepto permite expresar la escurrentía por unidad de área para cuantificar la oferta hídrica superficial, estimar valores en unidades de agua superficial hidrográficas no instrumentadas y establecer comparaciones en diferentes unidades de análisis. (IDEAM, 2010)

La Tabla 15, muestra los rendimientos hídricos ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$), obtenidos para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, destacándose que en promedio la cuenca, presenta un rendimiento hídrico de 20,19 ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$), además, se resalta, que los mayores rendimientos se presentan en la vereda Buenavista del municipio de Melgar y menores rendimientos en la desembocadura de la quebrada La Apicalá en el río Sumapaz.

Tabla 15. Rendimiento hídrico ($\text{l/s}\cdot\text{km}^2$), obtenido, para la cuenca Hidrográfica de la quebrada La Apicalá

MES	CAUDAL l/s	AREA K^2	RENDIMIENTO HIDRICO
ENERO	2.486,62	259,78	9,57
FEBRERO	4.560,89	259,78	17,56
MARZO	6.391,62	259,78	24,60
ABRIL	10.464,79	259,78	40,28
MAYO	8.516,40	259,78	32,78
JUNIO	2.880,98	259,78	11,09
JULIO	728,88	259,78	2,81
AGOSTO	617,51	259,78	2,38
SEPTIEMBRE	2.836,93	259,78	10,92
OCTUBRE	10.053,89	259,78	38,70
NOVIEMBRE	9.487,55	259,78	36,52
DICIEMBRE	4.840,30	259,78	18,63
TOTAL	5.245,58	259,78	20,19

El mapa 15 muestra la distribución espacial del rendimiento hídrico totales y en la figura 16 se observa la distribución espacial del rendimiento hídrico en los 12 meses del año para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, donde se destacan los mayores rendimientos en los meses de abril y mayo en el primer semestre y octubre y noviembre en el segundo semestre, el menor rendimiento se observó en los meses de agosto y septiembre.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

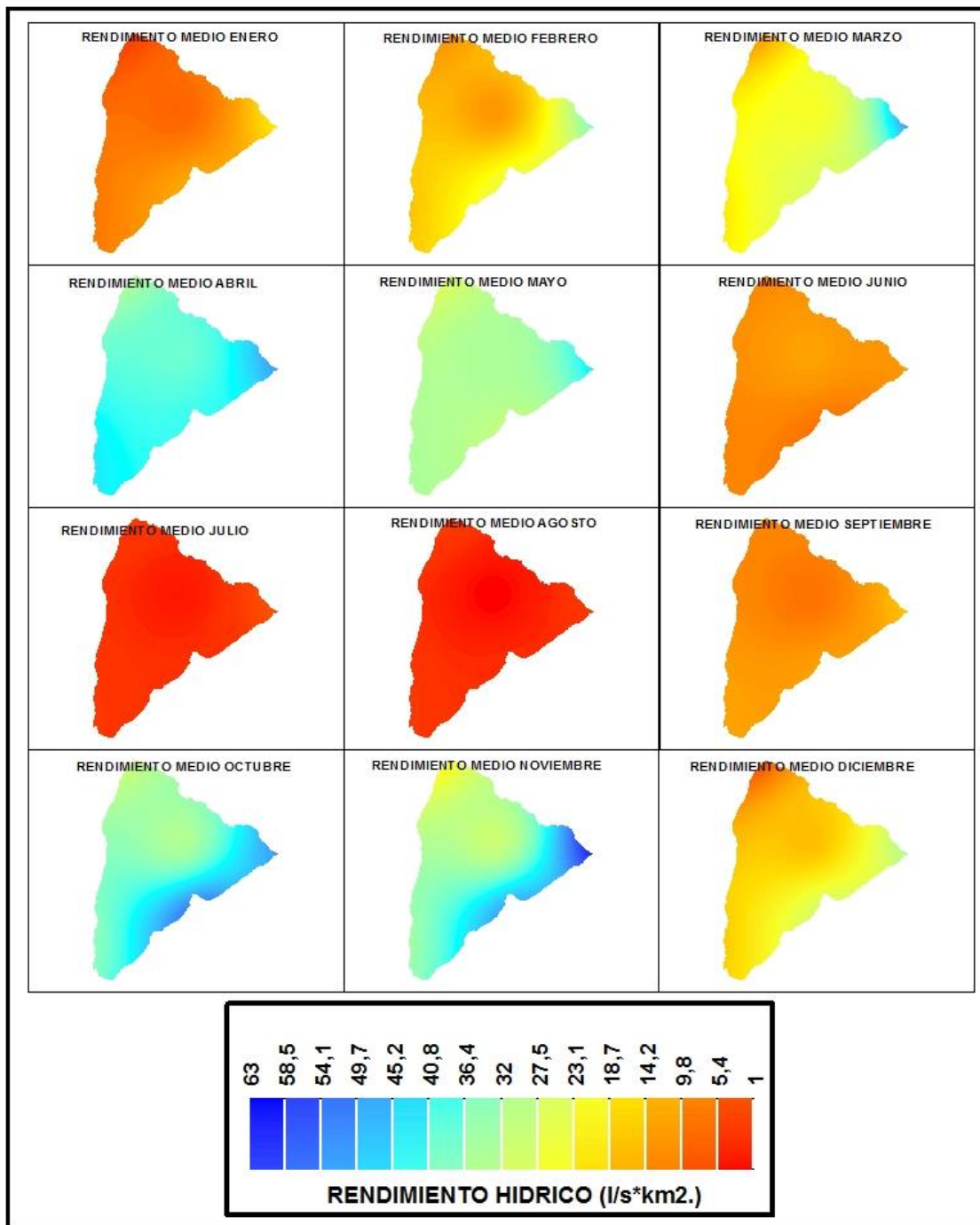
Tabla 16. Rendimiento hídrico ($\text{l/s} \cdot \text{km}^2$), obtenido, para las microcuencas Hidrográficas de la quebrada La Apicalá

MICROCUEENCA	AREA K ²	CAUDAL L/S	RENDIMIENTO HIDRICO
Quebrada Inalí	35,02	707,71	20,21
Quebrada La Totumala	1,09	18,31	16,74
Quebrada El Trapiche	6,34	119,58	18,86
Quebrada La Caja	5,56	121,53	21,86
Quebrada Oloche	22,43	451,02	20,11
Quebrada La Apicalá	55,44	1.035,50	18,68
Quebrada Las Margaritas	1,90	39,50	20,74
Quebrada La Palmara	15,92	310,62	19,51
Nn1	2,97	44,76	15,07
Quebrada La Curala	2,90	46,40	15,99
Quebrada La Tigrera	9,75	172,47	17,69
Quebrada Peñones	4,11	79,62	19,38
Quebrada La Aguada	4,44	87,30	19,68
Quebrada Las Lajas	5,60	111,86	19,97
Quebrada El Escritorio	6,17	131,24	21,28
Quebrada La Dulce	3,72	77,88	20,95
Quebrada Palmichala	14,59	316,11	21,66
Quebrada San Pedro	9,70	220,50	22,74
Quebrada La Yayala	5,53	97,5	17,64
Quebrada La Zarca	4,09	76,12	18,60
Quebrada Arenosa	8,63	162,87	18,86
Quebrada Las Mieles	6,03	130,11	21,59
Quebrada La Colorada	16,57	435,26	26,27
Quebrada Volcana	4,99	124,59	24,97
Quebrada La Hondita	1,86	37,42	20,13
Quebrada El Encanto	1,91	38,46	20,09
Quebrada El Capricho	1,41	28,27	20,12
Quebrada El Edén	1,12	22,51	20,10
TOTAL	259,78	5.245,02	20,19

La tabla 16 muestra los datos de rendimiento hidrico de las microcuencas que hacen parte de la quebrada La Apicalá, la quebrada La Caja presenta los mayores rendimientos con $21,86 \text{ (l/s} \cdot \text{km}^2)$ y la Quebrada NN1 presenta el menor rendimiento de $15,07 \text{ (l/s} \cdot \text{km}^2)$.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 16. Rendimiento hídrico ($l/s \cdot km^2$), mensual multianual de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

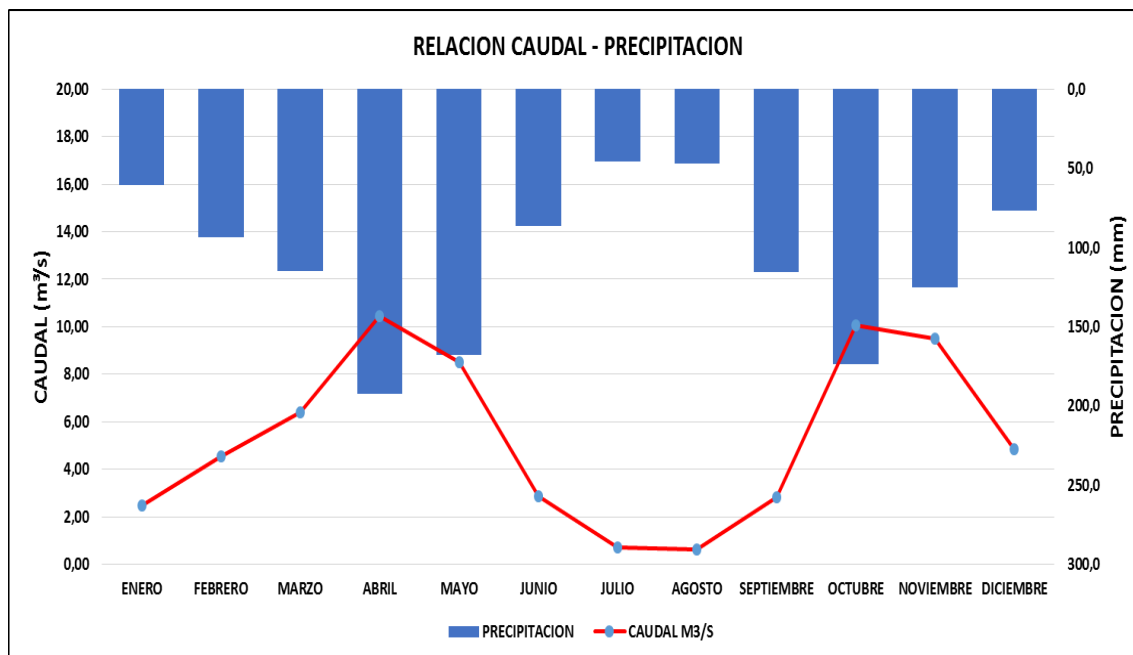
Tabla 17. Datos de caudal y precipitación calculados con el método de largo plazo, para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

MES	CAUDAL M3/S	PRECIPITACION
ENERO	2,49	105,12
FEBRERO	4,56	130,9
MARZO	6,39	169,36
ABRIL	10,46	218,34
MAYO	8,52	195,06
JUNIO	2,88	95,08
JULIO	0,73	55,32
AGOSTO	0,62	50,46
SEPTIEMBRE	2,84	118,04
OCTUBRE	10,05	218,72
NOVIEMBRE	9,49	200,1
DICIEMBRE	4,84	137,64
TOTAL	5,25	1.690,36

La tabla 17 muestra los datos calculados de caudal vs los datos de precipitación, mensual y anual en donde se puede observar que el aumento de la precipitación genera un incremento directo en el caudal; los meses donde se presentan los picos más altos son: (abril, mayo), (octubre y noviembre) los periodos en los que se observan los picos más bajos están en (diciembre, enero), (julio y agosto), esto es consecuente con un comportamiento bimodal de la climatología regional. (Datos calculados con base a la información entregada por el IDEAM).

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 17. Caudal calculado con relación a la precipitación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



En la figura 17 se muestra el caudal calculado y la precipitación, en donde se observa que el caudal calculado presenta un comportamiento bimodal, con relación a la precipitación el caudal calculado corresponde al comportamiento de la precipitación media de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, con picos de lluvias en los meses de abril y octubre.

5.3 Reducción de Oferta por Caudal Ecológico

En el Decreto 3930 del 25 de octubre del 2010 se define El *Caudal Ambiental* como: “el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas” (Territorial, 2010).

En la actualidad, y debido a no tener claridad las autoridades Ambientales en lo referente al criterio de evaluación del Caudal Ambiental, se usa con mucha frecuencia el dispuesto por el IDEAM en el año 2000, el cual define que el caudal ecológico corresponde al 25 % de los volúmenes anuales en condiciones de oferta media, ya que para adoptar las otras metodologías no se conocen datos. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004).

Teniendo en cuenta que las condiciones de cada cuenca son específicas, el caudal ecológico se calculó de manera sectorizada para cada cuenca de orden menor y de manera generalizada, en la tabla 18, indica el caudal ecológico calculado para cada una de las microcuencas que conforman la cuenca de la quebrada La Apicala.

5.4 Calidad del Agua

La calidad del agua de las fuentes hídricas está relacionada con dos factores: sus condiciones naturales o geogénicas y con el saneamiento o manejo de vertimientos tanto puntuales como difusos.

En un proceso de reglamentación es fundamental contar con un modelo básico para el entendimiento del funcionamiento de los sistemas hídricos a partir del ciclo hidrológico y su balance de agua, en donde la calidad del agua dependerá por un lado de sus condiciones o base natural atribuibles a las características del agua lluvia, del suelo y su cobertura, del subsuelo y su estratigrafía y por otro, a los procesos de alteración de origen antrópico como ya se insinuó.

Es importante orientar la evaluación de las características y condiciones de calidad y su influencia sobre la disponibilidad del recurso por interacción con la oferta y demanda asociados con la dinámica del agua, con el conjunto de índices hídricos, que apoyen el análisis integral, teniendo en cuenta los usos del recurso y usuarios y la gestión a nivel de cuencas.

5.4.1 Elementos conceptuales

La evaluación de la calidad del agua, se expresa con un sistema de índices coherente con la funcionalidad del sistema, asequible, como los son el índice de calidad del agua (ICA) y el de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL).

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

El diagnóstico de la calidad del agua se fundamentará entonces y consecuentemente, con los índices señalados, en las dos siguientes dos (2) líneas de evaluación.

5.4.1.1 Condiciones de calidad

Están dadas por las características físico-químicas, biológicas, ecológicas, hidráulicas y de cantidad de los cuerpos de agua, y por la capacidad de asimilación y dilución de las corrientes y cuerpos de agua para los diferentes tipos de contaminantes. Esta capacidad de dilución y depuración depende en gran medida de las condiciones climáticas e hidrológicas y sus variaciones espacio-temporales en las regiones. Se relaciona con el índice de calidad del agua (ICA).

Índice de Calidad del Agua (ICA). Corresponde al valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de siete variables, registradas en una estación de monitoreo en un tiempo determinado. La importancia de la representación del ICA, radica en la significancia de sus variables en virtud a aquellos indicadores asociados a los tensores más importantes de contaminación.

El cálculo general responde a los lineamientos ERA desarrollados por el IDEAM y las hojas metodológicas del IDEAM. El índice se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de variables que determinan, en gran parte, la calidad de las aguas corrientes superficiales.

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Donde:

ICA_{njt} Es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en variables

I_{ikjt} = Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del periodo de tiempo t.

W_i = Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

n = Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.

Tabla 18. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

DESCRIPTOR	ÁMBITO NUMÉRICO	COLOR
Muy malo	0 – 0.25	Rojo
Malo	0.26 – 0.50	Naranja
Regular	0.51 – 0.70	Amarillo
Aceptable	0.71 – 0.90	Verde
Bueno	0.91 – 1.00	azul

(IDEAM, 2013)

5.4.1.2 Procesos de alteración

La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Estas alteraciones tienen origen en los procesos naturales del ciclo hidrológico y su interacción con el medio natural o procesos relacionados con actividades antrópicas. Se relaciona con el establecimiento de metas de descontaminación principalmente a través del programa de tasas retributivas y con el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL).

Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL). Las alteraciones de calidad están dadas para el caso de este índice, por la presencia de vertimientos (puntuales), como indicativos de la presión sobre el estado del recurso.

El Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), corresponde al valor numérico que califica en una de cinco categorías, la razón existente entre la carga de contaminante que se estima recibe una unidad hidrográfica anualmente y la oferta hídrica superficial, para año medio y año seco (como mínimo), de esta misma unidad estimada a partir de una serie de tiempo.

La fórmula general de cálculo del indicador es la siguiente:

$$IACAL_{jt-añomed} = \frac{\sum_{i=1}^n catiacal_{ijt-añomed}}{n}$$

Donde:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

$IACAL_{jt}$ Es el Índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t , evaluado para un escenario de oferta hídrica dado.

$catiacal_{ijt}$ Es la categoría de clasificación de la amenaza por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la estimación de la carga de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un escenario hidrológico dado.

n Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

El cálculo de cada uno de los $iacal_{ijt}$, se realiza mediante la siguiente fórmula general:

$$iacal_{ijt} = \frac{C_{ijt}}{O}$$

Donde:

$iacal_{ijt}$ Son las estimaciones de las cargas de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t ponderado por la oferta hídrica estimada para un escenario hidrológico dado.

C_{ijt} Es la carga de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t .

O Es, respectivamente, la oferta hídrica estimada para un escenario hidrológico dado.

Tabla 19. Categorización IACAL

RANGOS $IACAL$	CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
$1,0 \leq IACAL \leq 1,5$	1	Baja
$1,5 < IACAL \leq 2,5$	2	Moderada
$2,5 < IACAL \leq 3,5$	3	Media-Alta
$3,5 < IACAL < 4,5$	4	Alta
$4,5 \leq IACAL \leq 5,0$	5	Muy Alta

(IDEAM, 2013)

5.4.2 Elementos metodológicos

La determinación de la influencia de la calidad del agua sobre la oferta disponible para su distribución o reparto, se basará fundamentalmente en los resultados de los índices y en la normatividad vigente, con relación a las variables constituyentes de los mismos.

5.4.2.1 Unidades hidrográficas (microcuencas) y horizonte de análisis.

A efectos de definir el marco espacial o las fuentes hídricas de interés, se contemplan procedimientos y métodos a aplicar con base en la información disponible, que permitan determinar aquellas que ameritan un tratamiento especial en razón a su potencial limitante para su aprovechamiento o demanda, definiendo también el horizonte temporal para la construcción del estado del arte de las condiciones de calidad y procesos de alteración.

Temporalmente para la caracterización de la calidad del agua, se tendrá un horizonte de referencia para el análisis desde el año 2014, y para la evaluación de la presión el año del censo de la demanda.

