

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA
CORTOLIMA**

**Consultor:
CONSORCIO HIDROCHIPALO-2021
NIT. 901.435.395-1**



CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020

“ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL SANEAMIENTO HÍDRICO Y RECUPERACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS LA TUSA, LA SAPOSA, LAS ANIMAS, LA BALSA Y LA AMBALA, EN EL MARCO DE ACCIÓN POPULAR INTERPUESTA, CONTRA DEL MUNICIPIO DE IBAGUÉ, LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P., Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA CORTOLIMA.”

DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FASE (C) ALTERNATIVAS



**DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
MUNICIPIO DE IBAGUÉ
JUNIO DE 2022**

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN ACTUAL	FECHA	NATURALEZA DEL CAMBIO
01	09/06/2022	Versión inicial

ELABORÓ: <i>Leonardo Aristizabal Sanchez</i> JORGE LEONARDO ARISTIZABAL Especialista en Gestión ambiental y evaluación de impacto ambiental M.P. 70266255000 TLM <i>Gabriela Villamil Falla</i> GABRIELA VILLAMIL FALLA Geóloga Especialista SIG M.P. D-6525 <i>Angélica Tatiana Yaima</i> ANGÉLICA TATIANA YAIMA CORDOBA Arquitecta <i>Janny Lizeth Vargas Castro</i> JANNY LIZETH VARGAS CASTRO Ingeniera Civil M.P. 70202439288 TLM	REVISÓ: <i>Jorge Alberto Ramos Salazar</i> ING JORGE ALBERTO RAMOS SALAZAR Director de Consultoría M.P. 25202083846 CND	APROBÓ: <i>Juan David del Río Gaitan</i> JUAN DAVID DEL RÍO GAITAN Director Interventoría
---	--	--

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
4. METODOLOGÍA	12
4.1 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE	12
4.1.1 Identificación preliminar de geoformas asociadas al cauce permanente del río Chipalo.....	12
4.1.2 Delimitación preliminar del ancho del cauce permanente del río Chipalo y verificación en campo.....	15
4.1.3 Delimitación del ancho del cauce permanente del río Chipalo	16
4.2 DELIMITACIÓN DEL LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO ...	18
4.2.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA.....	18
□ Caracterización hidrológica	19
□ Parámetros morfométricos	20
□ Suelos y cobertura vegetal.....	21
□ Estimación de caudales	23
□ Cartografía Social.....	27
□ Establecimiento Y Evaluación Del Modelo Hidráulico/Hidrodinámico.....	29
□ Selección Del Software Hidráulico.....	31
□ Modelo Topológico Del Modelo Hidráulico	33
4.2.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA	35
□ Identificación y clasificación de geoformas asociadas a la ronda hídrica del río Chipalo	36
□ Criterios de delimitación para el componente geomorfológico.....	45
4.2.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO DE LA RONDA HÍDRICA.....	47
□ Identificación De Las Zonas De Vida.....	47
□ Bosque seco Tropical (Bs-T)	49
□ Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm)	51
□ Cálculo De Altura Media De Dosel De Una Comunidad Vegetal (H) por zona de vida .	53
□ Caracterización Florística Y Análisis Estructural por zona de vida	54
Caracterización Florística	54
Análisis De Estructura Horizontal	56
□ Cálculo de H para cada una de las zonas de vida delimitadas	75
□ Valor H para la zona de vida Bosque Seco Tropical (BS-T).....	75
□ Valor H para la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (BH-PM)	76
□ Definición de la relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica (N)	77
□ Definición de subunidades geomorfológicas (UG)	78
□ Cálculo de la densidad de drenaje (Dd) por UG	78
5. DELIMITACIÓN TEÓRICA DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO	81
5.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO	81

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ	
---	--	---

5.2	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO	82
5.3	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTEMICO	82
5.4	DELIMITACIÓN TEORICA DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO	84
5.4.1	Límite físico de la ronda hídrica	84
5.4.2	Faja paralela y áreas de protección de la ronda hídrica	85
6.	DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA CONTRASTADA CON LA OCUPACIÓN URBANISTICA DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.....	86
6.1	ESTRATEGIAS A APLICAR	89
6.2	SOPORTE NORMATIVO	94
7.	ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO	96
8.	CONCLUSIONES	99
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Superposición del DEM restitución al DEM de Alos Palsar para diferenciar otras posibles unidades geomorfológicas.	13
Figura 4-2 Delimitación de tres subunidades geomorfológicas (a) concordante con la formación geológica de los conos aluviales cuaternarios, compuesta por relieve plano, levemente inclinado poco disectado por drenaje de tipo paralelo a subparalelo. (b) concordante con la formación geológica del Abanico de Ibagué y depósitos aluviales cuaternarios. Relieve plano, liso, altamente disectado por drenajes de tipo meandrico encajonados en valles profundos. (c) Concordante con la formación geológica del Batolito de Ibagué. Relieve de alta pendiente, rugoso, compuesto por laderas erosivas separadas por cimas agudas, disectado por drenaje de tipo dendrítico con ramificaciones de pequeños drenajes rectos	13
Figura 4-3 Mapa de subunidades geomorfológicas delimitadas de acuerdo a análisis de rugosidades en DEM's disponibles.....	14
Figura 4-4 Definición de la Subunidad geomorfológica 4 (Ar) conformando el mapa de geoformas asociadas al cauce permanente del río Chipalo escala 1:25.00	15
Figura 4-5 Ortofoto de la zona de estudio como insumo para delimitación preliminar del cauce permanente del río Chipalo.	16
Figura 4-6 Mapa de delimitación preliminar del cauce permanente del río Chipalo.	16
Figura 4-7 Secciones con detalles.	17
Figura 4-8 Mapa del cauce permanente con todas las subcuencas.....	17
Figura 4-9 Ubicación de las estaciones hidroclimatológicas estudiadas.....	19
Figura 4-10 Tipos de litologías de suelos de las subcuencas del río Chipalo. ESC 1:100.000. 22	
Figura 4-11 Tipos de cobertura de las subcuencas del Río Chipalo.	23
Figura 4-12 Relación de colectores dentro de las subcuencas	27
Figura 4-13 definición de los siete sectores en los que se distribuyeron los 55 barrios que tienen injerencia dentro de la zona de estudio	28
Figura 4-14 resultados de las cartografías sociales realizadas en los siete sectores definidos por el proyecto.	29
Figura 4-15 Puntos de secciones levantadas.	30