Espacialmente, el horizonte corresponde al análisis de la Oferta – Demanda, es decir a cada una de las microcuencas o según a la clasificación IDEAM, a las unidades subsiguientes (unidades hidrográficas nivel II – UHN-II y III); la UHNI – se asigna a toda la cuenca objeto de estudio: Quebrada Apicalá, la cual a su vez pertenece a la subzona hidrográfica del río Sumapáz. Se identificarán las corrientes principales de las UHN-II y III, contemplando el aporte secuencial de una corriente principal de estas unidades, sobre la corriente principal de la UHNI, en función de la agregación o acumulación de caudales y de cargas.

5.4.2.2 Caracterización

Consolida la línea base de calidad y vertimientos, identificando la red de calidad del agua y los usuarios, de tal forma que permita la caracterización de los cuerpos de agua principales y de vertimientos por microcuenca (UHN-II-III) y sectores generadores de vertimientos puntuales, estimando las cargas contaminantes vertidas.

Calidad del agua. Se empleará toda la información disponible de monitoreos realizados sobre las corrientes principales de cada microcuenca, contemplando los parámetros de interés según las características de los vertimientos puntuales relevantes y los constitutivos del ICA, clasificando los resultados por época hidrológica.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

Vertimientos puntuales. Con base en el censo de demanda, y en la información de tasas para efectos de la cabecera del municipio de Carmen de Apicalá, se realizará el cálculo de cargas, el cual tendrá como base la producción per cápita (PPC) establecida para el municipio de Carmen de Apicalá en el programa del instrumento económico referido. Complementariamente a partir de la población y la PPC de Coliformes fecales (CF) típica de aguas residuales domésticas – municipales, se estimará la presión por patógenos, medida como el NMP de CF al cierre de las microcuencas y de la UHNI.

La priorización o determinación de usuarios o vertimientos relevantes, tendrá en cuenta inicialmente el censo de demanda y en todo caso como mínimo, una unidad habitacional.

5.4.2.3 Evaluación de la calidad del agua

Analiza la información en el horizonte temporo-espacial definido y el cálculo de los índices para escenarios hidrológicos, con la interpretación de resultados, estimación de susceptibilidades y de presiones producto de las características de los usuarios del recurso, sobre la cual se realizará la reducción de la oferta por calidad del agua y se conceptuará sobre las restricciones de aprovechamiento, producto de los niveles de presión encontrados y los usos del recurso.

Para efectos de la reducción de la oferta de tendrá como referente, la metodología ya empleada por la Corporación para la reglamentación del río Venadillo, donde se reduce la oferta del 0% al 25%, según los resultados del ICA. Para la quebrada Apicalá, adicionalmente y con el mismo sentido, se incorporarán los resultados del ICAL, así:

Tabla 20. Criterios de reducción de la oferta por calidad del agua

CALIDAD DEL AGUA (ICA)	CALIFICACIÓN DE LA PRESIÓN (ICAL)	% REDUCCIÓN POR CALIDAD
Buena	Baja	0
Aceptable	Moderada	5
Regular	Media-Alta	10
Mala	Alta	20
Muy mala	Muy Alta	25

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

También, se tendrá en cuenta los resultados de la presión por coliformes fecales, comparada con las referencias normativas según los criterios de calidad para la destinación del recurso.

5.4.3 Escenarios hidrológicos para la clasificación de los monitoreos

En el proceso de identificación de la temporada o la época (escenario hidrológico) durante la cual se han llevado a cabo los monitoreos, se dispuso del comportamiento de la UHNI (Quebrada Apicalá) considerando las tres clasificaciones, con base en los resultados por percentiles obtenidos de la modelación hidrológica del diagnóstico del POMCA del río Sumapaz.

Los resultados de la clasificación por mes, se presenta en la Tabla 21, en la cual se aprecia la clasificación en las tres épocas de manera colorimétrica así:

- Época Seca: ROJO
- Época Normal – Media: VERDE
- Época Húmeda: AZUL

Tabla 21. Escenarios hidrológicos para la clasificación de los monitoreos

UHNI	ESCENARIOS HIDROLÓGICOS (CONDICIONES CLIMATICAS NORMALES)											
	HORIZONTE TEMPORAL											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
QDA APICALA	Seco	Seco	Húmedo	Húmedo	Húmedo	Seco	Seco	Seco	Seco	Húmedo	Húmedo	Medio
SZH: CUENCA RÍO SUMAPÁZ	Seco	Medio	Húmedo	Húmedo	Húmedo	Seco	Seco	Seco	Seco	Húmedo	Húmedo	Medio

Fuente: Diagnóstico POMCA río Sumapaz (en elaboración)

5.4.4 Procesos de alteración de la calidad del recurso hídrico

La caracterización de la línea base de vertimientos, identificando y priorizando los usuarios, permite consolidar el diagnóstico de residuos líquidos por microcuenca (UHN-II-III) y por sectores generadores de vertimientos puntuales, estimando las cargas contaminantes.

La estimación de la disponibilidad hídrica por las presiones ejercidas sobre la calidad del agua dado el aporte de cargas contaminantes en escenarios temporales y espaciales, está determinada por la oferta y los procesos de alteración presentes en la UHNI cuenca de la Quebrada Apicalá.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

5.4.4.1 Sectores usuarios del recurso que generan aguas residuales (puntuales)

El diagnóstico de la demanda, identificó usos para, abrevadero, riego, pesca, consumo humano y otras donde se resalta la recreación. Estas últimas dos generan vertimientos puntuales y significativos que serían objeto de priorización para la determinación de la presión por contaminación.

La presión sobre el recurso hídrico está dada por aquellos vertimientos que se descargan de manera directa sobre las fuentes hídricas, por lo tanto, solo se tienen en cuenta aquellos usuarios que vierten de esta forma. El diagnóstico aportó como resultado, que la mayoría de las aguas servidas (Número de vertimientos) se disponen en pozos de absorción, sedimentación o sépticos y al suelo.

Los tensores de contaminación en la unidad entonces, tienen su principal origen en los vertimientos de aguas residuales municipales y/o domésticas. En el numeral 5.4.5.2., se sintetiza la relación de usuarios, agrupados por unidades hídricas y aquellos que no se encuentran concesionados, integrados por población rural que se ha identificado como generadora de vertimientos puntuales; además, considerando el tipo de vertimiento o principales tipos de aguas residuales aportantes, en la cuenca por cada microcuenca (UHN-II-III). (Eddy, 2015)

5.4.4.2 Estimación de cargas contaminantes vertidas (año 2016)

En la tabla 22 **Tabla 22** se presentan los datos de cargas vertidas por microcuenca (UHN-II-III), por cada variable que alimenta el IACAL, para la situación según el censo de demanda. Las microcuencas que no figuran en la tabla referida, no reportan vertimientos puntuales significativos objeto de cálculo y por lo tanto no representan limitaciones a la disponibilidad o a la oferta por calidad del agua.

Tabla 22. Cargas vertidas cuenca quebrada La Apicalá (UHNII)

MICROCUECA	NIVEL UH	CODIGO	NOMBRE_MUNICIPIO	NOMBRE_USUARIO	DBO Tonver/año	SST Tonver/año	DQO Tonver/año	NT Tonver/año	PT Tonver/año
QDA. PALMICHALA	II	2119.2.17	Carmen de Apicalá	DOMÉSTICOS - NO CONCESIONADOS NATURALES	1,90	0,95	4,32	0,35	0,07
QDA. LA PALMARA	III	2119.2.18.2	Carmen de Apicalá	MUNICIPIO CARMEN DE APICALÁ (CABECERA)	253,07	125,75	574,47	46,06	9,11
QDA. OLOCHE	II	2119.2.18	Carmen de Apicalá	-----	253,07	125,75	574,47	46,06	9,11
QDA. ARENOSA	III	2119.2.19.6	Melgar	CONDOMINIOS LA ESTANCIA	15,33	7,67	34,80	2,79	0,55

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QDA. INALI	II	2119.2.19	Melgar	-----	15,33	7,67	34,80	2,79	0,55
Nn1	II	2119.2.1	Carmen de Apicalá	CLUB GUATIMBOL	11,91	5,96	27,04	2,28	0,45
QDA LA APICALA	II	2119.2	Carmen de Apicalá	HDA. CURAZAO, KALUM Y LAS QUINTAS	1,20	0,60	2,71	0,22	0,04
			Carmen de Apicalá	DOMÉSTICOS - NO CONCESIONADOS NATURALES	0,64	0,32	1,46	0,12	0,02
			SUBTOTAL_2119.2		1,84	0,92	4,18	0,33	0,07
TOTAL CUENCA					284,05	141,24	644,80	51,81	10,25

Las quebradas Oloche e Inalí, aparecen con la misma carga que las Palmara y Arenosa, en razón a que respectivamente reciben la presión de las actividades asentadas en las microcuencas – UHN-III (18.2 y 19.6) afluentes.

5.4.4.3 Oferta Hídrica

Para cada microcuenca (UHN-II-III), la oferta hídrica de interés y el escenario hidrológico (año medio o normal) base para la reglamentación y consecuente análisis de la alteración de la calidad del agua y de presión, se aprecia en la tabla 14 del capítulo de oferta, donde se hace referencia a la oferta hídrica superficial total multianual, obtenida a través de la metodología de balance hídrico de largo plazo, dando como resultado para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, un caudal de 5,25 m³/s.

La oferta hídrica total es referente de la cantidad de agua sin presión por efecto de la demanda que no retorna a la unidad correspondiente; por lo tanto, su respuesta en términos de capacidad de dilución obedece a sus condiciones naturales de amortiguación. Para efectos de la determinación de la presión respecto a las unidades con presencia de cargas representativas, las ofertas se acumularán aguas abajo en virtud a que tanto la oferta como las cargas se van agregando a medida que se desciende en la cuenca, de tal forma que se dispondrá del IACAL para las unidades que se ven influenciadas por presión aguas arriba y al cierre de la UHN1. Los valores de cálculo se apreciarán en el numeral de la determinación del IACAL.

En la tabla 23, se presenta la oferta hídrica total y acumulada para año medio en las cuencas de interés o prioritarias dada la presencia de cargas contaminantes significativas. Se acumula oferta en las microcuencas quebrada Oloche (con 2 UHN-III afluentes) y quebrada Inalí (con 6 UHN-III afluentes).

Tabla 23. Oferta hídrica total y acumulada Microcuencas priorizadas por presión y UHNI.

UNIDADES HIDROGRAFICAS (MICROCUENCAS Y UHNI)	OFERTA HÍDRICA CUENCA QUEBRADA APICALÁ			
	AÑO MEDIO			
	OHT		OHT (ACUMULADA)	
	m³/s	MMC/Año	m³/s	MMC/Año
QDA. PALMICHALA	0,316	9,97	0,316	9,97
QDA. LA PALMARA	0,311	9,80	0,311	9,80
QDA. OLOCHE	0,451	14,22	0,982	30,97
QDA. ARENOSA	0,163	5,14	0,163	5,14
QDA. INALI	0,708	22,32	1,734	54,68
Nn1	0,045	1,41	0,045	1,41
QDA LA APICALA	1,036	32,66	1,036	32,66
UHNI - QUEBRADA APICALA	5,245	165,41	5,245	165,41

5.4.4.4 Estimación de la alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)

La alteración potencial de la calidad del agua por medio del índice se constituye en una medida de la presión ejercida en la cuenca. Recordando, la evaluación de la alteración de la calidad del agua tiene dos componentes:

El primero, recae en la estimación de las cargas vertidas al año de DBO, DQO, SST, NT y PT por cada microcuenca como se presentó en la tabla anterior, y de manera agregada aguas abajo conforme a la acumulación de caudales, con el propósito por un lado de conocer el índice de alteración independiente por cada unidad y por otro sobre la Quebrada Apicalá – UHNI. El segundo componente lo constituye la oferta hídrica total, para año medio.

El IACAL para las microcuencas con presencia de carga significativa se presenta en la tabla 24. Para las microcuencas no relacionadas en la tabla, es decir con presiones por contaminación puntual no significativa, el índice da como resultado una presión baja, por lo que consecuentemente no representa una restricción, limitación o reducción a la oferta por calidad del agua.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

5.4.4.5. Estimación de la presión por Patógenos

Como se indicó metodológicamente, a continuación, en la tabla xxx, se presentan los resultados de la presión por CF al cierre de cada microcuenca y de la UHNI. Los resultados en rojo indican valores superiores al criterio de calidad para uso agrícola sin restricciones y para consumo humano cuando se requiere tratamiento adicional a la desinfección.

Tabla 24. Presión por patógenos en las Microcuencas de interés y UHNI.

MICROCUENCAS Y UNHI	NMP - C.F. DESEMBOCADURA UH
QDA. PALMICHALA	464
QDA. LA PALMARA	58.991
QDA. OLOCHE	19.271
QDA. ARENOSA	7.073
QDA. INALI	677
Nn1	20.722
QDA LA APICALA	144
TOTAL CUENCA Q. APICALÁ - UHNI	4.111

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 25. IACAL para microcuencas con presión representativa y para la UHNI

MICROCUENCAS Y UHNI	DBO		DQO-DBO		SST		NT		PT		IACAL
	Carga/ Oferta	Descriptor	Carga/ Oferta	Descriptor	Carga/ Oferta	Descriptor	Carga/ Oferta	Descriptor	Carga/ Oferta	Descriptor	Descriptor
QDA. PALMICHALA	0,19	MODERADA	0,24	MODERADA	0,1	BAJA	0,03	MODERADA	0,007	MODERADA	MODERADA
QDA. LA PALMARA	25,84	MUY ALTA	32,81	MUY ALTA	12,8	MUY ALTA	4,7	MUY ALTA	0,93	MUY ALTA	MUY ALTA
QDA. OLOCHE	8,17	MUY ALTA	10,38	MUY ALTA	4,1	ALTA	1,49	MUY ALTA	0,294	MUY ALTA	MUY ALTA
QDA. ARENOSA	2,98	ALTA	3,79	ALTA	1,5	MEDIA ALTA	0,54	ALTA	0,107	ALTA	ALTA
QDA. INALI	0,28	MODERADA	0,36	MEDIA ALTA	0,1	BAJA	0,05	MODERADA	0,01	MODERADA	MODERADA
Nn1	8,44	MUY ALTA	10,72	MUY ALTA	4,2	ALTA	1,62	MUY ALTA	0,32	MUY ALTA	MUY ALTA
QDA LA APICALA	0,06	BAJA	0,07	BAJA	0	BAJA	0,01	BAJA	0,002	BAJA	BAJA
TOTAL CUENCA Q. APICALÁ - UHNI	1,72	ALTA	2,18	ALTA	0,9	MEDIA ALTA	0,31	ALTA	0,062	ALTA	ALTA

5.4.5 Condiciones de calidad del recurso hídrico

La caracterización de la línea base de calidad del agua, identificando las redes o puntos de monitoreo disponibles, permite consolidar el diagnóstico de los cuerpos de agua principales por microcuencas (UHN-II-III) y el de la UHNI (Quebrada Apicalá).

La estimación de la disponibilidad hídrica por calidad del agua dado el uso del recurso, en escenarios temporales y espaciales, está determinada por las condiciones intrínsecas o naturales del recurso, por la oferta y los procesos de alteración o el aprovechamiento antrópico (usos) presentes y, por lo tanto, asociada a los criterios de calidad para la destinación del recurso.

En la identificación de las características de la calidad del agua en cuencas intervenidas, es pertinente partir del conocimiento de los factores de alteración, principalmente los asociados a la acción antrópica de manera puntual por la generación de vertimientos de residuos líquidos, que son eminentemente de origen doméstico en la cuenca.

5.4.5.1 Parametrización: Selección de variables características de la cuenca

La definición de variables (básicas) a considerar está en función de los índices, en razón a que las características de los vertimientos por ser de origen doméstico, permiten seleccionar los parámetros atribuibles tanto al IACAL como al ICA, consolidando la parametrización del monitoreo de la calidad del agua, así:

- Conductividad
- pH
- SST
- NT
- PT
- Coliformes Fecales (E. Coli)
- OD
- DQO

5.4.5.2 Destinación del recurso: criterios de calidad

En CORTOLIMA; se han expedido actos administrativos con la clasificación de los usos del agua y parámetros de calidad. Se destacan las siguientes clasificaciones, de acuerdo con los usos por demanda en la cuenca:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

- **USOS MÚLTIPLES (1):** Consumo humano y doméstico; preservación de flora y fauna.
- **USOS MÚLTIPLES (2):** Consumo humano y doméstico; preservación de flora y fauna; recreativo contacto primario; asimilación y dilución.

Como Referente normativo, la destinación del recurso hídrico (usos - Dec. 1076/15) se tiene establecida de la siguiente manera:

- Consumo humano y doméstico.
- Preservación de flora y fauna.
- Pesca, maricultura y acuicultura.
- Agrícola.
- Pecuario.
- Recreativo (contacto primario, contacto secundario).
- Uso industrial.
- Navegación y transporte acuático.
- Uso estético.

En la tabla 26, se relacionan los criterios de calidad y referencias normativas, teniendo como base la clasificación ya indicada y la destinación del recurso según usos prioritarios.

Tabla 26. Criterios de calidad CORTOLIMA - parámetros prioritarios UHNI – quebrada La Apicala

REFERENCIA	CLASE (Destinación del recurso)	OBJETIVOS - CRITERIOS DE CALIDAD (Parámetros prioritarios)					
		pH	OD	DBO	SST	CT	CF
		UN	mg/l	mg/l	mg/l	NMP	NMP
CORTOLIMA	USOS M. (1)		6	2	10	20000	2000
	USOS M. (2)		5-6	10	30-50	20000	2000
D.1076/15	CONSUMO HUMANO	5 - 9				1000 - 20000	2000
	AGROPECUARIO	4,5 - 9				5000*	1000*
	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	6,5 - 9	5				
R. 2115/07	CONSUMO HUMANO	6,5 - 9					

Fuente: Resolución CORTOLIMA 601 de 2006; Decreto 1076 de 2015 y Resolución 2115 de 2007

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá

Los valores de patógenos (con asterisco) para uso agropecuario (Dec 1076/15), corresponden a riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.

5.4.5.3 Red de monitoreo CORTOLIMA

De los puntos monitoreados por la Corporación, según los registros disponibles, se procedió a seleccionar aquellos de relevancia de acuerdo con los resultados de la presión (vertimientos), principalmente. En la tabla 27, se aprecian los puntos de referencia, indicando que tan solo se dispone de información de la quebrada La Palmara (antes y después de la influencia de las actividades de la cabecera municipal); el punto a la salida o desembocadura de la cuenca corresponde a monitoreos realizados por la CAR – Cundinamarca, desde el año 2014 y para el año 2018, en la zona de conservación de la quebrada La Apicalá.