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ	
---	--	---

Figura 4-16 Modelo de Elevación Digital (DEM).	30
Figura 4-17 Sector de Modelación IBER, configuraciones mallas de cálculo.....	32
Figura 4-18 Topología del Sector 1 de acuerdo a las condiciones iniciales y de contorno. 34	
Figura 4-19 Configuración condiciones de contorno Sector 1. Los colores representan los puntos de entrada con los caudales correspondientes y que se indican en la topología mostrada en la Figura 4-16.	34
Figura 4-20 Topología del Sector 2 de acuerdo a las condiciones iniciales y de contorno. 35	
Figura 4-21 Configuración condiciones de contorno Sector 2. Los colores representan los puntos de entrada con los caudales correspondientes y que se indican en la topología mostrada en la Figura 4-18.	35
Figura 4-22 DEM producto del levantamiento de topografía y batimetría utilizado para la delimitación preliminar de geoformas asociadas al río Chipalo (a) tramo K1-K5 (b) tramo K6-k10.....	37
Figura 4-23 Sección del DEM de planimetría donde (1) gracias al detalle obtenido se pueden diferenciar elementos geomorfológicos gracias a cambio en las sombras del modelo (2) delimitación de elementos observados como (a) barras de canal que han formado pequeñas islas en el cauce del río, (b) terrazas aluviales antiguas y sub recientes, (c) Laderas erosivas y (d) escarpes producto de la erosión a la formación del Abanico de Ibagué.....	38
Figura 4-24 Tabla de gamas de color para ambientes morfogenéticos.	45
Figura 4-25 Mapa temático de la geomorfología a detalle de la unidad de trabajo N° 2. 45	
Figura 4-26 Diagrama de zonas de vida según la metodología de Holdridge.....	48
Figura 4-27 Identificación y delimitación de las zonas de vida existentes dentro del área de estudio (Azul – Bosque Húmedo Premontano, Amarillo – Bosque Seco Tropical), de acuerdo a la metodología de Holdridge, delimitación realizada en función de los pisos altitudinales, precipitaciones y curvas de nivel.....	49
Figura 4-28. Vegetación caducifolia típica de bosques secos tropicales.	49
Figura 4-29 ubicación de parcelas y fustales inventariados dentro del área de influencia del proyecto.	54
Figura 4-30 Mapa de definición de valores de “H” para las zonas de vida definidas por el autor.....	77
Figura 4-31 Ráster resultante del cálculo de N para la cuenca alta del río Chipalo.	80
Figura 5-1 delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Chipalo, resultante de la transposición del cauce permanente del río y de la mancha de inundación con periodo de retorno a 100 años resultante de las modelaciones hidráulicas de la cuenca.....	81
Figura 5-2 delimitación del componente geomorfológico de la ronda hídrica del río Chipalo, en función de las geoformas delimitadas en trabajos de campo.	82
Figura 5-3 Ráster resultante del procesamiento SIG, definición del componente ecosistémico.....	83
Figura 5-4 delimitación del área que compone el componente ecosistémico de la ronda hídrica del río Chipalo de acuerdo al trabajo estadístico realizado por parte del autor	84
Figura 5-5 (a) componentes que definen el límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo, (b) área total que define el límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo, la cual abarca 113.58 Ha.....	85
Figura 5-6 definición de elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Chipalo según el artículo 206 del decreto 1450 de 2011.....	86

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	---	---

Figura 6-1 Mapa de ocupación de predios sobre la ronda hídrica del río Chipalo y sus afluentes.....	87
Figura 6-2 Predios destinados para reubicación de viviendas y recuperación del área de ronda hídrica	89
Figura 6-3 Predios destinados para aplicación de políticas de planificación urbana.....	93
Figura 6-4 Zonas destinadas a uso público y recreacional	94
Figura 7-1 Acotamiento de la ronda hídrica del río Chipalo – sector 1	96
Figura 7-2 Acotamiento de la ronda hídrica del río Chipalo – sector 2	97
Figura 7-3 Acotamiento de la ronda hídrica del río Chipalo – sectores 3 y 4.....	98

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 4-1 Abundancia de individuos por especie de fustales en el río Chípalo.	55
Gráfica 4-2 Abundancia de especies por familia de fustales en el río Chípalo.	56
Gráfica 4-3 Abundancia de especies por orden taxonómico de fustales en el río Chípalo.	56
Gráfica 4-4 Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).	58
Gráfica 4-5 Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	60
Gráfica 4-6 Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).....	62
Gráfica 4-7 Histograma de clases de frecuencia de especies en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).....	63
Gráfica 4-8 Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque humedo Premontano (Bh-Pm).	64
Gráfica 4-9 Histograma de clases de frecuencia de especies en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	66
Gráfica 4-10 Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).	67
Gráfica 4-11 Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	69
Gráfica 4-12 Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).	72
Gráfica 4-13 Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Clasificación de la cuenca en función del índice de compacidad.....	20
Tabla 4-2 Relación de estaciones y subcuencas para obtención de intensidad de lluvia..	24
Tabla 4-3 Caudales obtenidos para las Sub cuencas del Río Chipalo	25
Tabla 4-4 Resumen de trabajo de campo geomorfología a detalle.	39
Tabla 4-5 Criterios de delimitación para el componente geomorfológico	46
Tabla 4-6. Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).	57