Tabla 27. Puntos monitoreo cuenca quebrada Apicalá

PUNTO	FUENTE	NOMBRE PUNTO
1	QUEBRADA LA PALMARA	Aguas arriba cabecera Carmen de Apicalá (CA)
2	QUEBRADA LA PALMARA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Arenosa
3	QUEBRADA LA ARENOSA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Palmara
4	QDA. APICALÁ	Zona de Conservación
5	QDA. APICALÁ	Desembocadura al río Suárez

Fuente: Registros monitoreo cuenca río Sumapaz – CORTOLIMA y CAR

5.4.5.4 Estimación de las condiciones de calidad del agua (ICA)

En la tabla 27, se pueden observar los resultados paramétricos para los años (2014 – 2018) y las épocas hidrológicas correspondientes, a partir de la información disponible.

En la tabla 28, se pueden observar los resultados del ICA para los años (2014 – 2018) y las épocas hidrológicas correspondientes, a partir de la información disponible.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

En color rojo se discriminan los diferentes parámetros que reportan concentraciones o valores que superan los criterios de calidad o las categorías del ICA por debajo de calidad aceptable.

El análisis de resultados, se consolida en el siguiente numeral, correspondiente a las limitaciones, restricciones y reducción de la oferta por calidad del agua.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 28. Resultados caracterizaciones monitoreos de calidad del agua cuenca quebrada La Apicala

NOMBRE FUENTE	NOMBRE PUNTO	PUNTO	Z	AÑO	MES	ESC. HIDROÓGICO	Temp.	OD	DQO	COND	p_H	SST	NT	PT	CF
							°C	mg/l	mg/l	μS/cm	UNID	mg/l	mg/l	mg/l	NMP
QUEBRADA LA PALMARA	Aguas arriba cabecera Carmen de Apicalá (CA)	1	329	2016	SEPT	SECO	33,3	7,38	15,0	50,2	6,74	15,6	5,30	0,290	1,8E+02
QUEBRADA LA PALMARA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Arenosa	2	314	2016	SEPT	SECO	28,7	0,12	37,5	256	7,06	16,0	7,42	0,060	1,6E+05
QUEBRADA LA ARENOSA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Palmara	3	324	2016	SEPT	SECO	29,7	0,00	274,0	784	7,46	69,8	31,60	5,950	1,6E+06
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2014	MARZO	HUMEDO	27,6	8,1	12,9	86,4	7,7	32,1	1,0	0,353	1,5E+01
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2014	NOV	HUMEDO	27,6	5,8	44,2	81,0	5,8	113,0	1,0	0,515	2,6E+04
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2015	ABRIL	HUMEDO	27,2	6,2	20,7	75,6	7,4	178,0	1,0	0,369	5,0E+03
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2015	NOV	HUMEDO	30,0	5,4	18,0	121,0	7,9	32,5	1,0	0,299	1,8E+03
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2016	MAYO	HUMEDO	32,1	5,5	50,4	129,0	7,4	46,0	2,3	0,244	2,6E+03
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2016	NOV	HUMEDO	28,2	5,8	17,9	87,5	7,3	31,0	1,2	0,222	9,7E+03
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2017	ABRIL	HUMEDO	28,4	6,25	36,4	93,9	6,6	220,0	3,5	0,156	1,2E+04
QUEBRADA APICALÁ	Zona de Conservación	4	350	2018	ABRIL	HUMEDO	25,4	6,60	18,3	47,1	8,03	4,0	1,00	0,331	3,2E+01
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	289	2018	ABRIL	HUMEDO	27,2	5,44	15,3	105,3	7,74	52,0	0,55	0,298	4,1E+03

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 29. Resultados ICA cuenca quebrada Apicalá

NOMBRE FUENTE	NOMBRE PUNTO	PUNTO	ESC. HIDROÓGICO	Sat.od	I.od	I.DQO	I. COND	I _{pH}	I _{sst}	N/P	I _{N/P}	I _{cf}	ICA	Descripción _{ICA}
				%	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	DESCRIPTOR
QUEBRADA LA PALMARA	Aguas arriba cabecera Carmen de Apicalá (CA)	1	SECO	108	0,92	0,91	0,90	0,87	0,97	18,28	0,80	0,86	0,89	ACEPTABLE
QUEBRADA LA PALMARA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Arenosa	2	SECO	2	0,02	0,51	0,07	1,00	0,97	123,67	0,15	0,10	0,40	MALA
QUEBRADA LA ARENOSA	Aguas abajo cabecera CA - antes de Qda. La Palmara	3	SECO	0	0,00	0,13	0,00	1,00	0,81	5,31	0,35	0,10	0,33	MALA
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	107	0,93	0,91	0,78	1,00	0,92	2,83	0,15	0,98	0,81	ACEPTABLE
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	76	0,76	0,26	0,80	0,54	0,68	1,94	0,15	0,10	0,48	MALA
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	81	0,81	0,71	0,82	1,00	0,49	2,71	0,15	0,10	0,59	REGULAR
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	74	0,74	0,91	0,66	1,00	0,92	3,34	0,15	0,10	0,64	REGULAR
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	78	0,78	0,26	0,63	1,00	0,88	9,43	0,35	0,10	0,58	REGULAR
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	77	0,77	0,91	0,78	1,00	0,93	5,41	0,35	0,10	0,69	REGULAR
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	83	0,83	0,51	0,76	0,81	0,36	22,44	0,15	0,10	0,51	REGULAR
QUEBRADA APICALÁ	Zona de Conservación	4	HUMEDO	84	0,84	0,91	0,90	0,98	1,01	3,02	0,15	0,98	0,83	ACEPTABLE
QUEBRADA APICALÁ	Desembocadura al río Sumapaz	5	HUMEDO	71	0,71	0,91	0,72	1,00	0,86	1,85	0,15	0,10	0,64	REGULAR

5.4.6 Limitaciones, restricciones al uso del recurso y reducción de la oferta por calidad del agua

La calidad del agua de la cuenca de la quebrada Apicalá se ve afectada principalmente por el vertido puntual de aguas residuales domésticas en las microcuencas de las quebradas Arenosa (a su vez influye sobre la Inalí), Palmara (a su vez influye sobre la Oloche), Palmichala, Nn1 y la corriente principal de la unidad la quebrada La Apicalá, en proporción como se reporta en los resultados del IACAL. Además, en la cuenca por sus usos asociados a actividades agropecuarias, se presenta en época de lluvias, escorrentía que aporta adicionalmente a los vertimientos puntuales, cargas distribuidas de materia orgánica, nutrientes y patógenos, que también pueden limitar la oferta o disponibilidad del agua por su calidad. Cabe anotar que según el censo de demanda no se presentan otros factores de contaminación como procesos industriales, aportes de sustancias tóxicas o elementos pesados, u otros que alteren la calidad del agua.

Como mecanismo para verificar la influencia de la escorrentía, tan solo se dispone de los resultados del monitoreo en época de húmeda según los registros ya presentados, los cuales indican especialmente por las concentraciones de patógenos, que, al cierre de la cuenca, no se podría usar el recurso sin previo tratamiento, incluso para agricultura cuando existe contacto directo con los productos (cultivos). La DQO reporta también valores significativos, los cuales se pueden deber a la agregación de cargas puntuales, como a las características naturales de la cuenca, que aporta niveles importantes de materia orgánica, dados los resultados en las zonas de conservación monitoreadas.

En época seca, se dispone de registros en la quebrada la Palmara, receptora del aportante más significativo de la cuenca, la cabecera municipal de Carmen de Apicalá (aproximadamente el 90% de las cargas puntuales), que indican una calidad mala por las concentraciones de los parámetros típicos de aguas residuales municipales o domésticas como la Demanda Química de oxígeno (DQO), Oxígeno disuelto, (OD), Nutrientes y Coliformes Fecales.

Producto del resultado del IACAL y de la presión por patógenos (de acuerdo con las cargas calculadas), la quebrada Palmara (receptora directa de vertimientos) cuenta con una baja capacidad de dilución (muy limitada) y su corto recorrido no permite asimilar o depurar las cargas contaminantes; esto se corrobora con la mala calidad del agua que reporta el ICA, en especial por las altas concentraciones de patógenos y ausencia de oxígeno disuelto. Con menor limitación, aunque la presión sigue siendo muy alta como en la Palmara, se reportan las quebradas Oloche y Nn1 (receptora directa de vertimientos). La tercera quebrada receptora directa de vertimientos, La Arenosa, ante la alta presión por cargas actuales de contaminantes, presenta una capacidad de dilución de moderada a baja; La Inalí por la oferta hídrica de la microcuenca permite diluir significativamente las cargas, presentado una

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

capacidad de dilución de moderada a alta, pudiéndose incrementar su asimilación por el recorrido del curso de agua. La Palmichala y la corriente principal de la Apicalá, reciben de manera directa bajas cargas lo que hace percibir una presión moderada y baja, respectivamente.

Al evaluar el efecto de las cargas y oferta acumuladas a la salida de la cuenca (UHNI), se aprecia una presión significativa, con una capacidad de dilución tendiente a moderada, pudiéndose incrementar su asimilación por el recorrido del curso de agua. La calidad del agua reporta un índice regular, debido especialmente a los patógenos y en otra medida a nutrientes y materia orgánica, que en parte la aporta la cuenca de manera natural.

5.4.6.1 Restricciones y limitaciones al uso del recurso

Ante el escenario de oferta media, el cual es más crítico en época seca, la presión se incrementará, por lo que se deberán considerar con mayor rigor, las restricciones y limitaciones al uso del recurso expuestas en la tabla 30, en las microcuencas de interés por alteración de la calidad del agua. En general, para las microcuencas que no se relacionan a continuación, la limitación para consumo humano redundaría en la potabilización empleando como mínimo un proceso de desinfección.

Tabla 30. Restricciones y limitaciones al uso del recurso por calidad del agua

MICROCUEENCA	RESTRICCIONES	LIMITACIONES
QDA. PALMICHALA	Para consumo humano y doméstico	Se requiere desinfección para su aprovechamiento
QDA. LA PALMARA	Para todo uso en zona urbana hasta confluencia con la Quebrada Oloche	NO se puede aprovechar, NI presentar contacto directo
QDA. OLOCHE	Para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y recreativo entre la desembocadura de la quebrada La Palmara y su confluencia con la quebrada Apicalá	Se requiere de tratamiento convencional para su aprovechamiento
QDA. ARENOSA	Para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y recreativo aguas abajo de los vertimientos (La Estancia) hasta su confluencia con la quebrada Inalí	Se requiere de tratamiento convencional para su aprovechamiento
QDA. INALI	Para consumo humano y doméstico	Se requiere desinfección para su aprovechamiento
Nn1	Para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y recreativo aguas abajo de los vertimientos (club Guatimbol) hasta su confluencia con la quebrada Apicalá	Se requiere de tratamiento convencional para su aprovechamiento

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QDA LA APICALA	Para consumo humano y doméstico	Se requiere desinfección para su aprovechamiento
	Para consumo humano y doméstico, agrícola, pecuario y recreativo entre la afluencia de la quebrada Oloche y la desembocadura al río Sumapaz	Se requiere de tratamiento convencional para su aprovechamiento

5.4.6.2 Reducción de la oferta por calidad del agua

Teniendo en cuenta la actual presión y oferta hídrica media anual de la cuenca de la quebrada La Apicalá, se recomienda la siguiente reducción de la oferta por calidad de agua, de acuerdo a la metodología propuesta.

Tabla 31. Reducción de la oferta hídrica por calidad del agua

MICROCUENCAS Y UNHI	IACAL	ICA	REDUCCIÓN DE LA OFERTA (%)
	Descriptor	Descriptor	
QDA. PALMICHALA	MODERADA		5
QDA. LA PALMARA	MUY ALTA	MALA	25
QDA. OLOCHE	MUY ALTA		25
QDA. ARENOSA	ALTA		20
QDA. INALI	MODERADA		5
Nn1	MUY ALTA		25
QDA LA APICALA (Nacimiento - Confluencia Qda. Oloche)	BAJA	REGULAR	5
QDA LA APICALA (Confluencia Qda. Oloche - Desembocadura al río Sumapáz)	ALTA	REGULAR	15

Las microcuencas NO relacionadas en la tabla anterior, no son susceptibles de reducir la oferta por calidad del agua, en razón a la baja presión y alteración de la calidad del agua.

5.5 Propuesta Caudal para Distribución

El caudal de distribución es la oferta hídrica neta resultante luego de aplicar los factores de reducción de caudal ecológico y por calidad de agua. Según el concepto de la Organización Meteorológica Mundial, los caudales medios diarios mínimos se caracterizan por la mayor probabilidad de reflejar la situación natural no alterada del

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

régimen hidrológico de las corrientes; de acuerdo a ello, para el cálculo del caudal de distribución se toman en cuenta estos valores.

Luego de calcular el caudal superficial mes a mes, se procede a la aplicación de las metodologías de reducción anteriormente expuestas para así obtener el caudal u oferta hídrica necesaria para distribución. Donde:

Q Mínimo = Caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.

Q Ecológico = Caudal ecológico descontando el 25% del Q Mínimo.

Q Media = Caudal medio mensual multianual.

Q Distribución = Caudal que se puede extraer del cauce y corresponde al resultado de la diferencia entre el caudal medio y la reducción por caudal ecológico.

De conformidad con los resultados obtenidos, la cuenca de la quebrada Apicala para el período de estudio presenta un caudal de distribución de 5,25 m³/s en la tabla 18 se indica el caudal de distribución calculado para la cuenca de la quebrada a nivel de microcuencas que hacen parte de la misma.

Tabla 32. Caudal de distribución para la cuenca de la quebrada La Apicala

QUEBRADA LA PALMICHALA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,603	15,517	21,273	36,078	28,093	8,029	2,321	1,960	9,620	35,342	33,036	17,077	18,118
Reducción Q Ecológico 25%	2,151	3,879	5,318	9,020	7,023	2,007	0,580	0,490	2,405	8,836	8,259	4,269	4,530
Reducción Q Calidad 5 %	0,430	0,776	1,064	1,804	1,405	0,401	0,116	0,098	0,481	1,767	1,652	0,854	0,906
Q Media	9,866	17,851	22,380	36,947	28,854	8,966	2,569	2,372	10,686	39,187	36,819	19,560	19,498
Q Distribución	7,285	13,196	15,998	26,124	20,426	6,557	1,873	1,784	7,800	28,584	26,908	14,437	14,063

QUEBRADA LA PALMARA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,408	10,895	20,857	34,610	28,306	8,289	1,585	2,893	7,481	29,332	26,674	13,951	15,654
Reducción Q Ecológico 25%	1,602	2,724	5,214	8,653	7,077	2,072	0,396	0,723	1,870	7,333	6,669	3,488	3,914
Reducción Q Calidad 25%	1,602	2,724	5,214	8,653	7,077	2,072	0,396	0,723	1,870	7,333	6,669	3,488	3,914
Q Media	8,169	14,392	22,387	35,578	29,578	10,575	2,008	2,982	8,804	34,050	31,761	16,808	17,581
Q Distribución	4,965	8,945	11,959	18,273	15,425	6,431	1,216	1,536	5,064	19,384	18,424	9,833	9,754

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QUEBRADA OLOCHE													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,362	10,794	20,451	34,583	27,651	7,635	1,567	0,934	7,438	29,217	26,544	13,891	15,603
Reducción Q Ecológico 25%	1,591	2,699	5,113	8,646	6,913	1,909	0,392	0,234	1,860	7,304	6,636	3,473	3,901
Reducción Q Calidad 25%	1,591	2,699	5,113	8,646	6,913	1,909	0,392	0,234	1,860	7,304	6,636	3,473	3,901
Q Media	8,630	15,385	22,168	35,800	29,166	10,034	2,151	1,757	9,334	35,744	33,235	17,612	18,098
Q Distribución	5,449	9,988	11,943	18,509	15,341	6,217	1,368	1,290	5,615	21,136	19,963	10,667	10,297

QUEBRADA LA ARENOSA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,720	11,675	21,067	34,765	29,608	10,803	1,752	1,140	7,818	30,033	27,526	14,209	16,016
Reducción Q Ecológico 25%	1,680	2,919	5,267	8,691	7,402	2,701	0,438	0,285	1,955	7,508	6,882	3,552	4,004
Reducción Q Calidad 20%	1,344	2,335	4,213	6,953	5,922	2,161	0,350	0,228	1,564	6,007	5,505	2,842	3,203
Q Media	7,563	13,499	22,368	35,393	30,055	11,095	2,084	1,466	8,500	31,614	29,733	15,226	16,962
Q Distribución	4,539	8,245	12,888	19,749	16,731	6,234	1,296	0,953	4,982	18,099	17,346	8,832	9,755

QUEBRADA INALI													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,067	10,858	17,879	33,306	27,781	7,790	1,579	0,947	7,463	29,279	26,120	11,593	15,492
Reducción Q Ecológico 25%	1,517	2,715	4,470	8,327	6,945	1,948	0,395	0,237	1,866	7,320	6,530	2,898	3,873
Reducción Q Calidad 5 %	0,303	0,543	0,894	1,665	1,389	0,390	0,079	0,047	0,373	1,464	1,306	0,580	0,775
Q Media	8,698	15,678	23,299	35,936	29,840	10,418	2,293	1,755	9,280	34,849	33,081	17,219	18,189
Q Distribución	6,878	12,421	17,935	25,944	21,506	8,081	1,819	1,471	7,041	26,065	25,245	13,741	13,541

QUEBRADA NN1													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	3,432	10,518	11,101	29,497	24,305	9,391	2,844	2,884	9,003	26,489	19,596	5,272	12,856
Reducción Q Ecológico 25%	0,858	2,630	2,775	7,374	6,076	2,348	0,711	0,721	2,251	6,622	4,899	1,318	3,214
Reducción Q Calidad 25%	0,858	2,630	2,775	7,374	6,076	2,348	0,711	0,721	2,251	6,622	4,899	1,318	3,214
Q Media	4,133	11,134	12,805	30,480	25,162	9,576	3,019	3,268	9,032	27,453	21,341	6,872	13,566
Q Distribución	2,417	5,875	7,255	15,732	13,010	4,881	1,597	1,826	4,531	14,209	11,543	4,236	7,138

QUEBRADA APICALA NACIMEINTO													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	3,470	10,560	11,191	29,544	24,347	8,745	1,553	0,934	7,405	26,542	19,690	5,349	12,894
Reducción Q Ecológico 25%	0,868	2,640	2,798	7,386	6,087	2,186	0,388	0,234	1,851	6,636	4,923	1,337	3,224
Reducción Q Calidad 5%	0,174	0,528	0,560	1,477	1,217	0,437	0,078	0,047	0,370	1,327	0,985	0,267	0,645
Q Media	7,294	13,789	19,453	35,418	28,765	10,011	2,522	1,757	9,553	32,137	29,293	14,235	16,808
Q Distribución	6,253	10,621	16,096	26,555	21,461	7,388	2,056	1,477	7,332	24,174	23,386	12,630	12,940

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QUEBRADA APICALA DESEMBOLCADURA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	3,470	10,560	11,191	29,544	24,347	8,745	1,553	0,934	7,405	26,542	19,690	5,349	12,894
Reducción Q Ecológico 25%	0,868	2,640	2,798	7,386	6,087	2,186	0,388	0,234	1,851	6,636	4,923	1,337	3,224
Reducción Q Calidad 15%	0,521	1,584	1,679	4,432	3,652	1,312	0,233	0,140	1,111	3,981	2,954	0,802	1,934
Q Media	7,294	13,789	19,453	35,418	28,765	10,011	2,522	1,757	9,553	32,137	29,293	14,235	16,808
Q Distribución	5,906	9,565	14,977	23,600	19,026	6,513	1,901	1,383	6,591	21,520	21,417	12,095	11,650

QUEBRADA LA TOTUMALA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	5,000	11,867	14,800	31,760	26,200	9,764	2,477	2,255	8,832	28,681	23,507	8,881	14,448
Reducción Q Ecológico 25%	1,250	2,967	3,700	7,940	6,550	2,441	0,619	0,564	2,208	7,170	5,877	2,220	3,612
Q Media	5,553	12,240	16,292	32,560	26,964	9,989	2,714	2,674	9,027	29,390	24,873	10,249	14,996
Q Distribución	4,303	9,273	12,592	24,620	20,414	7,548	2,095	2,110	6,819	22,220	18,996	8,029	11,384

QUEBRADA EL TRAPICHE													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	7,084	13,195	19,375	34,866	28,642	9,877	2,104	1,648	8,689	31,671	28,741	13,857	16,555
Reducción Q Ecológico 25%	1,771	3,299	4,844	8,717	7,161	2,469	0,526	0,412	2,172	7,918	7,185	3,464	4,139
Q Media	7,491	13,960	20,222	35,446	29,008	10,177	2,426	2,114	9,378	32,461	29,813	14,745	16,984
Q Distribución	5,720	10,661	15,378	26,730	21,848	7,708	1,900	1,702	7,206	24,543	22,628	11,281	12,845

QUEBRADA LA CAJA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,712	15,813	19,749	37,329	28,548	8,361	2,648	2,535	11,076	34,864	32,971	16,697	18,446
Reducción Q Ecológico 25%	2,178	3,953	4,937	9,332	7,137	2,090	0,662	0,634	2,769	8,716	8,243	4,174	4,612
Q Media	9,981	18,079	21,846	37,683	28,923	8,653	2,763	2,656	11,227	39,231	37,030	19,552	19,684
Q Distribución	7,803	14,126	16,909	28,351	21,786	6,563	2,101	2,022	8,458	30,515	28,787	15,378	15,073

QUEBRADA LAS MARGARITAS													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,532	15,438	19,041	38,403	29,336	8,774	2,954	0,917	11,464	34,001	32,291	16,183	18,311
Reducción Q Ecológico 25%	2,133	3,860	4,760	9,601	7,334	2,194	0,739	0,229	2,866	8,500	8,073	4,046	4,578
Q Media	8,906	16,138	19,806	38,678	29,470	8,832	3,014	2,287	11,529	35,266	33,486	17,002	18,671
Q Distribución	6,773	12,279	15,046	29,077	22,136	6,639	2,276	2,058	8,663	26,766	25,413	12,956	14,093

QUEBRADA LA CURALA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	3,965	10,980	12,351	30,269	24,946	9,514	2,622	2,508	8,928	27,237	20,927	6,497	13,398
Reducción Q Ecológico 25%	0,991	2,745	3,088	7,567	6,237	2,379	0,656	0,627	2,232	6,809	5,232	1,624	3,350
Q Media	4,971	11,799	14,851	31,702	26,217	9,813	2,845	2,926	9,038	28,600	23,425	8,852	14,411
Q Distribución	3,980	9,054	11,763	24,135	19,981	7,435	2,190	2,299	6,806	21,791	18,193	7,228	11,062

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QUEBRADA LA TIGRERA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	5,278	12,104	15,443	32,172	26,533	9,824	2,282	1,930	8,707	29,075	24,204	9,526	14,732
Reducción Q Ecológico 25%	1,320	3,026	3,861	8,043	6,633	2,456	0,571	0,483	2,177	7,269	6,051	2,382	3,683
Q Media	6,457	13,011	18,220	33,942	27,991	10,122	2,572	2,390	9,165	30,732	27,148	12,346	15,921
Q Distribución	5,138	9,985	14,359	25,899	21,358	7,666	2,002	1,908	6,988	23,463	21,097	9,965	12,238

QUEBRADA PEÑONES													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	7,615	13,751	19,862	35,442	28,963	9,751	2,166	1,732	8,932	32,650	30,148	14,820	17,061
Reducción Q Ecológico 25%	1,904	3,438	4,966	8,861	7,241	2,438	0,542	0,433	2,233	8,163	7,537	3,705	4,265
Q Media	7,908	14,514	20,743	35,924	29,188	10,050	2,432	2,114	9,587	33,392	30,959	15,619	17,426
Q Distribución	6,004	11,076	15,778	27,064	21,947	7,612	1,891	1,681	7,354	25,230	23,422	11,914	13,161

QUEBRADA LA AGUADA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	7,829	14,578	19,739	36,009	29,063	9,504	2,382	2,040	9,588	33,106	30,671	15,131	17,397
Reducción Q Ecológico 25%	1,957	3,645	4,935	9,002	7,266	2,376	0,596	0,510	2,397	8,277	7,668	3,783	4,349
Q Media	8,148	14,997	20,496	36,478	29,181	9,730	2,597	2,355	10,070	33,912	31,591	15,894	17,728
Q Distribución	6,191	11,353	15,561	27,476	21,915	7,354	2,002	1,845	7,673	25,636	23,923	12,111	13,379

QUEBRADA LAS LAJAS													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,056	14,686	18,581	36,832	29,213	9,086	2,678	2,475	10,329	32,780	30,961	15,280	17,694
Reducción Q Ecológico 25%	2,014	3,672	4,645	9,208	7,303	2,272	0,670	0,619	2,582	8,195	7,740	3,820	4,424
Q Media	8,273	15,148	19,636	37,687	29,358	9,300	2,855	2,743	10,847	33,788	31,749	15,865	17,955
Q Distribución	6,259	11,477	14,991	28,479	22,055	7,029	2,186	2,124	8,265	25,593	24,009	12,045	13,532

QUEBRADA EL ESCRITORIO													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,764	15,876	19,581	37,717	28,860	8,530	2,769	2,666	11,253	34,876	33,069	16,737	18,521
Reducción Q Ecológico 25%	2,191	3,969	4,895	9,429	7,215	2,133	0,692	0,667	2,813	8,719	8,267	4,184	4,630
Q Media	9,418	17,072	20,822	38,168	29,211	8,763	2,891	2,818	11,364	37,153	35,175	18,212	19,151
Q Distribución	7,227	13,103	15,927	28,739	21,996	6,631	2,199	2,152	8,551	28,434	26,908	14,028	14,521

QUEBRADA LA DULCE													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,723	15,916	20,453	37,095	28,922	8,771	2,657	2,459	10,568	35,313	33,197	16,936	18,366
Reducción Q Ecológico 25%	2,181	3,979	5,113	9,274	7,231	2,193	0,664	0,615	2,642	8,828	8,299	4,234	4,592
Q Media	9,198	16,720	21,149	37,446	29,142	9,077	2,738	2,586	10,860	36,773	34,635	17,931	18,867
Q Distribución	7,017	12,741	16,036	28,172	21,912	6,884	2,074	1,971	8,218	27,945	26,336	13,697	14,276

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QUEBRADA SAN PEDRO													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,985	16,111	22,434	36,091	27,580	7,574	2,271	1,901	9,657	36,575	34,217	18,115	18,497
Reducción Q Ecológico 25%	2,246	4,028	5,609	9,023	6,895	1,894	0,568	0,475	2,414	9,144	8,554	4,529	4,624
Q Media	10,858	19,507	23,674	36,667	28,420	8,593	2,416	2,223	10,747	42,700	40,018	21,906	20,475
Q Distribución	8,612	15,479	18,066	27,644	21,525	6,700	1,848	1,748	8,333	33,556	31,464	17,377	15,851

QUEBRADA LA YAYALA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,324	10,705	20,791	34,560	29,698	10,835	1,551	0,914	7,399	29,122	26,436	13,844	15,559
Reducción Q Ecológico 25%	1,581	2,676	5,198	8,640	7,425	2,709	0,388	0,229	1,850	7,281	6,609	3,461	3,890
Q Media	6,619	11,331	21,094	34,744	29,792	11,500	1,651	1,028	7,646	29,819	27,257	14,249	15,888
Q Distribución	5,038	8,655	15,896	26,104	22,368	8,791	1,263	0,800	5,796	22,539	20,648	10,788	11,998

QUEBRADA LA ZARCA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	6,556	11,207	21,042	34,710	29,800	10,706	1,636	1,009	7,599	29,646	27,073	14,143	15,819
Reducción Q Ecológico 25%	1,639	2,802	5,261	8,678	7,450	2,677	0,409	0,252	1,900	7,412	6,768	3,536	3,955
Q Media	7,405	12,933	22,117	35,288	29,974	11,179	1,894	1,275	8,234	31,501	29,387	15,336	16,759
Q Distribución	5,766	10,131	16,857	26,611	22,524	8,503	1,485	1,023	6,334	24,090	22,619	11,800	12,804

QUEBRADA LAS MIELES													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,492	15,070	23,439	35,999	29,160	9,130	2,175	1,571	8,998	34,007	32,396	16,985	17,951
Reducción Q Ecológico 25%	2,123	3,768	5,860	9,000	7,290	2,283	0,544	0,393	2,250	8,502	8,099	4,246	4,488
Q Media	9,871	17,703	24,848	36,773	30,107	10,007	2,452	1,904	9,923	37,600	36,351	19,301	19,446
Q Distribución	7,748	13,936	18,988	27,773	22,817	7,725	1,908	1,511	7,674	29,098	28,252	15,055	14,958

QUEBRADA LA COLORADA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	9,226	16,529	24,984	36,680	30,751	10,111	2,432	1,744	9,463	34,943	34,176	17,819	18,767
Reducción Q Ecológico 25%	2,307	4,132	6,246	9,170	7,688	2,528	0,608	0,436	2,366	8,736	8,544	4,455	4,692
Q Media	13,692	25,027	34,515	40,839	34,517	10,510	3,770	2,546	12,012	40,848	45,106	23,386	23,691
Q Distribución	11,386	20,895	28,269	31,669	26,829	7,982	3,162	2,110	9,646	32,112	36,562	18,931	18,999

QUEBRADA LA VOLCANA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	11,180	20,249	27,138	37,933	30,198	9,024	2,829	2,153	10,674	38,743	39,359	20,671	20,904
Reducción Q Ecológico 25%	2,795	5,062	6,785	9,483	7,550	2,256	0,707	0,538	2,669	9,686	9,840	5,168	5,226
Q Media	12,651	23,008	30,555	39,287	32,278	9,813	3,272	2,424	11,539	41,528	43,238	22,838	22,509
Q Distribución	9,856	17,946	23,771	29,804	24,729	7,557	2,565	1,886	8,871	31,842	33,398	17,670	17,283

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

QUEBRADA LA HONDITA													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,085	14,693	18,517	37,766	29,304	9,023	2,832	2,714	10,959	32,782	30,991	15,304	17,838
Reducción Q Ecológico 25%	2,021	3,673	4,629	9,442	7,326	2,256	0,708	0,679	2,740	8,196	7,748	3,826	4,460
Q Media	8,367	15,213	19,224	38,399	29,489	9,077	2,972	2,925	11,254	33,776	31,906	15,956	18,101
Q Distribución	6,346	11,540	14,595	28,958	22,163	6,821	2,264	2,247	8,514	25,581	24,158	12,130	13,642

QUEBRADA EL ENCANTO													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,004	14,457	18,013	38,267	29,395	8,950	2,930	2,865	11,241	32,299	30,639	15,065	17,795
Reducción Q Ecológico 25%	2,001	3,614	4,503	9,567	7,349	2,238	0,733	0,716	2,810	8,075	7,660	3,766	4,449
Q Media	8,322	15,085	18,880	38,756	29,568	8,993	3,035	3,023	11,441	33,490	31,704	15,807	18,081
Q Distribución	6,321	11,471	14,377	29,189	22,219	6,756	2,303	2,307	8,631	25,415	24,044	12,041	13,632

QUEBRADA EL CAPRICHIO													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	7,963	14,366	17,858	38,461	29,422	8,918	2,965	2,920	11,374	32,121	30,491	14,963	17,763
Reducción Q Ecológico 25%	1,991	3,592	4,465	9,615	7,356	2,230	0,741	0,730	2,844	8,030	7,623	3,741	4,441
Q Media	8,305	15,027	18,695	38,964	29,614	8,942	3,071	3,079	11,550	33,349	31,613	15,739	18,078
Q Distribución	6,314	11,436	14,231	29,349	22,259	6,713	2,330	2,349	8,707	25,319	23,990	11,998	13,637

QUEBRADA EL EDEN													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Q Mínimo	8,093	14,600	18,069	38,962	29,590	8,881	3,070	3,072	11,596	32,492	30,878	15,217	17,895
Reducción Q Ecológico 25%	2,023	3,650	4,517	9,741	7,398	2,220	0,768	0,768	2,899	8,123	7,720	3,804	4,474
Q Media	8,242	14,887	18,406	39,258	29,703	8,893	3,129	3,162	11,698	33,002	31,357	15,543	18,036
Q Distribución	6,219	11,237	13,889	29,518	22,306	6,673	2,362	2,394	8,799	24,879	23,638	11,739	13,562

6. INDICADORES AMBIENTALES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Para determinar los indicadores hídricos de esta cuenca se tuvo en cuenta los criterios establecidos en el Estudio Nacional del agua 2010 y en la Evaluación Regional del Agua ERA, 2013 elaborados por el IDEAM.

El Indicador ambiental es un mecanismo que permite garantizar el conocimiento y comprensión de la dinámica de procesos básicos del recurso hídrico en las grandes y pequeñas cuencas en su medio natural y su relación con la demanda por el uso del agua de las actividades sociales y económicas.

Hay dos tipos de indicadores los de régimen natural y los que impliquen actividades humanas. Los de régimen natural corresponden al Índice de Aridez y al Índice de Retención y Regulación Hídrica y los que implican actividad humana son El Índice de Uso del Agua y el Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico.

6.1 Indicadores de Régimen Natural

6.1.1 Índice de aridez

Al Índice de Aridez lo definen como una característica del clima que muestra de manera cualitativa los lugares con excedentes y déficit de agua. La evapotranspiración potencial representa, para este caso, un factor determinante en la obtención de este índice.

Tabla 33. Índice de Aridez (IA)

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de Aridez (IA)
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas.
Definición	Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM)
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$
Variables y Unidades	Dónde: Ia: Índice de Aridez (adimensional) ETP: Evapotranspiración potencial (mm) ETR: Evapotranspiración Real (mm)

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la Evapotranspiración potencial “ETP”. La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas. Adicionalmente las series de datos de redes regionales de monitoreo de autoridades ambientales (CARs, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Para la cartografía básica en diferentes escalas la fuente de datos oficial es el IGAC.		
Interpretación de la calificación	Calificador	Ámbito Numérico	Color
	Altos excedentes de agua	(< 0.15)	
	Excedentes de agua	(0.15 – 0.19)	
	Moderado y excedente de agua	(0.20 – 0.29)	
	Moderado	(0.30 - 0.39)	
	Moderado y deficitario de agua	(0.40 - 0.49)	
	Deficitario de agua	(0.50 - 0.59)	
	Altamente Deficitario de agua	(> 0.60)	
Observaciones	El índice de aridez está asociado a factores meteorológicos, bióticos, donde se muestra de manera cualitativa, los lugares con excedentes y déficit de agua (IDEAM, 2010). Los componentes del indicador de aridez son la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real. Este índice de aridez está asociado con la cobertura de la superficie terrestre y de la dinámica del agua en el suelo y el sub suelo, y determinada por factores meteorológicos y bióticos. El diagnóstico acertado de las sequías, la modelación de la aridez y la determinación del balance del agua, son indispensables para una adecuada planeación del recurso agua. Existen diversos métodos para detectar los intervalos de sequía, estimar la magnitud de la aridez y definir la ruta hidrológica en el balance del agua en cuencas, sin embargo, deben adaptarse y calibrarse en cada región (Abraham et al. 2006). La aridez es un concepto sinónimo de sequedad. Traduce la ausencia o escasa presencia de agua o bien de humedad en el aire y suelo. Los factores que la definen son complejos: escasez de precipitaciones, tanto en cantidad como en intensidad y regularidad, alta radiación solar, lo que origina altas temperaturas y una evapotranspiración superior al volumen de agua disponible, así como una baja humedad atmosférica, entre otros. (Salinas–Zavala et al. 1998). El cálculo de índices numéricos facilita el manejo del concepto de sequía y aridez, sobre todo en momentos de planeación y manejo de recursos naturales, principalmente del recurso agua. Para diferenciar los términos aridez y sequía, el primero se refiere a una condición hidro–climática permanente, en tanto que el segundo describe una disminución del valor normal de la precipitación para un período de tiempo dado. Así, las tierras áridas y semiáridas que disponen de menor disponibilidad hidro–ambiental, son más vulnerables al deterioro ambiental, causado por procesos naturales y también por actividades y procesos antropogénicos (Sharma 1998).		