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	---	---

Tabla 4-7. Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	59
Tabla 4-8. Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).	61
Tabla 4-9. Clases de frecuencia para la construcción de los histogramas.	63
Tabla 4-10. Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	64
Tabla 4-11. Dominancia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).	67
Tabla 4-12. Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	68
Tabla 4-13. Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).	70
Tabla 4-14. Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	72
Tabla 4-15. Valor H determinado para la zona de vida Valor H Bosque seco Tropical (Bs-T).	76
Tabla 4-16. Valor H determinado para la zona de vida Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).	76
Tabla 4-17 Relación de área de cuenca aferente (km ²) y densidad de drenaje (Dd), para obtener valor de N	77
Tabla 4-18 Clasificación de densidad de drenaje según Londoño 2001, para las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio	79
Tabla 4-19 Relación de Unidades Geomorfológicas (UG) y la clasificación de Densidad de Drenaje (Dd) según Londoño para calcular el valor de N.	79
Tabla 6-1 recuperación del área de ronda hídrica sector 1	90
Tabla 6-2 recuperación del área de ronda hídrica sector 2	90
Tabla 6-3 recuperación del área de ronda hídrica sector 3	91
Tabla 6-4 recuperación del área de ronda hídrica sector 4	92
Tabla 6-5 Normativa asociada para el programa de legalización predial de viviendas localizadas en la ronda hídrica del río Chipalo	94

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4-1. Cálculo de la abundancia absoluta por especie.	57
Ecuación 4-2. Cálculo de la abundancia relativa por especie.	57
Ecuación 4-3. Cálculo de la abundancia absoluta por especie.	60
Ecuación 4-4. Cálculo de la abundancia relativa por especie.	61
Ecuación 4-5. Cálculo de la dominancia absoluta por especie.	66
Ecuación 4-6. Cálculo de la dominancia relativa por especie.	67
Ecuación 4-7. Cálculo de la del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) por especie.	70
Ecuación 4-8. Cálculo de la densidad de drenaje por unidad geomorfológica.	78

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

ANEXOS

- [Anexo 0.1](#) Mapa cauce permanente del río Chipalo
- [Anexo 0.2](#) Mapas componente ecosistémico
- [Anexo 0.3](#) Mapas componente geomorfológico
- [Anexo 0.4](#) Mapas componente Hidrológico
- [Anexo 0.5](#) Mapa de límite funcional de la ronda hídrica
- [Anexo 0.6](#) Mapa de elementos constituyentes
- [Anexo 0.7](#) Shapes de ronda hídrica y transectos representativos

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGÜE	
---	---	---

1. INTRODUCCIÓN

La **CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL TOLIMA “CORTOLIMA”**, conociendo las necesidades de la comunidad en materia de saneamiento básico y recuperación de la cuenca hídrica, morfológica y ambiental, ha decidido implementar condiciones aptas que generen una buena calidad de vida a su comunidad aledaña al cauce del río Chipalo, por lo tanto, ha optado por celebrar el **CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 – 2020**, cuyo objeto es la **“ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL SANEAMIENTO HÍDRICO Y RECUPERACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS LA TUSA, LA SAPOSA, LAS ANIMAS, LA Balsa Y LA AMBALA, EN EL MARCO DE ACCIÓN POPULAR INTERPUESTA, CONTRA DEL MUNICIPIO DE IBAGÜE, LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P., Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA CORTOLIMA.”**, el cual fue adjudicado al **CONSORCIO HIDROCHIPALO-2021**, identificado con 0. 901.435.395-1, representado legalmente por el ingeniero Diego Andrés Díaz Díaz. Esta decisión estuvo soportada en las condiciones técnico-económicas presentadas, cuyos lineamientos fueron los idóneamente solicitadas por el ente encargado para encomendar tales fines.

Por su parte el **CONSORCIO HIDROCHIPALO-2021**, responsable de sus compromisos y técnicamente capacitado para adelantar los propósitos trazados, ha desarrollado sus labores tendientes a cumplir satisfactoriamente las políticas pactadas por medio del **CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 – 2020**. En ese mismo orden, se ha desarrollado este documento de definición de la ronda hídrica del río Chipalo.

Para lograr dicha definición se tomó como base metodológica la Guía Técnica Para El Acotamiento De Rondas Hídricas en Colombia, desarrollada por el Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible. Guía enfocada en la definición y manejo ambiental del límite funcional de rondas hídricas de sistemas loticos y lenticos en Colombia; para el presente documento además de llegar la delimitación teórica de la ronda hídrica del río Chipalo se debió realizar la comparación de esta con el avance urbanístico de la ciudad de Ibagué, ya que el río Chipalo debe entenderse como un río urbano en el que sus procesos naturales deben respetarse en función de su contexto antrópico.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

2. ANTECEDENTES

El Río Chipalo se encuentra inmerso en el casco urbano del Municipio de Ibagué con un largo de 12.2 Kilómetros; con el paso del tiempo, el desarrollo urbano en su ribera ha sido desordenado, causando que tramos de la franja de aislamiento se encuentren invadidos por construcciones, afectando el comportamiento natural del río, causando, además cambios en la dinámica fluvial comprometiendo a la comunidad interactuante con su entorno.

Por lo anterior y en atención a la acción popular interpuesta por el señor Lucas Rodríguez Gamboa, con el propósito de brindar condiciones aptas que generen una buena calidad de vida a su comunidad aledaña al cauce del Río Chipalo; la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA CORTOLIMA, el MUNICIPIO DE IBAGUÉ y la EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P., optaron por llevar a cabo el Concurso de Méritos Abiertos No. CORTOLIMA-CMA-03-2020, cuyo objeto es la “ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL SANEAMIENTO HÍDRICO Y RECUPERACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y LAS ZONAS DE INFLUENCIA DE LAS QUEBRADAS LA TUSA, LA SAPOSA, LAS ANIMAS, LA Balsa Y LA AMBALA, EN EL MARCO DE ACCIÓN POPULAR INTERPUESTA, CONTRA DEL MUNICIPIO DE IBAGUÉ, LA EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO IBAL S.A E.S.P., Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA CORTOLIMA.”.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Definir la ronda hídrica del río Chipalo en función de sus componentes: hidrológico, geomorfológico y ecosistémico, y su contraste con el avance urbanístico de la ciudad de Ibagué.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir el cauce permanente del río Chipalo de acuerdo a los trabajos topográficos-batimétricos realizados y al análisis de la geometría hidráulica del río Chipalo.
- Delimitar el componente geomorfológico con base en la definición de las geoformas que hacen parte de los procesos de sedimentación y transporte del río Chipalo.
- Establecer el componente hidrológico de la ronda hídrica del río Chipalo, en función de los cálculos y modelos hidráulicos realizados para la cuenca alta del río Chipalo.
- Definir el área del componente ecosistémico de acuerdo a las zonas de vida presentes en el territorio y análisis estadísticos de diversidad de especies de fustales.
- Evaluar el avance urbanístico alrededor de la ronda hídrica del río Chipalo, con el fin de lograr una definición de la ronda acercada a la realidad del territorio.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

4. METODOLOGÍA

4.1 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE

Según el decreto 2245 de 2017 del Ministerio de Ambiente, el cauce permanente es definido como la faja de terreno que ocupa los niveles máximos ordinarios de un cuerpo de agua sin producir desbordamiento de sus márgenes naturales. De acuerdo a esto, el cauce permanente del río Chipalo se compone por tramos sinuosos y pequeños tramos rectos encajados en taludes escarpados a muy inclinados; de forma preliminar por medio del uso de ortofotos con alta definición se realizó una pre delimitación del río, igualmente con el uso de estas ortofotos en conjunto con Modelos De Elevación Digital (DEM), se permite visualizar la geomorfología asociada al cauce permanente del río, de igual manera para la correcta delimitación del cauce se realizó un trabajo de topografía y batimetría donde se tomaron secciones transversales espaciadas en un intervalo de 30 metros aproximadamente donde se tomaron puntos de la lámina de agua, aguas máximas y fondos del río que permiten delimitar de una forma más aproximada a la realidad el cauce permanente del río.

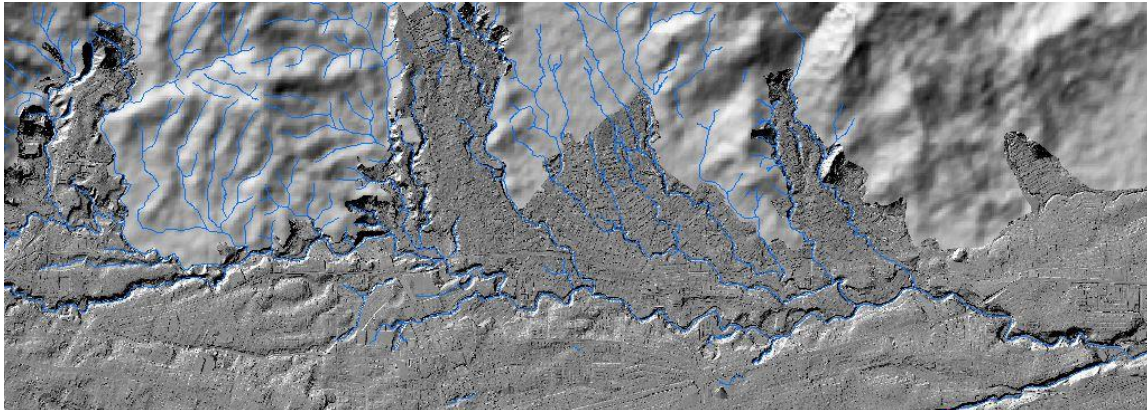
Como primera medida se debe hacer una identificación preliminar de las geoformas asociadas al cauce permanente del río, la escala recomendada para definir estas geoformas es 1:25.000 donde un (1) centímetro en el mapa corresponde a 250 metros en la realidad, de acuerdo a este nivel de detalle en el área de estudio y la homogeneidad geomorfológica ligada directamente con la geología de la zona, se trabaja con las subunidades geomorfológicas definidas en el producto de diagnóstico descrito en el documento de *Geomorfología a Detalle Escala 1:2.000* entregado en la fase de Diagnostico de este proyecto, de igual manera en el presente informe se hará un pequeño resumen que explique la forma en la que se llegó a esta identificación.

4.1.1 Identificación preliminar de geoformas asociadas al cauce permanente del río Chipalo.

Como se mencionó anteriormente, en este numeral se resumirá la forma en la que se obtuvo el mapa escala 1:25.000 de subunidades geomorfológicas asociadas al cauce del río Chipalo, con la finalidad de llegar a una delimitación lo más acertada posible se utilizaron en primera instancia fotografías satelitales como: como la imagen satelital de alta resolución de la ciudad de Ibagué producto de la Restitución LIDAR (Figura 4-5) y la ortofoto tomada por el equipo de topografía de los tramos del río correspondientes a la zona de estudio (Figura 4-4), en estas debido a la alta antropización y zonas con alta vegetación no se pueden identificar rasgos geomorfológicos que permitan diferenciar subunidades.

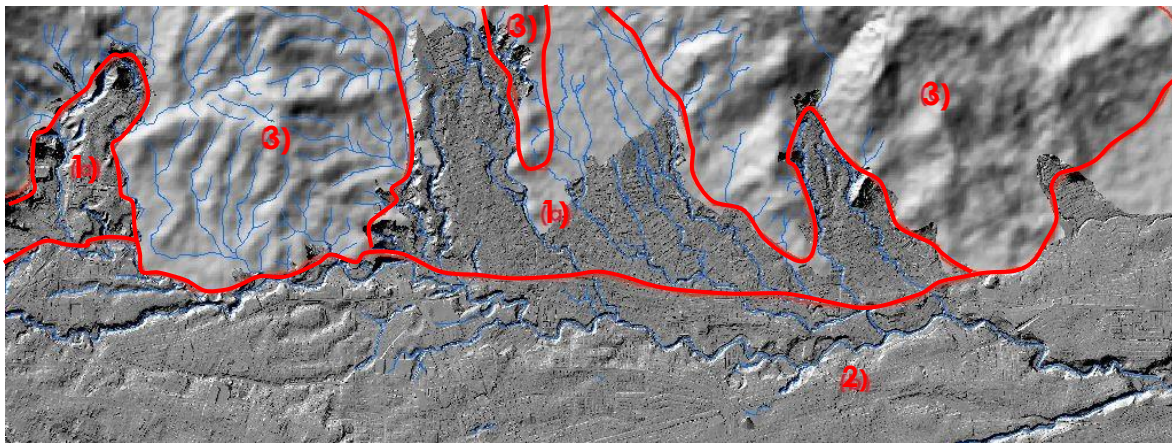
Por lo anterior, la utilización de DEM's es necesaria para lograr la identificación preliminar de las geoformas. El tratamiento de la información espacial en estos brinda una mejor idea del relieve del terreno ya que al realizarse correcciones de alturas por edificaciones y zonas altamente vegetadas, el relieve original no se enmascara y observar las diferencias en pendientes, sombras y rugosidades es más sencillo. Los DEM's utilizados para esta definición fueron: el DEM de 12,5m de precisión del satélite Alos Palsar y el DEM producto de la Restitución LIDAR de alta resolución (Figura 4-1 y 4-2).