(IDEAM, 2010)

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

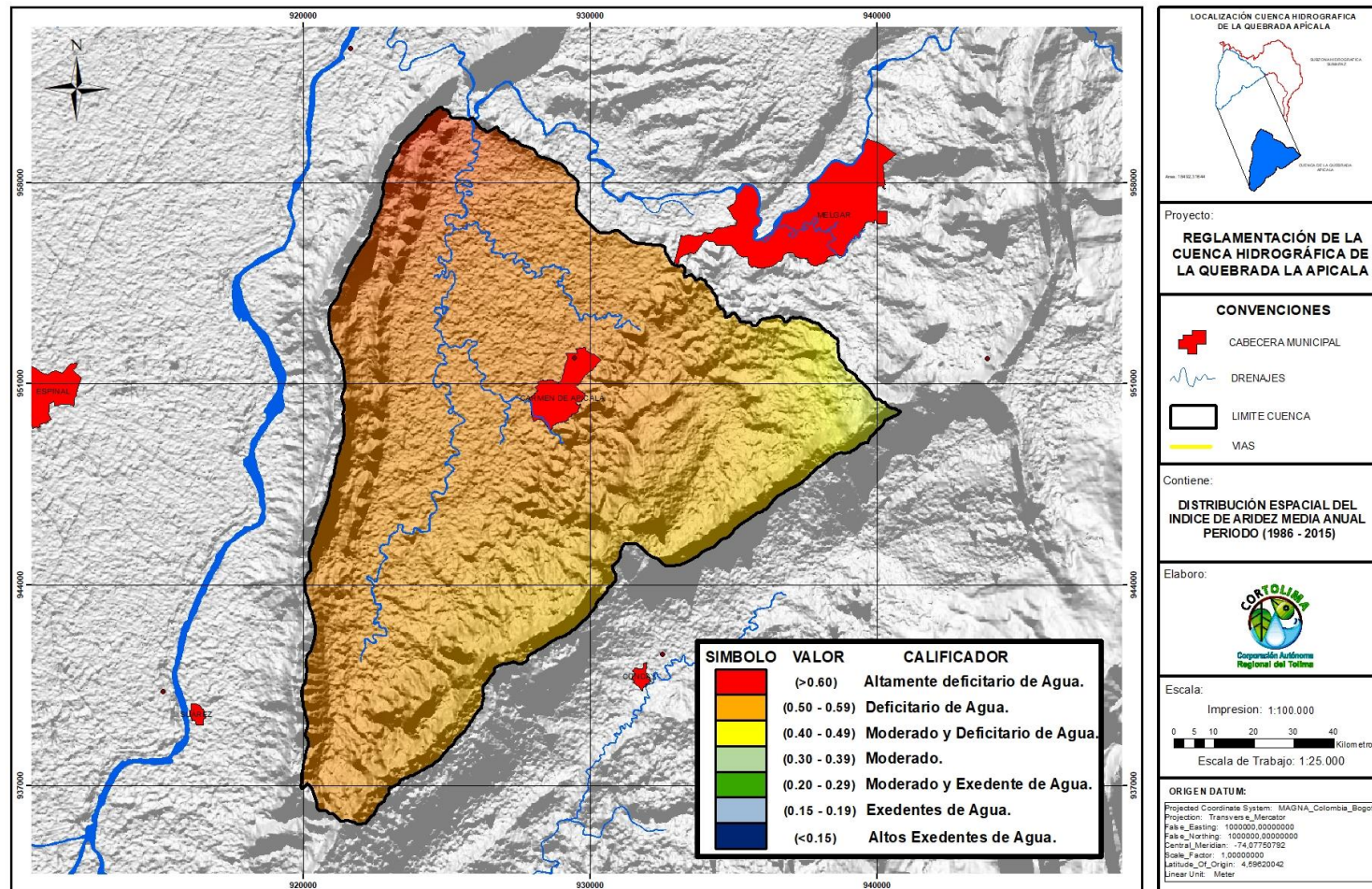
Tabla 20. Índice de aridez de la cuenca hidrográfica de quebrada Apicala.

CODIGO	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
21180160	SUAREZ	0,59	0,57	0,48	0,31	0,34	0,55	0,72	0,79	0,54	0,32	0,30	0,49	0,51
21160030	CUNDAY	0,49	0,36	0,37	0,24	0,31	0,59	0,72	0,78	0,50	0,20	0,19	0,34	0,44
21190410	HDA LA GRANJA	0,35	0,25	0,19	0,15	0,15	0,42	0,56	0,68	0,43	0,15	0,12	0,27	0,32
21190290	CARMEN DE APICALA	0,58	0,53	0,43	0,28	0,33	0,56	0,79	0,80	0,58	0,30	0,33	0,49	0,51
21170020	LAS DOS AGUAS	0,73	0,62	0,53	0,35	0,44	0,66	0,82	0,85	0,57	0,44	0,51	0,61	0,60

El índice de aridez medio para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala es de 0,48 lo cual indica un moderado y deficitario de agua.

En el mapa 16 se puede observar la distribución espacial del índice de aridez calculada con la metodología del IDEAM para la cuenca de la quebrada La Apicala.

Mapa 16. Distribución espacial del índice de aridez anual en la cuenca de la quebrada La Apicala (período 1986-2015)



6.1.2 Índice de Retención y Regulación Hídrica

El Índice de Retención y Regulación Hídrica evalúa la retención de humedad tanto en el suelo como en la vegetación en una cuenca hidrológica teniendo en cuenta en el complejo suelo – cobertura vegetal y explica tanto las condiciones de retención de humedad del suelo como la autorregulación del régimen hídrico de los sistemas hidrográficos.

Tabla 34. Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

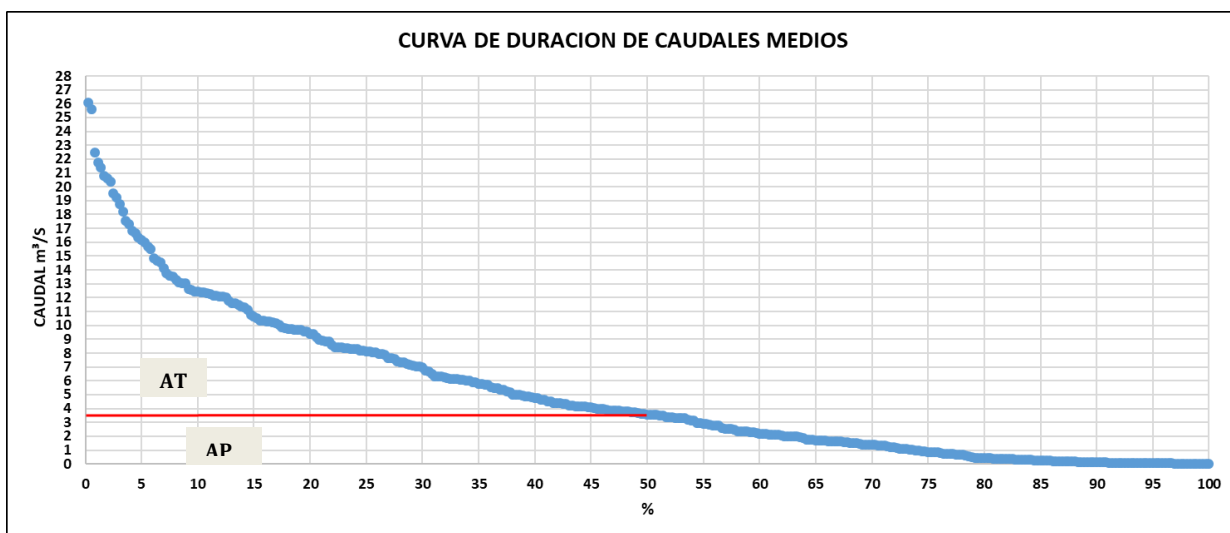
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)
Objetivo	Estimar la capacidad de la subzona de mantener los regímenes de caudales
Definición	Para el IDEAM, 2010, el Índice de Retención y Regulación Hídrica, evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca; este indicador permite evaluar la capacidad de regulación del sistema en su conjunto. Este índice se calcula con base en la curva de duración de caudales medios diarios, curva de frecuencias que permite reconocer las condiciones de regulación de la cuenca y los valores característicos de caudales medios e interpretar, de manera general, las características del régimen hidrológico de un río y el comportamiento de la retención y la regulación de la humedad en la cuenca. Las curvas de duración o distribución de frecuencias acumuladas de los caudales medios diarios indican el porcentaje de tiempo durante el cual los caudales igualan o exceden un valor dado; la forma y pendiente de estas curvas refleja la capacidad de regulación de la cuenca en la unidad de tiempo considerada, además, generan información sobre el porcentaje del tiempo en el que el río lleva un caudal superior o inferior a un determinado valor, pero no reflejan la distribución o secuencia de dicho periodo ni el momento del año en que se produce (IDEAM, 2010); Este índice se mueve entre un rango de 0 y 1, donde los valores más bajos, se interpretan como de menor regulación hídrica; además, la estimación de este índice resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el área total debajo de la curva de duración de caudales diarios.
Fórmula	$IRH = V_p/V_t$

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Variables y Unidades	Dónde: IRH: Índice de Retención y Regulación Hídrica. Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio. Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios. El IRH es el producto de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios																		
Insumos	La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de caudales provenientes de la red de monitoreo de referencia nacional. Algunas series de datos de caudal de redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales (CARs, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Así como la cartografía básica del IGAC en diferentes escalas.																		
Interpretación de la calificación	<table><tr><th>Rango IRH</th><th>Calificación</th><th>Descripción</th></tr><tr><td>>0.85</td><td>Muy alta</td><td>Muy alta retención y regulación de humedad</td></tr><tr><td>0.75-0.85</td><td>Alta</td><td>Alta retención y regulación de humedad</td></tr><tr><td>0.65-0.75</td><td>Moderada</td><td>Media retención y regulación de humedad</td></tr><tr><td>0.50-0.65</td><td>Baja</td><td>Baja retención y regulación de humedad</td></tr><tr><td><0.50</td><td>Muy baja</td><td>Muy baja retención y regulación de humedad</td></tr></table>	Rango IRH	Calificación	Descripción	>0.85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad	0.75-0.85	Alta	Alta retención y regulación de humedad	0.65-0.75	Moderada	Media retención y regulación de humedad	0.50-0.65	Baja	Baja retención y regulación de humedad	<0.50	Muy baja	Muy baja retención y regulación de humedad
Rango IRH	Calificación	Descripción																	
>0.85	Muy alta	Muy alta retención y regulación de humedad																	
0.75-0.85	Alta	Alta retención y regulación de humedad																	
0.65-0.75	Moderada	Media retención y regulación de humedad																	
0.50-0.65	Baja	Baja retención y regulación de humedad																	
<0.50	Muy baja	Muy baja retención y regulación de humedad																	
Observaciones	Los datos disponibles de caudales medios y diarios de series históricas mayores de 15 años, de estaciones representativas. La limitación principal para obtener este indicador es la carencia de estaciones hidrológicas y densidad de la red de monitoreo en las unidades hidrográficas representativas en las regiones. Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua ERAS a ser publicados por el IDEAM.																		
Resultados	El IRH es el producto de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios. El IRH es de 0,61 lo cual indica que es BAJA la retención y regulación de humedad.																		

(IDEAM, 2010)

Figura 18. Curva de duración de caudales



El índice se calcula con base en la curva de duración de caudales medios mensuales, según la metodología contenida en los lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua, como se indica a continuación:

Se ubica toda la serie historia en una hoja de excel, se calculan los medios de cada uno de los doce meses, y se calcula el valor medio de los caudales medios.

$$\begin{aligned} I.R &= AP/AT \\ I.R &= 0,79 \\ I.R + I.V (+ o -) &= 1 \\ 0,61 + 0,39 &= 1 \end{aligned}$$

La relación del I.R + I.V da como resultado 1 esto indica que la retención hídrica y la variabilidad son coherentes.

Donde:

I.R: Índice de Retención y regulación hídrica.
I.V: Índice de Variabilidad
AP: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio.
AT: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales mensuales.

6.2. Indicadores de Régimen Antrópico

Estos indicadores implican actividades humanas que inciden directamente con el recurso hídrico que aportan las cuencas hidrográficas.

6.2.1 Índice de Uso del agua

La necesidad de agua para mantener un caudal mínimo para la regulación y preservación de los ecosistemas, garantizar el abastecimiento a los diferentes sectores económicos y prever las restricciones por alteraciones de la calidad del agua, se creó el Índice de Uso del Agua

De acuerdo con las Naciones Unidas, cuando el Índice del uso del agua, sobrepasa el 20% para un año medio, deben iniciarse programas de ordenamiento y conservación de cuencas a fin de hacer sostenible el recurso hídrico y evitar situaciones que afecten el abastecimiento de agua a los diferentes sectores económicos y prevenir futuras crisis.

El Índice del uso del agua está definido por la relación porcentual de la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales con relación a la oferta hídrica neta disponible (OHn) que está determinada por la oferta total natural menos la oferta hídrica ambiental.

Tabla 35. Índice de uso de agua superficial (IUA).

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)		
Objetivo	Estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible.		
Definición	El Índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales.		
Fórmula	Relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible. $IUA = (Dh / OH) * 100$		
Variables y Unidades	Dónde: IUA: Índice de uso del agua Dh: Demanda hídrica sectorial que corresponda OH: oferta hídrica superficial disponible. Ver capítulo 8 numeral 8.1.3 Estudio Nacional del Agua ENA 2010		
Insumos	Los insumos para el cálculo de este índice son las demanda hídrica sectorial por subcuenca (Consumos por sectores) y series históricas de caudal diario y mensuales con longitud temporal mayor a 15 años.		
Interpretación de la Calificación	Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
	> 100	Crítico	La presión supera las condiciones de la oferta

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

	50.01 - 100	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
	20,01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
	10,01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
	1.0 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
	≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
Observaciones	El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos. El cálculo del índice para algunas áreas está limitado por la disponibilidad de la información necesaria para su cálculo, por lo tanto, se hacen aproximaciones con factores de consumo de zonas semejantes, lo cual dificulta la estimación de la demanda potencial de agua. Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua ERAS a ser publicados por el IDEAM.		

(IDEAM, 2010)

El ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a través de la resolución No. 865 de 2004 adopta la metodología para el cálculo del índice de uso del agua para aguas superficiales desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta metodología se basa en la relación de demanda de agua y oferta hídrica superficial.

$$IUA = (Dt / oh) * 100$$

De donde:

IUA: Índice de uso del agua (%)

Dt: Demanda de agua total (m)

Oh: Oferta hídrica superficial neta (m³)

La oferta hídrica superficial neta de la cuenca de la quebrada La Apicala calculada por el método de balance hídrico a largo plazo en un periodo de (1986-2015) menos el caudal ambiental es de 5,24 m³/s.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Tabla 36. Índice de uso de agua para las subcuencas en donde se registran usuarios del recurso hídrico

No	MICROCUECA	OFERTA HIDRICA L/S	DEMANDA L/S	CAUDAL ECOLOGICO L/S	CAUDAL POR CALIDAD L/S	OFERTA DISPONIBLE L/S	INDICE DE ESCACEZ %	CATEGORIA IUA
1	Quebrada Inalí	707,71	168,8	3,873	0,775	703,1	24,0	Alto
2	Quebrada La Totumala	18,31	3,057	3,612	0,000	14,7	20,8	Alto
3	Quebrada El Trapiche	119,58	9,1	4,139	0,000	115,4	7,8	Bajo
4	Quebrada La Caja	121,53	30,1	4,612	0,000	116,9	25,8	Alto
5	Quebrada Oloche	451,02	19,6	3,901	3,901	443,2	4,4	Bajo
6	Quebrada La Apicalá	1035,50	389,082	3,224	1,934	1030,3	37,8	Alto
7	Quebrada Las Margaritas	39,50	0,5	4,578	0,000	34,9	1,4	Bajo
8	Quebrada La Palmara	310,62	45,6	3,914	3,914	302,8	15,1	Moderado
9	Nn1	44,76	1,3	3,214	3,214	38,3	3,4	Bajo
10	Quebrada La Curala	46,40	1,12	3,350	0,000	43,1	2,6	Bajo
11	Quebrada La Tigrera	172,47	1	3,683	0,000	168,8	0,6	Muy Bajo
12	Quebrada Peñones	79,62	0	4,265	0,000	75,3	0,0	Muy Bajo
13	Quebrada La Aguada	87,30	0,0	4,349	0,000	82,9	0,0	Muy Bajo
14	Quebrada Las Lajas	111,86	0,5	4,424	0,000	107,4	0,4	Muy Bajo
15	Quebrada El Escritorio	131,24	1,8	4,630	0,000	126,6	1,4	Bajo
16	Quebrada La Dulce	77,88	1,1	4,592	0,000	73,3	1,4	Bajo
17	Quebrada Palmichala	316,11	4,4	4,530	0,906	310,7	1,4	Bajo
18	Quebrada San Pedro	220,50	6,5	4,624	0,000	215,9	3,0	Bajo
19	Quebrada La Yayala	97,5	0,3	3,890	0,000	93,6	0,3	Muy Bajo
20	Quebradala Zarca	76,12	0,22	3,955	0,000	72,2	0,3	Muy Bajo
21	Quebrada Arenosa	162,87	32,2	4,004	3,203	155,7	20,7	Alto
22	Quebrada Las Mieles	130,11	0,1	4,488	0,000	125,6	0,1	Muy Bajo
23	Quebrada La Colorada	435,26	4,26	4,692	0,000	430,6	1,0	Muy Bajo
24	Quebrada Volcana	124,59	6,2	5,226	0,000	119,4	5,2	Bajo
25	Quebrada La Hondita	37,42	1,0	4,460	0,000	33,0	3,1	Bajo
26	Quebrada El Encanto	38,46	0,851	4,449	0,000	34,0	2,5	Bajo
27	Quebrada El Capricho	28,27	0,0	4,441	0,000	23,8	0,0	Muy Bajo
28	Quebrada El Eden	22,51	0,1	4,474	0,000	18,0	0,6	Muy Bajo
	TOTAL	5245,02	728,8	117,588	17,071	5110,4	14,3	Moderado

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

La demanda se obtuvo del registro de 124 usuarios en el maestro de aguas de CORTOLIMA y los datos registrados en el censo de usuarios realizado en el año 2014 mediante contrato de 118 del 24 de enero de 2014, para un total de 398 usuarios entre concesionados y no concesionados, apoyados en los módulos de consumo tomando como base la información capturada en campo se calculó la demanda de los usuarios no concesionados. (Esta información se encuentra en los numerales 7.3 y 7.4 del presente documento).

6.2.2 Índice de Vulnerabilidad

El Índice de Vulnerabilidad es también llamada como de “Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico” por cuanto el propósito es el de estimar o cualificar los riesgos de las diferentes actividades del desarrollo socioeconómico asociadas directamente con la vulnerabilidad de las fuentes de agua.

El índice de vulnerabilidad se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua que, ante amenazas, como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño), podría generar riesgos de desabastecimiento. ERA 2013.