Figura 4-1 Superposición del DEM restitución al DEM de Alos Palsar para diferenciar otras posibles unidades geomorfológicas.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Figura 4-2 Delimitación de tres subunidades geomorfológicas (a) concordante con la formación geológica de los conos aluviales cuaternarios, compuesta por relieve plano, levemente inclinado poco disectado por drenaje de tipo paralelo a subparalelo. (b) concordante con la formación geológica del Abanico de Ibagué y depósitos aluviales cuaternarios. Relieve plano, liso, altamente disectado por drenajes de tipo meandrónico encajonados en valles profundos. (c) Concordante con la formación geológica del Batolito de Ibagué. Relieve de alta pendiente, rugoso, compuesto por laderas erosivas separadas por cimas agudas, disectado por drenaje de tipo dendrítico con ramificaciones de pequeños drenajes rectos



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Una vez realizado el proceso de identificación de subunidades de acuerdo a características como la rugosidad, patrón de drenaje, pendientes, entre otras, se llega a la delimitación de las subunidades geomorfológicas escala 1:25.000 (Figura 4-3); el área de estudio está compuesta por tres subunidades perceptibles en esta escala:

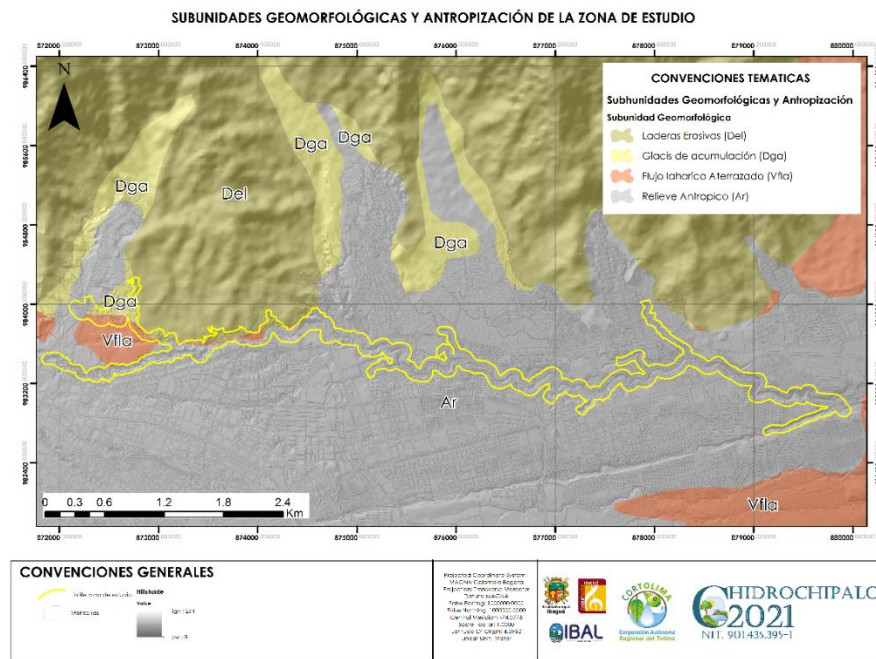
- **Subunidad 1**

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

- **Subunidad 4**

Relieve Antrópico (Ar): Relieve modificado producto del avance urbanístico de la ciudad de Ibagué sobre las geoformas de origen natural de las subunidades 1, 2 y 3.

Figura 4-4 Definición de la Subunidad geomorfológica 4 (Ar) conformando el mapa de geoformas asociadas al cauce permanente del río Chipalo escala 1:25.00



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

4.1.2 Delimitación preliminar del ancho del cauce permanente del río Chipalo y verificación en campo

En cuanto a la delimitación preliminar del ancho del cauce permanente, la herramienta que se utilizó principalmente fueron las ortofotos realizadas por la consultoría (consorcio Hidrochipalo 2021) y la restitución LIDAR ya que, por su alta definición, fue posible realizar esta delimitación preliminar; por medio de ArcGIS se realizó la visualización de las fotografías y de acuerdo a las posibilidades que ofrecen dichas imágenes, se graficó borde derecho y borde izquierdo del río. Sin embargo, en ciertos tramos de las fotografías debido a la iluminación o la cantidad de follaje, no fue posible dibujar ambos bordes. En este caso, solo se dibujó un trazo donde probablemente se ubica el cauce permanente del río Chipalo (Figura 4-5). El resultado de este ejercicio es la delimitación preliminar del cauce permanente del río Chipalo (Figura 4-6) el cual fue verificado en campo por el equipo de topografía y batimetría como se explicará en el siguiente numeral.

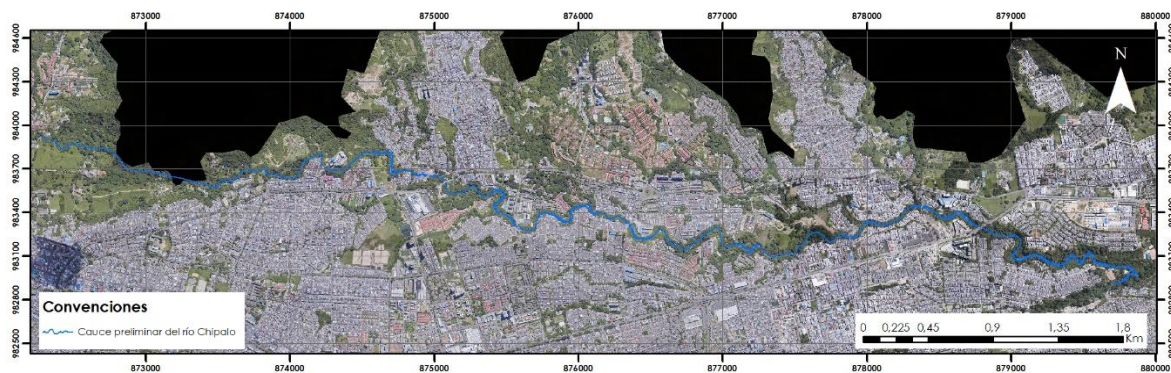
Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingeniería@riochipalo.org

Figura 4-5 Ortofoto de la zona de estudio como insumo para delimitación preliminar del cauce permanente del río Chipalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Figura 4-6 Mapa de delimitación preliminar del cauce permanente del río Chipalo.