La Importancia de este indicador es dar una visión y una alerta sobre los sistemas hídricos para que estos mantengan condiciones de sostenibilidad del recurso hídrico, a fin de que en los municipios y cabeceras municipales no se presenten desabastecimientos y tener al mismo tiempo elementos para la planificación, ordenamiento y conservación del uso del agua.

Tabla 37. Índice vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH).

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)		
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento		
Definición	Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.		
Fórmula	El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del Índice de regulación hídrica (IRH) y el Índice de uso de agua (IUA) (Ver ENA, Capítulo 8, numeral 8.1.4)		
Variables y Unidades	Adimensional		
Insumos	La información básica requerida para el cálculo de este indicador son los Índices de Regulación Hídrica (IRH) y de Uso de Agua (IUA).		
Interpretación de la calificación	Índice de Uso de Agua - IUA	Índice de Regulación Hídrica - IRH	Categoría de Vulnerabilidad
	Muy bajo	Alto	Muy bajo

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

	Muy bajo	Moderado	Bajo
	Muy bajo	Bajo	Medio
	Muy bajo	Muy bajo	Medio
	Bajo	Moderado	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo
	Bajo	Bajo	Medio
	Bajo	Muy bajo	Medio
	Medio	Alto	Medio
	Medio	Moderado	Medio
	Medio	Bajo	Alto
	Medio	Muy bajo	Alto
	Alto	Alto	Medio
	Alto	Moderado	Alto
	Alto	Bajo	Alto
	Alto	Muy bajo	Muy alto
	Muy alto	Alto	Medio
	Muy alto	Moderado	Alto
	Muy alto	Bajo	Alto
	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
Resultados	El IVH para la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala es de categoría ALTO, según los resultados obtenidos del índice de uso de agua e índice de regulación y retención hídrica.		

(IDEAM, 2010)

7. REGLAMENTACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, establece en la Parte III Título II que todas las personas tienen derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, siempre que con ello no se cause perjuicio a terceros; que salvo disposiciones especiales, sólo puede hacerse uso de las aguas en virtud de una concesión y que en caso de escasez, de sequía u otros semejantes, se podrá variar la cantidad de agua y el orden establecido para hacerlo. Dispone que las concesiones otorgadas no serán obstáculo para que con posterioridad a ellas, se reglamente la distribución de las aguas de manera general para una misma corriente o derivación y consagra que las personas que puedan resultar afectadas con la reglamentación del uso de las aguas, es la aplicación de un conjunto de acciones de orden técnico y jurídico, dentro del marco legal vigente, destinadas a obtener una mejor distribución de las aguas de un acuífero, corriente o derivación teniendo en cuenta las condiciones actuales y futuras de su uso y las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia; el objetivo final es evitar conflictos entre usuarios por el acceso al recurso y disminuir la presión sobre el mismo, mientras se da un uso eficiente y equitativo estableciendo prioridades de consumo. Se puede suponer que hay tendencia deficitaria y se requiere reglamentar cuando el caudal concesionado o demandado sobrepasa el 50% del caudal total disponible en épocas de sequía (MAVDT, 2005).

El Decreto No. 1076 del 2015, *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"*, entre los artículos 2.2.3.2.13.1 y 2.2.3.2.13.11, concerniente a la reglamentación de una corriente hídrica a su posterior revisión, a lo que CORTOLIMA obedece, sin embargo, aplicando la capacidad residual con la que cuentan las entidades del sector público, ha definido aplicar lo siguiente:

7.1 Procedimiento de la Reglamentación

Según resolución No. 2742 del 22 de agosto de 2017, por medio de la cual se adopta el documento PR_RH versión 01, el cual se titula "Reglamentación de corrientes hídricas superficiales y/o cuencas hidrográficas". Procedimiento que se muestra a continuación:

Tabla 38. Procedimiento para la reglamentación de fuentes hídricas y/o cuencas hidrográficas.

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
1	Elaboración y presentación del Estudio Preliminar, en donde se exprese el sustento técnico – jurídico, que refleje el análisis técnico relacionado con la oferta y la demanda hídrica que garantice la distribución equitativa, eficiente y suficiente del agua de acuerdo a la oferta, a las necesidades básicas y productivas de la población, así como los requerimientos ambientales para conservar el equilibrio ecológico, y también los antecedentes de la gestión integral del recurso en esa sub-área hidrográfica. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 3 MESES	Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Especializado y Universitario
2	Realización de visita ocular preliminar en terreno de la subzona hidrográfica y/o nivel subsiguiente en cuestión, conjuntamente con técnicos de la subdirección de Calidad Ambiental y la Dirección Territorial (si hay lugar a ello), <u>para reconocimiento del área</u> y análisis de la situación de la cuenca. Mensaje interno solicitando acompañamiento de la Subdirección de Calidad Ambiental y de la Dirección Territorial competente.	Subdirección de planeación y Gestión Tecnológica – Subdirección de Calidad Ambiental y Direcciones Territoriales	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario Subdirector de calidad ambiental – Subproceso– Profesional Universitario Director Territorial –

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
	TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 10 DÍAS		Profesional Universitario
3	Proyección de acto administrativo motivado, ordenando y dando inicio a la reglamentación o revisión de la reglamentación de la corriente. Proyección Mensaje Interno a Oficina Asesora Jurídica remitiendo el proyecto para su aprobación. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 5 DÍAS	Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica - Oficina Asesora Jurídica - Dirección Territorial – Profesional Universitario	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario- Oficina Asesora Jurídica - Dirección Territorial –
4	Revisión, aprobación y firma del proyecto del acto administrativo que ordena la reglamentación o revisión de la reglamentación de la corriente, para posterior suscripción por parte de la Dirección General. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 10 DÍAS	Oficina Asesora Jurídica, Dirección General y Dirección Territorial	Jefe de la Oficina Asesora Jurídica – Profesional Especializado – Profesional Universitario
5	Remisión de la copia del acto administrativo que da inicio al proceso de reglamentación o revisión de la reglamentación de una corriente hídrica a la Subdirección Administrativa y Financiera para su publicación. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 3 DÍAS	Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Profesional Especializado – Profesional Universitario

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
6	Publicación acto administrativo. Esto se da con el fin de hacer conocer a los interesados la providencia mediante la cual se ordena una reglamentación o revisión de una reglamentación de aprovechamiento de aguas se publicará en un periódico de amplia circulación en el lugar y en la página web de la corporación. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 10 DÍAS	Subdirección Administrativa y Financiera.	Subdirectora Administrativa y Financiera – Profesional Especializado – Profesional Universitario
7	Recepción de las solicitudes de concesiones de aguas, haciendo la revisión del adecuado diligenciamiento del formulario y de la presentación de la documentación exigida. Cargue al sistema VITAL y creación del COR TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 3 MESES	Ventanilla Única – Subdirección Administrativa y Financiera o la Territorial con competencia para ello. Subdirección de planeación y Gestión Tecnológica – – Dirección Territorial	Subdirector Administrativa y Financiera - Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario – Dirección Territorial
8	Revisión de la solicitud por parte de la subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica para que certifique índice de escasez, Uso del suelo respecto al POT, POMCA y determine si se encuentra en área protegida.	Subdirección de planeación y Gestión Tecnológica	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Profesional Especializado – Profesional Universitario

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
	TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 3 MESES		
9	Expedir concepto técnico estableciendo la viabilidad o no de continuar el trámite, cargándolo al sistema VITAL y remisión con mensaje interno a Ventanilla Ambiental o Dirección Territorial, para que se liquide Tarifa de Evaluación del proyecto. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 1 MES	Subdirección de planeación y Gestión Tecnológica	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario
10	Liquidación de tarifa de evaluación y cobro mediante oficio. Los usuarios tendrán 1 mes para cancelar la tarifa de evaluación y allegar a Cortolima constancia del pago. Una vez cumplido esto, se remite la solicitud con sus anexos a la Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 2 MESES	Subdirección Administrativa y Financiera – Dirección Territorial	Subdirectora Administrativa y Financiero – Profesional Especializado - Profesional Universitario
11	Reclamaciones de los usuarios. Se tendrán 2 meses para resolver de fondo las reclamaciones que los usuarios presenten respecto de la liquidación de las tarifas de evaluación y su cobro. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 2 MESES	Subdirección Administrativa y Financiera – Dirección Territorial	Subdirectora Administrativa y Financiero – Profesional Especializado - Profesional Universitario

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
12	Proyección del Auto que avoca conocimiento y ordena las visitas, fijando la fecha y lugar de las prácticas de las diligencias. TIEMPO DE LA ACTIVIDAD: 1 MES	Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica – Oficina Asesora Jurídica - Dirección Territorial	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario – Oficina Asesora Jurídica - Dirección Territorial, Profesional Universitario
13	Revisión, aprobación y firma del proyecto de Auto que avoca conocimiento y ordena las visitas para la reglamentación o revisión de la reglamentación de la corriente. Numeración del Auto y apertura del expediente. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 10 DÍAS	Oficina Asesora Jurídica, Dirección General y Dirección Territorial si es el caso.	Jefe de la Oficina Asesora Jurídica – Profesional Especializado – Profesional Universitario – Dirección Territorial
14	Remisión del Auto a la Subdirección Administrativa y Financiera para la publicación. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 3 DÍAS	Subdirección de Planeación y Gestión Tecnológica – Dirección Territorial	Subdirector de Planeación y Gestión Tecnológica – Subproceso Recurso Hídrico – Profesional Universitario –

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
			Dirección Territorial, Profesional Universitario
15	Luego de expedido el acto administrativo que ordena las visitas, este debe ser publicado por lo menos con diez (10) días de anticipación a la práctica de la visita ocular, así: a) Copia de la providencia que indique la jurisdicción del lugar donde deben realizar las visitas oculares y se ordene la reglamentación se fijará en un lugar público de la Autoridad Ambiental competente y en la Alcaldía o Inspección de Policía del lugar; b) Aviso por dos veces consecutivas en el periódico de mayor circulación de la región, sobre el lugar y fecha de la diligencia; si existen facilidades en la zona se publicará este aviso a través de la emisora del lugar. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 1 MES	Subdirección Administrativa y Financiera	Subdirectora Administrativa y Financiero – Profesional Especializado - Profesional Universitario
16	Subir el expediente por plataforma de Vital para informar la práctica de las visitas de evaluación de las solicitudes.	Oficina Jurídica o Dirección Territorial	Oficina Asesora Jurídica– Profesional Especializado – Profesional Universitario - Dirección Territorial

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
	TIEMPO DE LA ACTIVIDAD: 5 DIAS		Profesional Universitario
17	Practica de visita de evaluación ordenada en el auto de inicio y elaboración del concepto técnico. Alimentar el software y VITAL. TIEMPO PARA LA ACTIVIDAD: 4 MESES o el tiempo que demande por el número de usuarios que se hagan presente.	Subdirección de Calidad Ambiental - Dirección Territorial	Subdirector de Calidad Ambiental – Profesional Especializado - Profesional Universitario Director Territorial – Profesional Universitario –
18	Proyección del Auto que corre traslado del concepto técnico. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 5 DIAS	Oficina Jurídica o Director Territorial – Profesional Universitario	Oficina Jurídica- Profesional Especializado – Profesional Universitario
19	Revisión, aprobación y firma del proyecto de Auto que corre traslado del concepto técnico. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 5 DIAS	Oficina Asesora Jurídica – Dirección Territorial	Oficina Asesora Jurídica – Dirección Territorial - Profesional Universitario
20	Publicación del cuadro de distribución de caudales. Este proyecto se comunicará a los interesados mediante aviso que se publicará por dos (2) veces con intervalo de diez (10) días entre uno y otro, en dos de los periódicos de mayor circulación en el Departamento o Municipio correspondiente, con el fin de que	Subdirección Administrativa y Financiera	Subdirectora Administrativa y Financiera - Profesional Especializado - Profesional Universitario

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
	puedan presentar las objeciones que consideren pertinentes dentro de los veinte (20) días siguientes a la publicación del último aviso. TIEMPO PARA ESTA ACTIVIDAD: 2 MESES		
21	Resolver las objeciones a los conceptos técnicos a que hubiere lugar. TIEMPO PARA LA ACTIVIDAD: 1 MES	Subdirección de Calidad Ambiental – Dirección Territorial -	Subdirector de Calidad Ambiental – Profesional Especializado – Profesional Universitario - Dirección Territorial- Profesional Universitario
22	Proyección del acto administrativo que resuelve solicitudes de otorgamiento de concesión y distribución de caudales (Reglamentación). TIEMPO PARA LA ACTIVIDAD: 30 DIAS	Oficina Asesora Jurídica – Dirección Territorial	Oficina Asesora Jurídica - Profesional Especializado - Profesional Universitario – Dirección Territorial – Profesional Especializado o Universitario
23	Revisión, aprobación y firma del acto administrativo que resuelve de fondo la reglamentación, remitiéndola para numeración y fecha. TIEMPO DE LA ACTIVIDAD: 15 DIAS	Oficina Asesora Jurídica, y Dirección General	Jefe Oficina Asesora Jurídica - Profesional Especializado – Profesional Universitario - Director General -

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA RESPONSABLE	CARGO RESPONSABLE
			Director Territorial
24	Fechar y numerar la resolución que reglamenta o revisa una reglamentación, publicar su encabezamiento y parte resolutive en el Diario Oficial y/o Gaceta Virtual de la Corporación. TIEMPO DE LA ACTIVIDAD: 15 DIAS	Subdirección Administrativa y Financiera – Dirección Territorial	Subdirectora Administrativa y Financiera - Auxiliar Administrativo Dirección Territorial

7.2 Aspectos técnicos de la cuenca hidrográfica de la quebrada Apicala

Los usos del agua están identificados en el “Libro Maestro de Concesiones de Agua” de la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA, donde se encuentran organizados los usuarios del agua, en una base de datos, en la cual se encuentra registrada la información referente al predio y la asignación de agua, entre las cuales se puede citar:

- Litros concesionados
- Uso del agua
- Número correspondiente de la llave
- Número de cédula de ciudadanía
- Nombre del usuario
- Nombre de la fuente
- Cuenca donde se localiza la fuente
- Nombre del predio
- Dirección del predio
- Nombre del departamento donde se localiza el predio
- Nombre del municipio donde se localiza el predio
- Número de expediente del trámite de concesión
- Número de tomos del expediente
- Número de resolución que otorga la asignación
- Fecha de la resolución de concesión
- Fecha de la notificación del acto administrativo

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

- Fecha de vencimiento de la concesión
- Dirección de envío de correspondencia
- Estado de pago
- Intereses generados por facturación no cancelada

7.3 Revisión del maestro de aguas de usuarios concesionados de la quebrada La Apicala

La quebrada La Apicalá solo cuenta con usuarios del recurso hídrico legalizados mediante resoluciones individuales, no se ha llevado a cabo la reglamentación del uso del agua de esta cuenca, de allí la necesidad de realizar el diagnostico de usuarios registrados en el maestro de aguas y los que no se encuentran formalmente legalizados.

La base de datos de los concesionados de la cuenca de la quebrada La Apicalá, se encuentra consignada en el Libro Maestro de Aguas de los municipios de Carmen de Apicalá y Melgar, instrumento fundamental que cuenta con la información pertinente a cada uno de los usuarios como lo son: No. de expediente, códigos de clasificación, números de llave, el nombre del predio y su solicitante, la vereda, el municipio, la resolución de adjudicación, la cantidad de agua asignada, la fuente hídrica, sus coordenadas, el uso del suelo, entre otros datos.

Revisado el libro maestro de concesiones de aguas de los municipios de Melgar y Carmen de Apicalá pertenecientes a la cuenca de la quebrada La Apicala, en donde se encontraron 124 concesiones registradas ante CORTOLIMA que hacen uso del recurso hídrico superficial entre naturales y jurídicos a la fecha 30 de julio de 2018, ver anexo 1 el listado de usuarios.

En el registro del libro maestro de CORTOLIMA se encuentran registradas 124 concesiones de las cuales 80 son de personas naturales con un caudal de 218,78 l/s y 44 de personas jurídicas con un caudal de 429,38 l/s, para un caudal total de 648,16 l/s. Ver anexo 1 usuarios naturales y jurídicos concesionados.