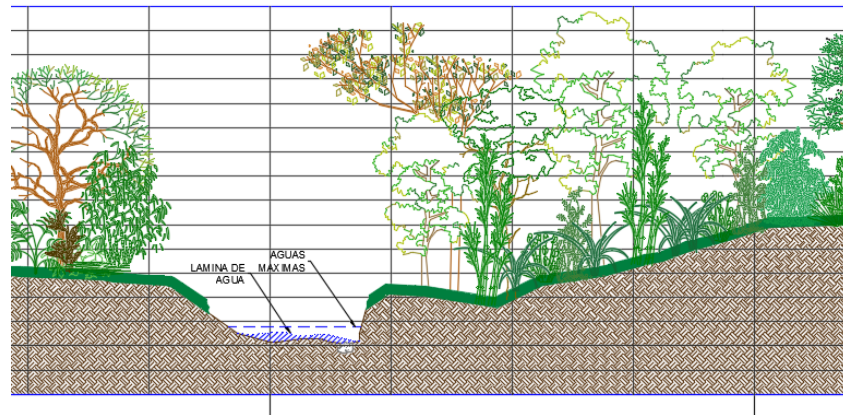


Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

4.1.3 Delimitación del ancho del cauce permanente del río Chipalo

El trabajo de campo de topografía y batimetría, incluyó la toma de puntos concernientes al cauce permanente del río Chipalo. Puntos como fondos, láminas de agua, aguas máximas y terrenos, permitieron la modelación del cauce permanente del río, estos puntos se tomaron en secciones transversales al cauce, espaciadas cada 30 metros aproximadamente (Figura 4-7), para brindar información detallada y lo más cercana a la realidad del río Chipalo, igualmente en esta fase de campo se tuvo en cuenta la presencia de estructuras que pudieran modificar el flujo del cauce permanente, como estrechamiento del cauce por puentes o cambio en el comportamiento del flujo por presencia de canales.

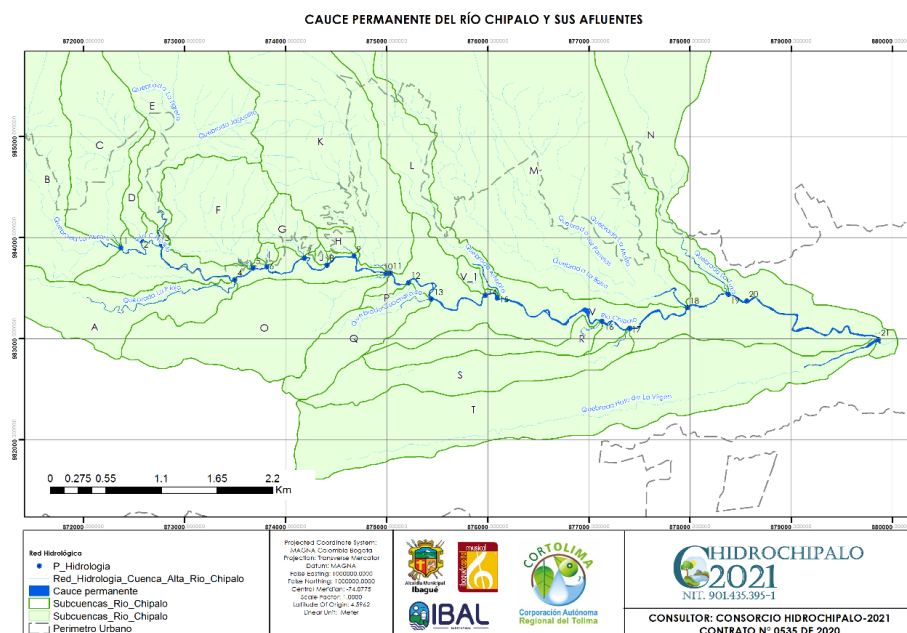
Figura 4-7 Secciones con detalles.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

El posterior procesamiento de estos puntos genera productos como secciones transversales del cauce permanente (Figura 4-7) que permiten observar el ancho y profundidad del cauce permanente además de las barreras naturales o antrópicas que lo limitan en sus bancos y planos en planta por kilómetro donde se puede observar el cauce permanente del río, adicional a esto se generaron mapas escala 1:2.000 del cauce permanente del río Chipalo en la zona de estudio correspondiente a los 18,7 kilómetros del área total.

Figura 4-8 Mapa del cauce permanente con todas las subcuencas.



Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
 Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

4.2 DELIMITACIÓN DEL LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO

Según el decreto 2245 de 2017, los criterios que se deben tener en cuenta para realizar la delimitación física de cualquier ronda hídrica son: criterio geomorfológico, hidrológico y ecosistémico; dichos criterios deben ser definidos de acuerdo a los conocimientos técnicos de cada área a evaluar:

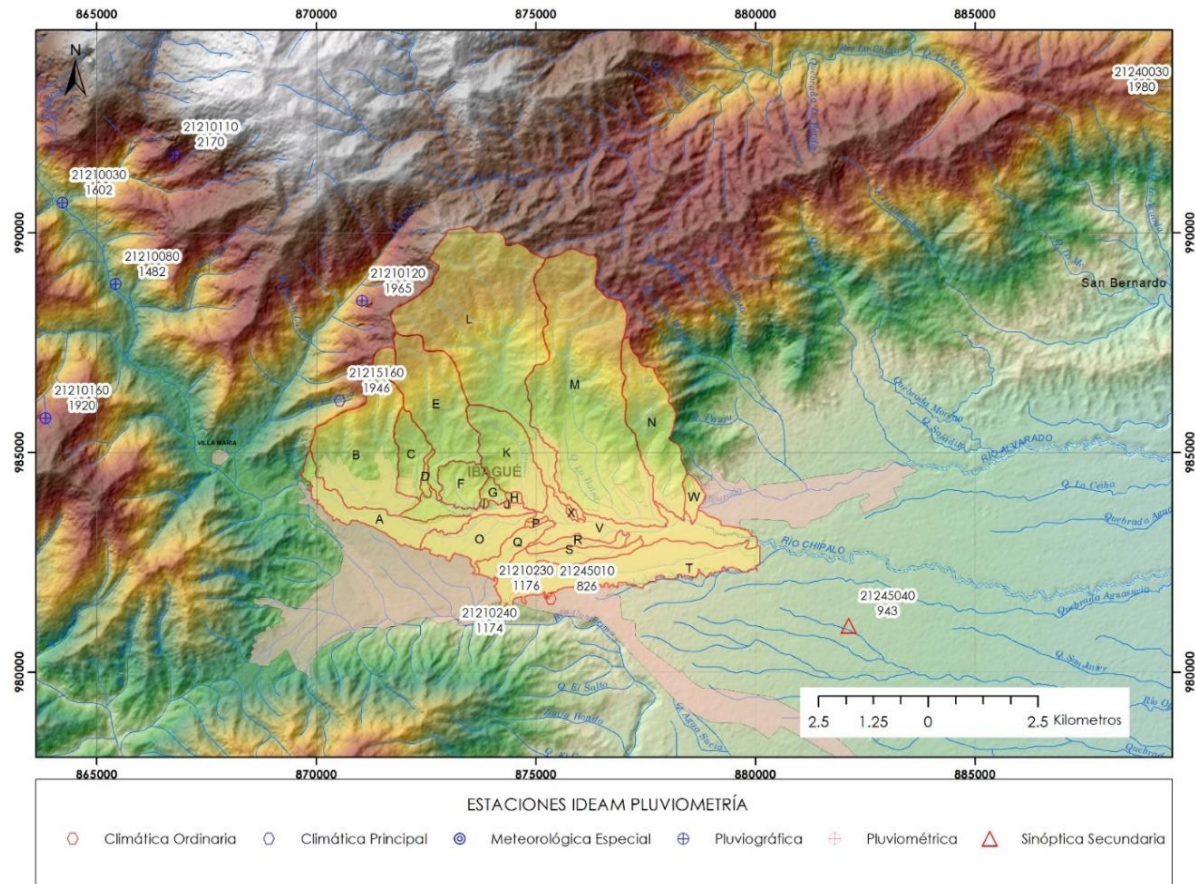
- En el criterio geomorfológico se deben considerar aspectos morfoestructurales, morfodinámicos y morfogenéticos
- El criterio hidrológico debe considerar la zona de terreno ocupada por el cuerpo de agua durante eventos de inundaciones frecuentes de acuerdo a variabilidad intra-anual e inter-anual del régimen hidrológico.
- El criterio ecosistémico debe considerar la altura relativa de la vegetación riparia y la conectividad del corredor biológico, lo cual determina la eficacia de su estructura para el tránsito y dispersión de las especies a lo largo del mismo.

Con base en lo anterior y en la implementación de la Resolución N° 0957 del 31 de mayo de 2018 por la cual se adopta la Guía Técnica de Criterios Para el Acortamiento de Rondas Hídricas en Colombia. A continuación, se describirá la metodología utilizada ajustada a la zona de estudio, con la cual se obtuvo cada uno de los componentes que conforman el límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo.

4.2.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA

El componente hidrológico se demarca por las zonas ocupadas por la corriente en los periodos de máxima inundación de acuerdo con la variabilidad intra-anual e inter-anual. Dicho esto, la consultoría en primera instancia realizó la caracterización hidroclimatológica recopilando la información disponible a escala diaria y mensual de caudal líquido y precipitación, utilizando la plataforma de Datos Hidrológicos y Meteorológicos (DHIME) del IDEAM. Con esta información se realizó un análisis temporal de cada una de las series con respecto a cada variable, permitiendo seleccionar un periodo de estudio mayor a 25 años con diversos eventos extremos representados en la ocurrencia del ENSO, estimando al menos 2 periodos Niño (época seca) y dos periodos Niña (época lluviosa), como se describe en el informe de *Hidrología de la cuenca alta del río Chipalo* entregado en la fase B - Diagnostico.

Figura 4-9 Ubicación de las estaciones hidroclimatológicas estudiadas.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Es necesario mencionar que de las diez (10) estaciones que poseen información pluviométrica tres poseen una línea de tiempo inferior a 30 años. Como es el caso de la estación Cruz Roja (1998-2019) e Interlaken (1995-2020), las cuales poseen una extensión de datos entre 21 y 25 años respectivamente. Sin embargo, para el presente análisis hidrológico se mantienen los datos de dichas estaciones dada la representatividad que tienen sobre la parte baja de la cuenca del río chipalo.

➤ **Caracterización hidrológica**

Para realizar dicha caracterización, se parte del concepto que el área de la cuenca hidrográfica es considerada como uno de los parámetros más importantes de todos los procesos hidrológicos que se desarrollan en la cuenca, ya que representa el volumen de control de esta.

De esta manera, se resalta que el proceso de transformación de lluvia en escorrentía a escala de evento (hidrógrafas unitarias), necesita de varios insumos de orden morfométrico como lo son:

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

- Área de la cuenca
- Perímetro de la cuenca
- Longitud del cauce principal
- Distancia de la salida de la cuenca al centro de gravedad
- Diferencia de elevaciones máxima de la cuenca
- Pendiente del cauce principal
- Pendiente promedio de la cuenca
- Entre otros.

Por otra parte, la caracterización de otros parámetros morfométricos tales como el factor de forma, la relación de bifurcación, la relación de longitudes, entre otros permiten inferir sobre el comportamiento hidrológico que pueda tener la cuenca ante la ocurrencia de eventos extremos.