Tabla 39. Usuarios registrados en el maestro a de aguas de CORTOLIMA

TIPO DE PERSONA	USUARIOS	CAUDAL L/S	PORCENTAJE %
NATURAL	80	218,78	64,52
JURIDICO	44	429,38	35,48
TOTAL	124	648,16	100

Figura 19. Usuarios registrados en el maestro de agua de CORTOLIMA

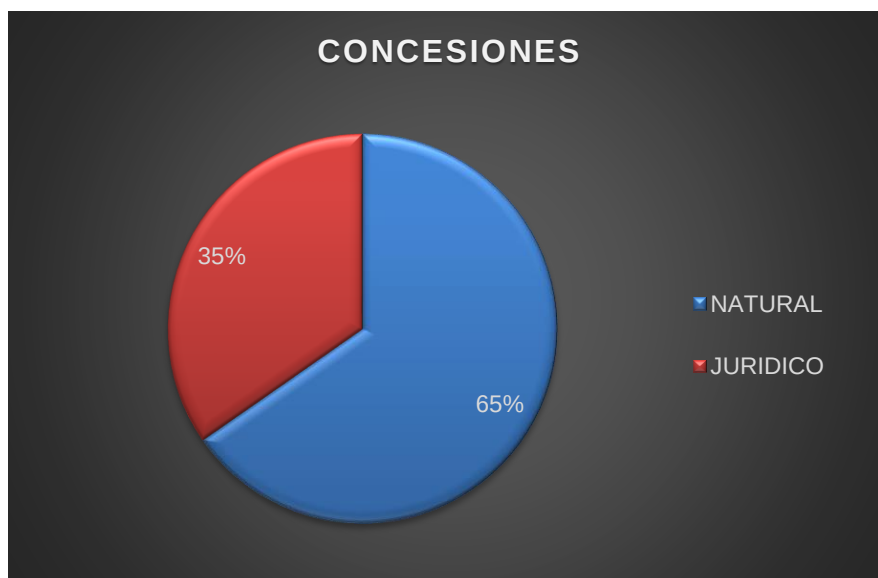


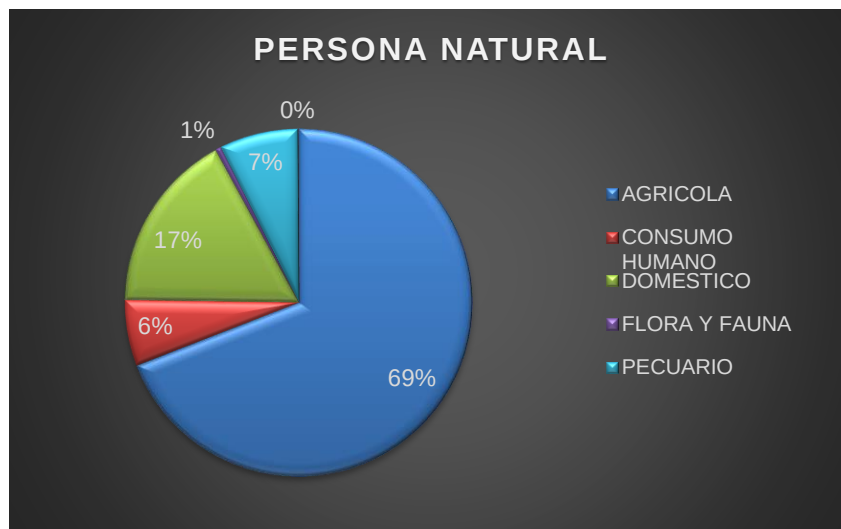
Tabla 40. Usos del agua y caudal de las concesiones registradas ante CORTOLIMA

USO	NATURAL		JURIDICO	
	USUARIOS	CAUDAL L/S	USUARIOS	CAUDAL L/S
AGRICOLA	17	151,17	7	152,91
CONSUMO HUMANO	8	13,42	0	0
DOMESTICO	40	36,88	17	66,52
FLORA Y FAUNA	2	1,20	1	0,94
INDUSTRIAL	0	0	3	44
PECUARIO	12	15,86	3	22,05
RIEGO	1	0,24	1	36,42
ACUEDUCTOS	0		12	106,53
TOTAL	80	218,78	44	429,38

Ver anexo 1 listado de usuarios registrados en el maestro de agua de CORTOLIMA

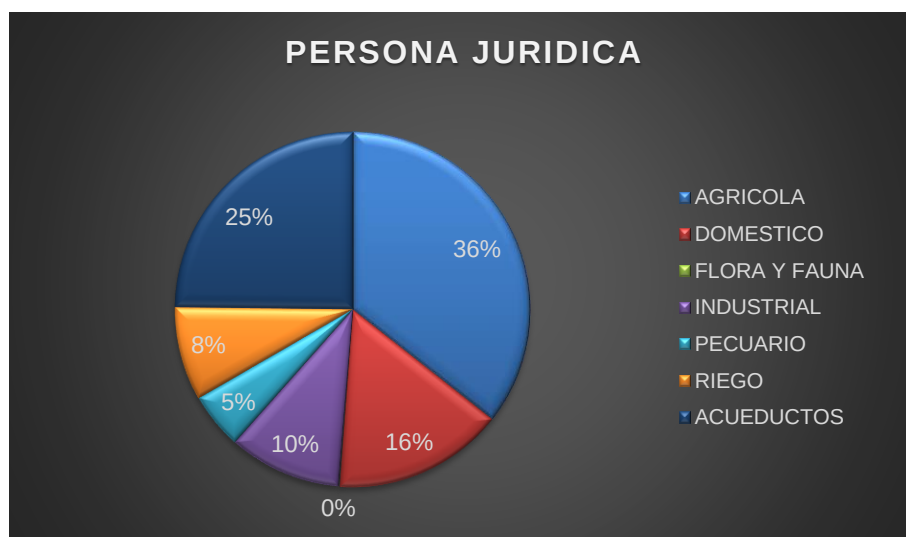
Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Figura 20. Usos del agua de las personas naturales registradas en el maestro de agua de CORTOLIMA



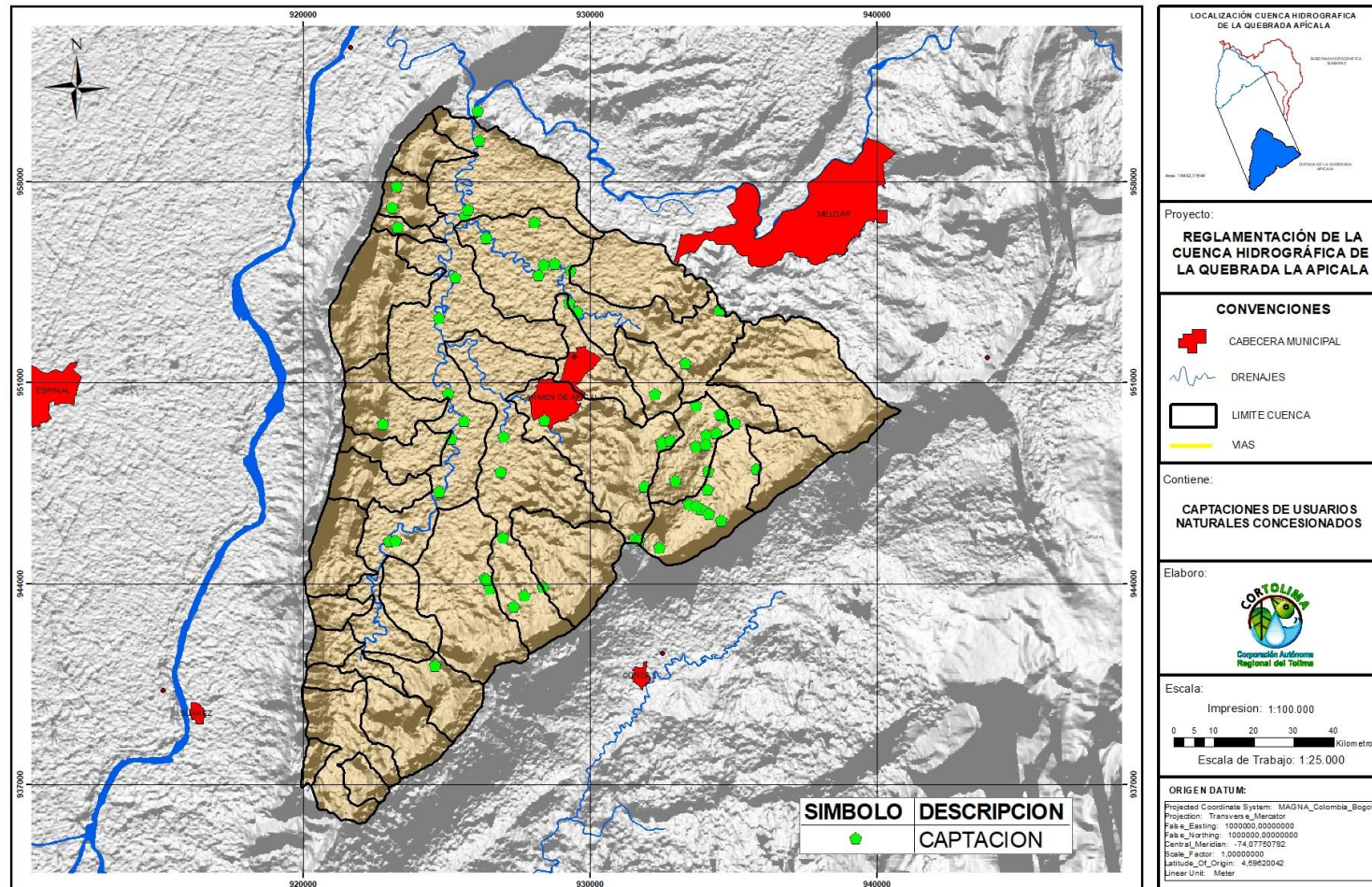
El 69 % del agua concesionada de personas naturales es utilizadas para uso agrícola, seguido del uso doméstico con el 17 % y el 1 % es utilizado para flora y fauna.

Figura 21. Usos del agua de las personas jurídicas registradas en el maestro de agua de CORTOLIMA



Se pudo evidenciar que los usuarios jurídicos utilizan el agua en su mayor porcentaje para actividades agrícolas con el 36% seguido del uso para acueductos con el 25 % y en una menor proporción el uso de flora y fauna.

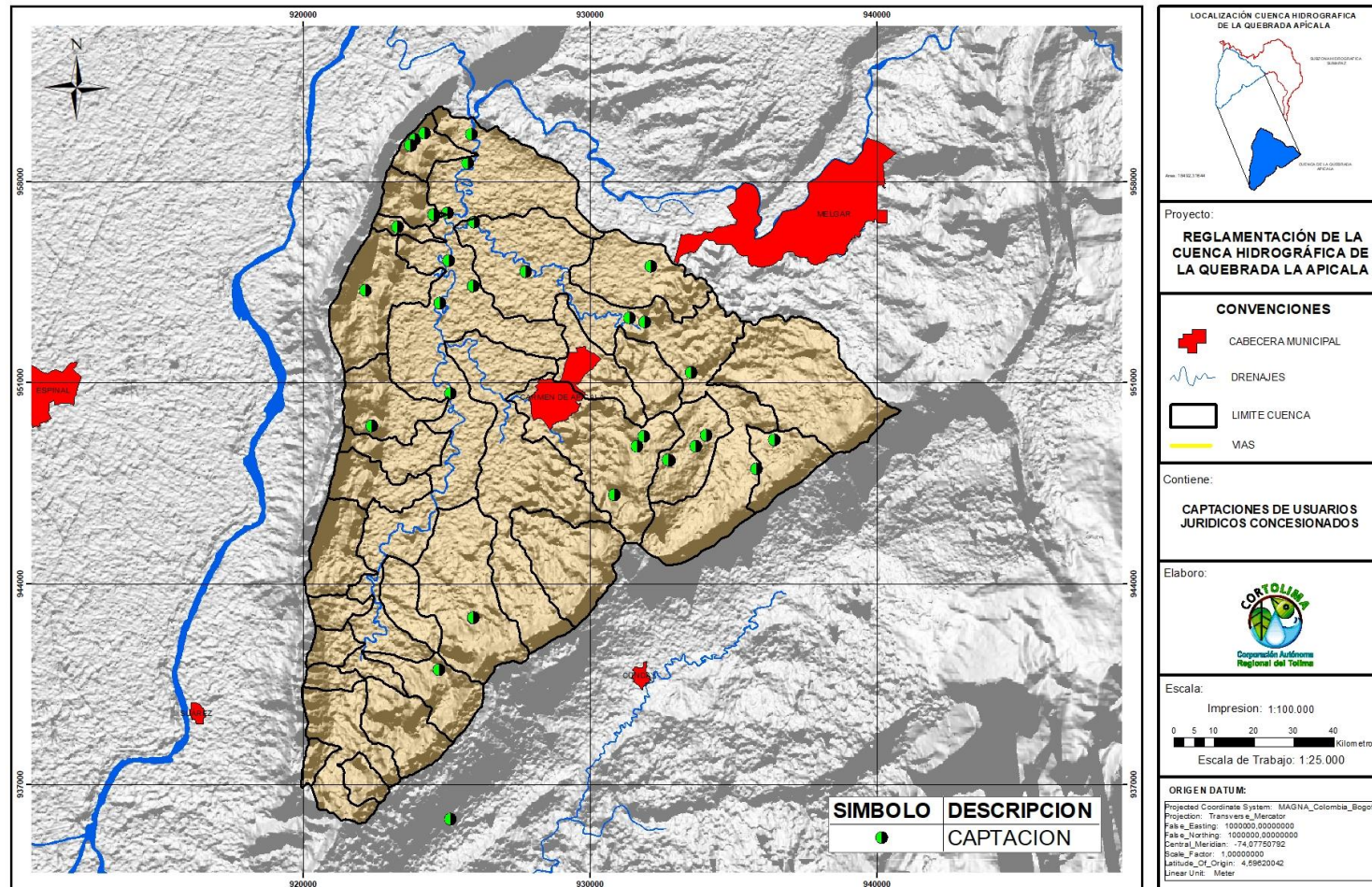
Mapa 17. Distribución espacial de los usuarios naturales con concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada La Apicalá registradas en el censo



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala



Mapa 18. Distribución espacial de los usuarios jurídicos con concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada La Apicalá registradas en el censo



7.4 Usuarios de aguas superficiales registrados en el censo.

En el año 2014, CORTOLIMA y la corporación Ambiente y Desarrollo celebraron el contrato de cooperación No.118 del 24 de enero de 2014, cuyo objeto fue el inventario de usuarios del recurso hídrico superficial y subterráneo y puesta en marcha del registro de usuarios del recurso hídrico -RURH-, para la cuenca del río Venadillo y la subcuenca de la quebrada La Apicalá, ubicadas en los municipios de Venadillo y Carmen de Apicalá, departamento del Tolima.

Donde se censaron 398 usuarios de agua superficial, de la cuenca de la quebrada la Apicala. Con las visitas prediales, se completó y verificó la información de cada uno de los concesionados; igualmente se visitaron los usuarios que no cuentan con concesiones de agua y que en el momento de la visita estaban realizando algún tipo de captación, ya sea, directamente de la quebrada La Apicala o de sus afluentes.

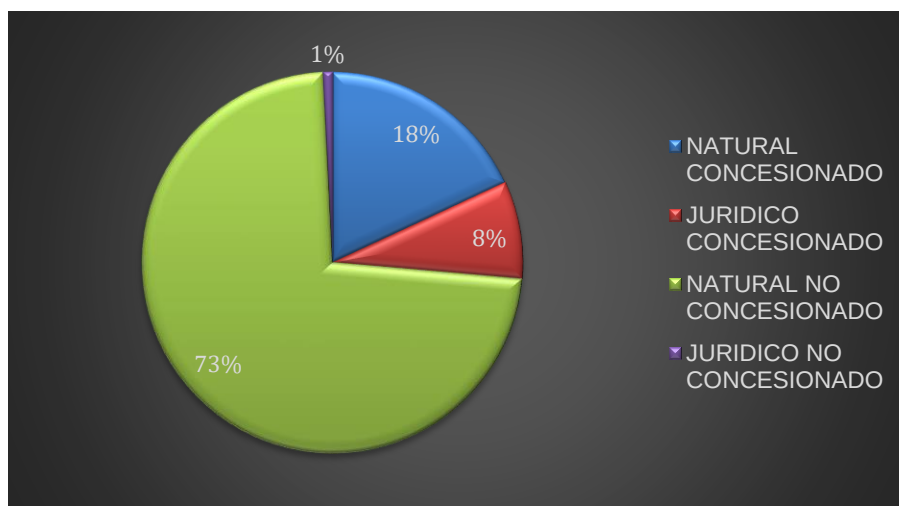
Con la información consignada en las encuestas se procedió finalmente a ingresar los datos a una planilla en formato Excel, donde se digito la información sobre el usuario, el tipo de persona, el predio, el tipo de captación, la fuente, el uso entre otros, acorde a lo establecido en el formato, adoptado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Tabla 41. Usuarios de agua superficial registrados en el censo de usuarios

TIPO DE PERSONA	USUARIOS
NATURAL CONCESIONADO	72
JURIDICO CONCESIONADO	33
NATURAL NO CONCESIONADO	290
JURIDICO NO CONCESIONADO	3
TOTAL	398

Dentro del censo realizado en el año 2014 se registraron 105 usuarios concesionados entre naturales y jurídicos, al año 2018 se encuentran en el maestro de agua 124 usuarios, 19 concesiones más que las registradas en el censo.

Figura 22. Distribución de los usuarios de agua superficial concesionados y no concesionados registrados en el censo en la cuenca de la quebrada La Apicalá

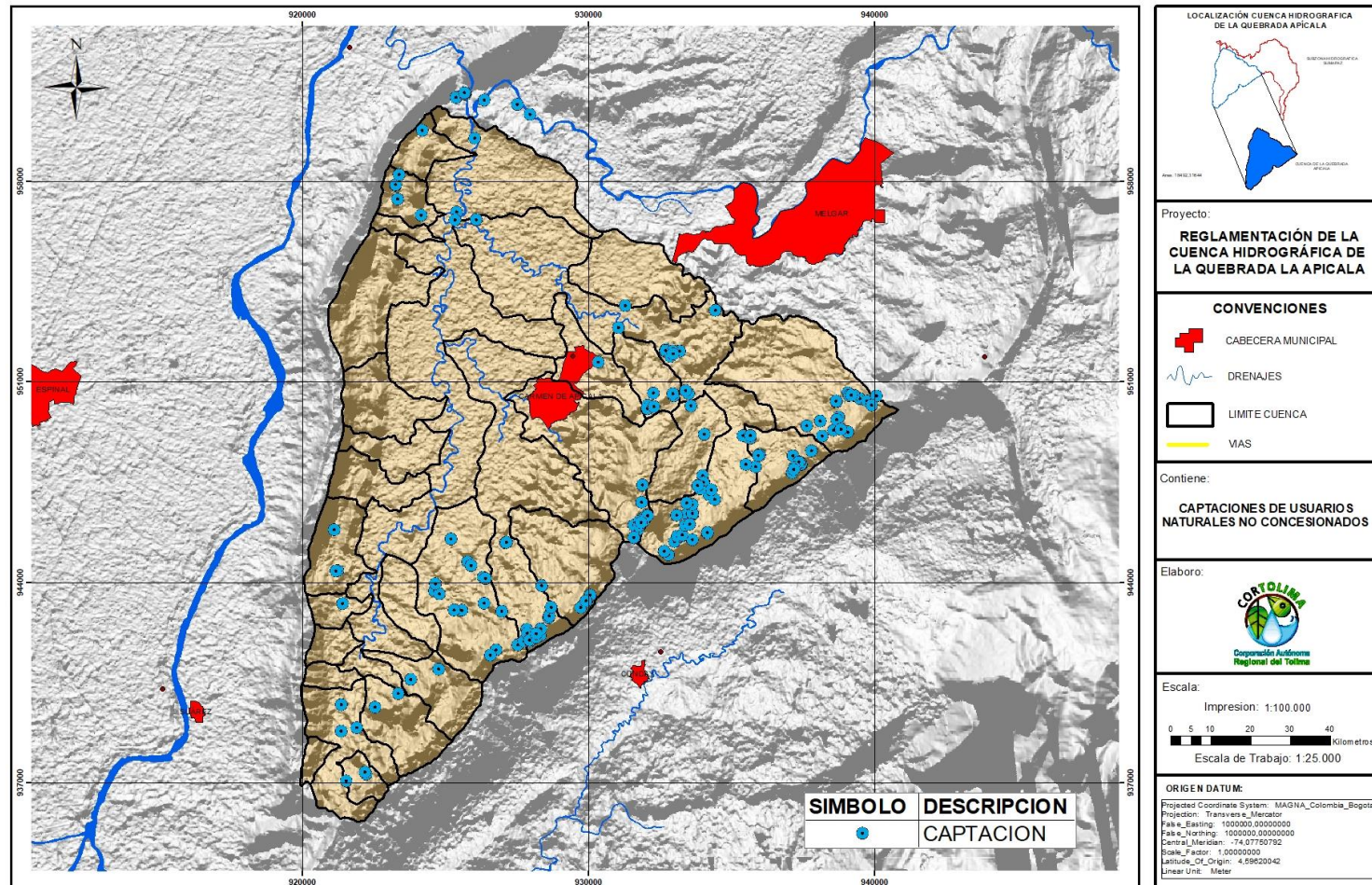


En la figura 22 podemos evidenciar que el mayor porcentaje de participación lo tienen los usuarios naturales no concesionados llegando al 73% (290 usuarios), esto se debe a que algunas veredas no cuentan con acueductos para el abastecimiento de agua para el consumo humano, otra razón es que se encuentra gran cantidad de minifundios en la zona, lo que lleva a que la población que requiere el uso del recurso hídrico sea mayor. En cuanto a la condición de no concesionado se debe a que las personas tienen una cultura de la propiedad del agua y por lo tanto no contemplan el cobro por el uso de la misma; los concesionados naturales ocupan el segundo lugar con un 18% (72 Usuarios) de participación y están ubicados en las veredas del municipio de Melgar, ya que son personas que tienen sus fincas de descanso que vienen especialmente de Bogotá y cuentan con una cultura de pago de impuestos.

En cuanto a los usuarios jurídicos encontramos que son menos los no concesionados (3 usuarios) que los concesionados (33 usuarios), esto se debe a que la mayoría de usuarios jurídicos utilizan el recurso hídrico en actividades productivas, lo que implica la necesidad de obtener una concesión y cumplir con las normas previstas para el uso del agua. Ver anexo 2 listados de los usuarios registrados en el censo entre naturales y jurídicos concesionados.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 19. Distribución espacial de los usuarios naturales sin concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada la Apicalá registradas en el censo



Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Mapa 20. Distribución espacial de los usuarios naturales sin concesión de aguas superficiales, de la cuenca de la quebrada la Apicalá registradas en el censo.

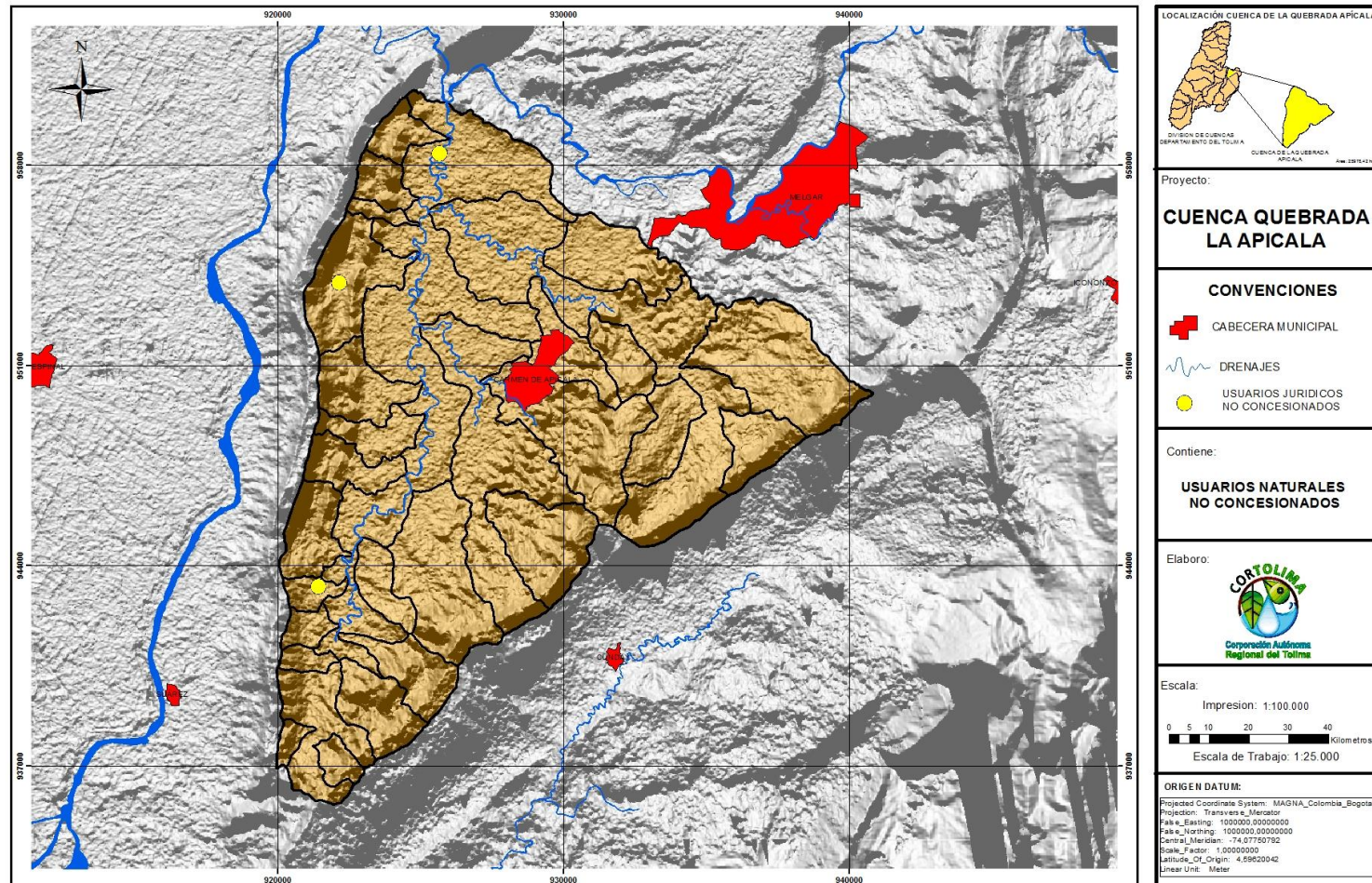


Tabla 42. Usuarios no concesionados registrados en el censo

TIPO DE PERSONA	USUARIOS	CAUDAL	PORCENTAJE %
NATURAL	290	76,51	98,98
JURIDICO	3	1,65	1,02
TOTAL	293	78,16	100,00

Figura 23. Usuarios naturales y jurídicos no concesionados de agua registrados en el censo



Dentro de los usuarios no concesionados se tiene que el 99 % de personas son naturales con un total de 290 y solo el 1 % de personas jurídicas, con 3 usuarios con un caudal total de 78,16 l/s. Ver anexo 3 listado de usuarios registrados en el censo no concesionados.

7.4.1 Demanda hídrica de usuarios no concesionados

La Demanda Hídrica comprende la extracción de agua del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas de los ecosistemas no antrópicos. Se define como el agua extraída consumida más el agua extraída no consumida.

La demanda hídrica usada por los usuarios no concesionados, se obtuvo por medio de aforos realizados en el momento de la encuesta, sin embargo, hubo algunos

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

usuarios a los que no se le pudo realizar el aforo, debido a que en el momento el estado del caudal no era el normal, para el cálculo de esta demanda se utilizaron los módulos de consumo adoptados por la FAO.

7.4.2 Módulos de consumo

Los módulos de consumo permiten estimar la cantidad de agua requerida para el desarrollo de una actividad o la obtención de un producto; convirtiéndose en una alternativa frente al desconocimiento que existe en términos de volúmenes reales de agua consumido por falta de mediciones directas.

7.4.2.1 Usos del Agua

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 36 del Decreto 1541 de 1978, Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines:

- Abastecimiento en los casos que requiera derivación;
- Riego y silvicultura;
- Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera de derivación;
- Uso industrial;
- Generación térmica o nuclear de electricidad;
- Explotación minera y tratamiento de minerales;
- Explotación petrolera;
- Inyección para generación geotérmica;
- Generación hidroeléctrica;
- Generación cinética directa;
- Flotación de madera;
- Transporte de minerales y sustancias tóxicas;
- Agricultura y pesca;
- Recreación y deportes;
- Usos medicinales, y
- Otros usos similares.

Con relación a los usos, el Decreto 3930 de 2010, en el cual se establecen las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados; se define lo siguiente:

- Uso para consumo humano y doméstico

Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico su utilización en actividades tales como:

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

1. Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato.
2. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
3. Preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración.

- Uso para la preservación de flora y fauna

Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su utilización en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.

- Uso para pesca, maricultura y acuicultura

Se entiende por uso para pesca, maricultura y acuicultura su utilización en actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas en los que se desarrollan estas actividades.

- Uso agrícola

Se entiende por uso agrícola del agua, su utilización para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.

- Uso pecuario

Se entiende por uso pecuario del agua, su utilización para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias.

- Uso recreativo.

Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce:

1. Contacto primario, como en la natación, buceo y baños medicinales.
2. Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.

- Uso industrial.

Se entiende por uso industrial del agua, su utilización en actividades tales como:

1. Procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexas y complementarios.
2. Generación de energía.
3. Minería.
4. Hidrocarburos.
5. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

6. Elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.

7.4.2.2 Modulo de consumo para uso domestico

Se sugiere la adopción de las directrices técnicas contempladas en la normatividad ambiental colombiana, Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.

Tabla 43. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION MAXIMA (L/HBA*DIA)
> 2000 M.S.N.M	120
1000 - 2000 M.S.N.M	130
< 1000 M.S.N.M	140

Dotación Neta = $(140 \times L/\text{hab} \times \text{día}) \times \text{hab}$

7.4.2.3 Modulo de consumo para **Uso Agrícola**

Para el uso agrícola, a los cultivos transitorios la FAO les asignó coeficientes de cultivo “Kc” desde la etapa de siembra hasta de la cosecha. Los principales cultivos de este género son, los de arroz, arveja, cebada, cebolla, frijol, haba, hortalizas, maíz, papa, sorgo, tabaco, tomate, trigo, yuca, zanahoria y se prevén dos cosechas al año cada uno de cinco meses desde la siembra hasta su recolección. La Encuesta Nacional Agropecuaria incluye la cobertura de cultivos permanentes al banano, cacao, café, caña de azúcar, caña panelera, cítricos entre otros y como su nombre lo indica el suministro de agua para estos cultivos es permanente.

Demanda = $1,1 \text{ l/s} \times \text{ha}$

7.4.2.4 Modulo de consumo Uso Pecuario

Corresponde al consumo de todas las especies de fauna doméstica y se define en términos del consumo de agua (l/cabeza-día). Se efectúa este proceso mediante la

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

ayuda de módulos de consumo aplicados diferencialmente en la cadena de producción desde la fase de crecimiento hasta el sacrificio

A2, pastoreo semi intensivo: 0,3 a 2 unidades de ganado x hectarea.

No de animales = $2 \times (\text{animales/ha}) \times \text{ha}$

A3, pastoreo extensivo: 0,3 unidades de ganado x hectarea

No animales = $0,3 \times (\text{animales/ha}) \times \text{ha}$.

(FAO, 2006)

7.4.2.5 Modulo de consumo para uso Piscícola

Para el cálculo del caudal de uso piscícola se tomaron como referencia los módulos de consumo establecidos por la corporación autónoma de Caldas CORPOCALDAS que mediante resolución No. 027 de 2011 fueron adoptados.

Tabla 44. Módulo de consumo adoptados de CORPOCALDAS

USO DEL AGUA	MODULO DE CONSUMO	
	CANTIDAD	UNIDAD
MOJARRA	0,00039	Litro/segundo/m ² Estanque
ALEVINOS DE MOJARRA	0,00005	Litro/segundo/m ² Estanque

(CORPOCALDAS, 2011)

8. CONCLUSIONES

La quebrada La Apicala nace en el municipio de Carmen de Apicala en la vereda Las Misiones y desemboca en el río Sumapaz en límites con el municipio de Melgar entre las veredas Apicala y Bolivia. La cuenca hidrográfica cubre la totalidad del municipio de Carmen de Apicala y el 36% del municipio de Melgar.

La cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala tiene 25.978,30 ha que representan el 1,07% respecto al total del área del Departamento, acorde a la delimitación de la cuenca hidrográfica de la Quebrada Apicala y de municipios generada por CORTOLIMA a escala 1:25.0000.

La precipitación media de la cuenca es de 1.690 mm, y la temperatura media es de 26,6 °C según la información suministrada por el IDEAM.

La evapotranspiración potencial espacialmente se incrementa en la medida que se descende en la altura y disminuye en la medida en que se asciende en altura sobre el nivel del mar y fue calculada con la ecuación de Thornthwaite; se estiman valores de ETP de 1.222,6 mm al año.

La evapotranspiración real (ETR), se calculó a través de la ecuación propuesta por Budyko (1974). La ETR media en la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicalá, destacándose que esta varía entre (829,1 – 1.112,0 mm al año), con un valor medio de 1003,6 mm.

El Balance hídrico a largo plazo fue empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, para un periodo de 30 años (1986 – 2015), cuyo resultado fue 5,24 m³/s, este resultado fue comparado con el valor calculado para la subzona hidrográfica del río Sumapaz, en donde el resultado fue 4,91 m³/s para la unidad hidrológica La Apicala.

Para el cálculo de Caudal Ambiental, se usó el dispuesto por el IDEAM en el año 2000, el cual define que el caudal ecológico corresponde al 25 % de los volúmenes anuales en condiciones de oferta media, ya que para adoptar las otras metodologías no se conocieron datos.

El descuento por calidad se hizo a 7 microcuencas de las 27 que conforman la cuenca entre el 5 y el 25%.

La quebrada La Apicalá, presenta un rendimiento hídrico de 20,19 (l/s*km²), además, se resalta, que los mayores rendimientos se presentan en la vereda

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Buenavista del municipio de Melgar y menores rendimientos en la desembocadura de la quebrada La Apicalá en el río Sumapaz.

Los valores de caudal calculados para las microcuencas que forman la cuenca hidrográfica de la quebrada Apicalá, se encontró que la de mayor área es la Quebrada Inalí con 8.085 has, la cual registra la mayor oferta hídrica de 1,73 m³/s y la Quebrada El Edén con un área 111,94 has menor área con un caudal de 0,023 m³/s.

La Quebrada La Caja presenta los mayores rendimientos con 21,86 (l/s*km²) y la Quebrada NN1 presenta un rendimiento de 15,07 (l/s*km²).

Los indicadores ambientales naturales se calcularon según la metodología establecida por el Estudio Regional del Agua, el índice de aridez es de 0,48 lo cual indica un moderado y deficitario de agua y el índice de regulación y retención hídrica es de

En cuanto al registro de usuarios del censo, el mayor porcentaje de participación lo tienen los usuarios naturales no concesionados llegando al 73% (242 usuarios), le siguen los concesionados naturales con el 19% (65 Usuarios) de participación. En cuanto a los usuarios jurídicos se tienen solo el 1% (1 usuario) no concesionado y el 7% restante lo conforman los concesionados (3 usuarios).

En la cuenca de la quebrada La Apicalá, el mayor uso del recurso hídrico es el doméstico con 194 usuarios (58%), dos personas solo usan el recurso hídrico para riego, 2 para pesca, el 26% de los encuestados realizan dos usos (88 usuarios), tres usos o más 36 usuarios (11%) y 11 concesiones no están en uso (4%).

Dentro del censo realizado en el año 2014 se registraron 105 usuarios concesionados entre naturales y jurídicos, al año 2018 se encuentran en el maestro de agua 124 usuarios, 19 concesiones más que las registradas en el censo.

La demanda de los usuarios concesionados naturales es de 218,78 l/s, para los usuarios concesionados jurídicos es 429,38 l/s con un total de 648,16 l/s.

Los usuarios no concesionados registrados en el censo son 293, de los cuales 290 personas naturales y 3 personas jurídicas con un caudal total de 78,16 l/s.

Según el registro del censo se puede evidenciar que hay gran cantidad de usuarios no concesionados y el caudal estimado es mínimo en comparación al concesionado siendo menos la cantidad de usuarios no concesionados.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

Para el cálculo de la demanda hídrica de los usuarios registrados en el censo que no tienen concesión se utilizaron los módulos de consumo, para el uso doméstico los establecidos según el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, para el consumo pecuario y agrícola los módulos establecidos por la FAO y para el uso piscícola los módulos adoptados por CORPOCALDAS.

BIBLIOGRAFIA

- Apicala, A. M. (2012). *Plan de desarrollo Municipal 2012-2015*.
- BUSTAMANTE, I. D. (2008). *REGLAMENTACIÓN DE CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA PARTE TÉCNICA PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO*. Medellín.
- Colombia, U. N. (s.f.). *Estudio de uso combinado de fuentes de agua superficial y subterránea para el suministro de agua potable*. Medellín.
- CORPOCALDAS. (2011). Resolución No. 027 de 2011.
- Corporación Autónoma Regional CORTOLIMA. (2014). *Censo de usuarios de la quebrada La Apicala*. Ibagué.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA. (2008). *Cálculo del Índice de Escasez del río Opía*. Ibagué.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA. (2016). *BALANCE HÍDRICO DE LARGO PLAZO E INDICADORES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OPÍA Y AFLUENTES DIRECTOS AL MAGDALENA*. Ibagué.
- CORTOLIMA. (2016). *BALANCE HÍDRICO DE LARGO PLAZO E INDICADORES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUBZONA HIDROGRÁFICA DEL RÍO OPÍA Y AFLUENTES DIRECTOS AL MAGDALENA*. Ibagué.
- Eddy, M. a. (2015). *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*.
- FAO, O. d. (2006). *Evapotranspiración del Cultivo; Guías para la determinación de agua de los cultivos*. Roma.
- <http://historiaybiografias.com/suelo1/>. (s.f.). Obtenido de <http://historiaybiografias.com/suelo1/>.
- IDEAM. (2010). *Estudio nacional del Agua*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2013). *Hoja metodológica Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)*.
- IDEAM. (2013). *Hoja metodológica índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)*.

Reglamentación de la cuenca hidrográfica de la quebrada La Apicala

IGAC. (1997). *Estudio General de Suelos del Departamento del Tolima*);. Ibagué.

olalla, D. J. (1992). *Climatología aplicada a la ingeniería* .

Sanchez Martinez, F. (2008). CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN AREAL
MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. En S. M.
Javier, *Master en ingeniería medioambiental y gestión del agua* (pág. 28).
Madrid: EOI.

Territorial, M. d. (2010). *Decreto 3930 de 2010*.

Vila, A., Sedano, M., López, A., & Juan, Á. (s.f.). CORRELACIÓN LINEAL Y
ANÁLISIS DE REGRESIÓN. *Análisis de regresión y correlación lineal*,
2002.

Wikipedia. (2016). *Carmen de Apicalá*.