Para el presente estudio se implementó un DEM generado por el satélite ALOS ("The Advanced Land Observing Satellite") que tiene una cobertura espacial global, con una resolución de pixel de 12,5 m, junto con las curvas de nivel disponibles del IGAC a escala 1:25.000 y la información topográfica del proyecto que se presenta en el informe de *Topografía y Batimetría* Entregado en la fase B - Diagnóstico. Con esta información se logró caracterizar 22 subcuencas entre las que se encuentran las corrientes de; La Tusa, La Saposá, La Ambala, Antonio Nariño, La Tigrera, Irazú, Hato de la Virgen, La Aurora, La Virgen, entre otras. Subcuencas que están inmersas sobre un contexto rural – urbano y por ende su dinámica hídrica está en función de estas particularidades del paisaje.

➤ **Parámetros morfométricos**

Las características morfométricas corresponden a la aplicación de varios procedimientos que, a través de las variables de la morfología y geomorfología, caracterizan los rasgos propios de las cuencas hidrográficas en valores numéricos. Estos parámetros están relacionados con el régimen hidrológico de una cuenca o microcuenca en estudio, ya que es una función de numerosos factores entre los que predominan el clima, la forma del terreno y los de tipo endógenos. Entre estos parámetros se tienen los siguientes:

- Forma de la cuenca: la forma de una cuenca natural está relacionada con el tiempo de concentración de la corriente y se caracteriza por los coeficientes de forma y compacidad, definidos como ancho medio de la cuenca, coeficiente de forma y coeficiente de compacidad. En la Tabla 4-3, se presenta la clasificación de la cuenca en función del índice de compacidad según la FAO.

Tabla 4-1 Clasificación de la cuenca en función del índice de compacidad

TIPO	RANGO	DESCRIPCIÓN
Kc	1.00-1.25	Redonda a oval redonda

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	 IBALE ALCABALA MUNICIPAL IBAGUÉ CORTOLIMA Corporación Autónoma Regional del Tolima
--	--	--

TIPO	RANGO	DESCRIPCIÓN
Kc	1.26-1.50	Oval redonda a oval oblonga
Kc	1.51-1.75	Oval oblonga a rectangular oblonga
Kc	>1.75	Rectangular oblonga

Fuente: FAO, 1996

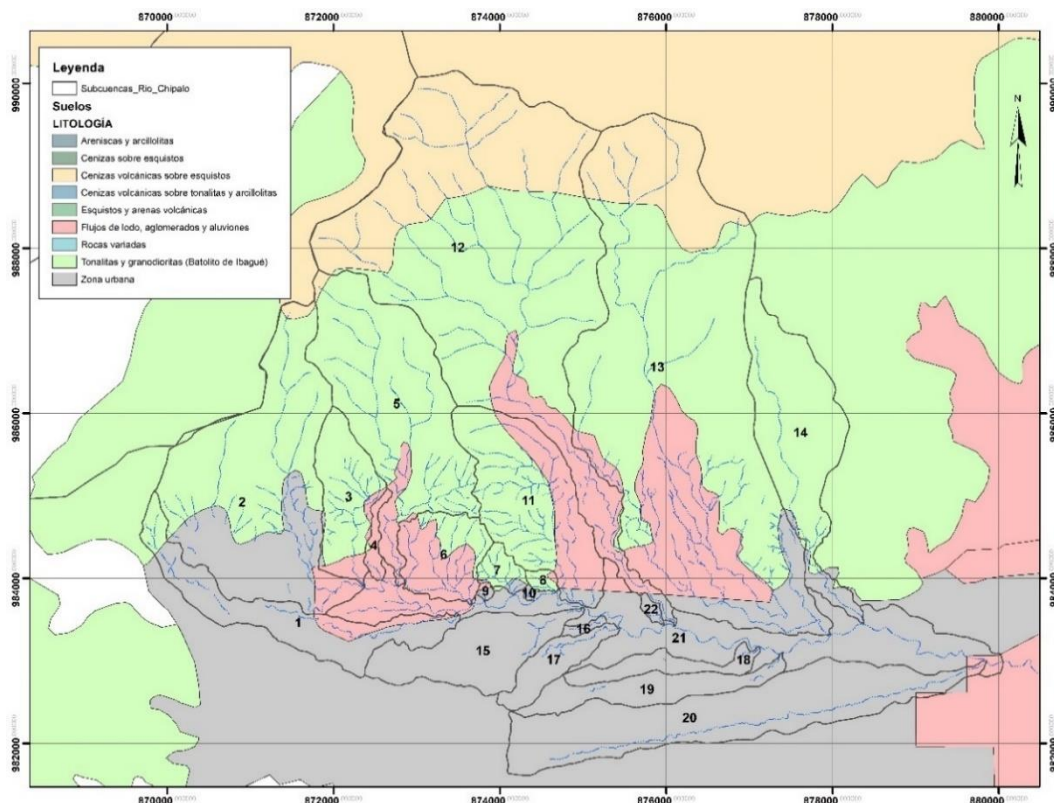
- Sistema de drenaje: se caracteriza a partir de la variable densidad de drenaje, definida como la relación entre la longitud total de cada uno de los cauces de la cuenca y el área total de la cuenca.
- Tiempo de concentración: está definido como el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el sitio más apartado de la cuenca hasta la salida de esta, para este caso se han efectuado algunas metodologías como las de Kirpich, Temez, V.T. Chow en el que se presentan los tiempos de concentración para todas las subcuencas.

De acuerdo a la descripción dada, se obtuvieron 19 parámetros morfométricos para las 23 subcuencas que conforman el río Chipalo dentro del área de estudio, donde predomina un índice de compacidad entre Oval oblonga a rectangular oblonga, con pendiente promedio entre 5% y 10% para las subcuencas lo que indica que se tienen cuencas de media montaña, dichos resultados se pueden observar a detalle en el producto de la fase B – Diagnostico.

➤ **Suelos y cobertura vegetal**

Para la determinación de la permeabilidad de los suelos se utilizó la información del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras en el Departamento del Tolima Figura 4-10.

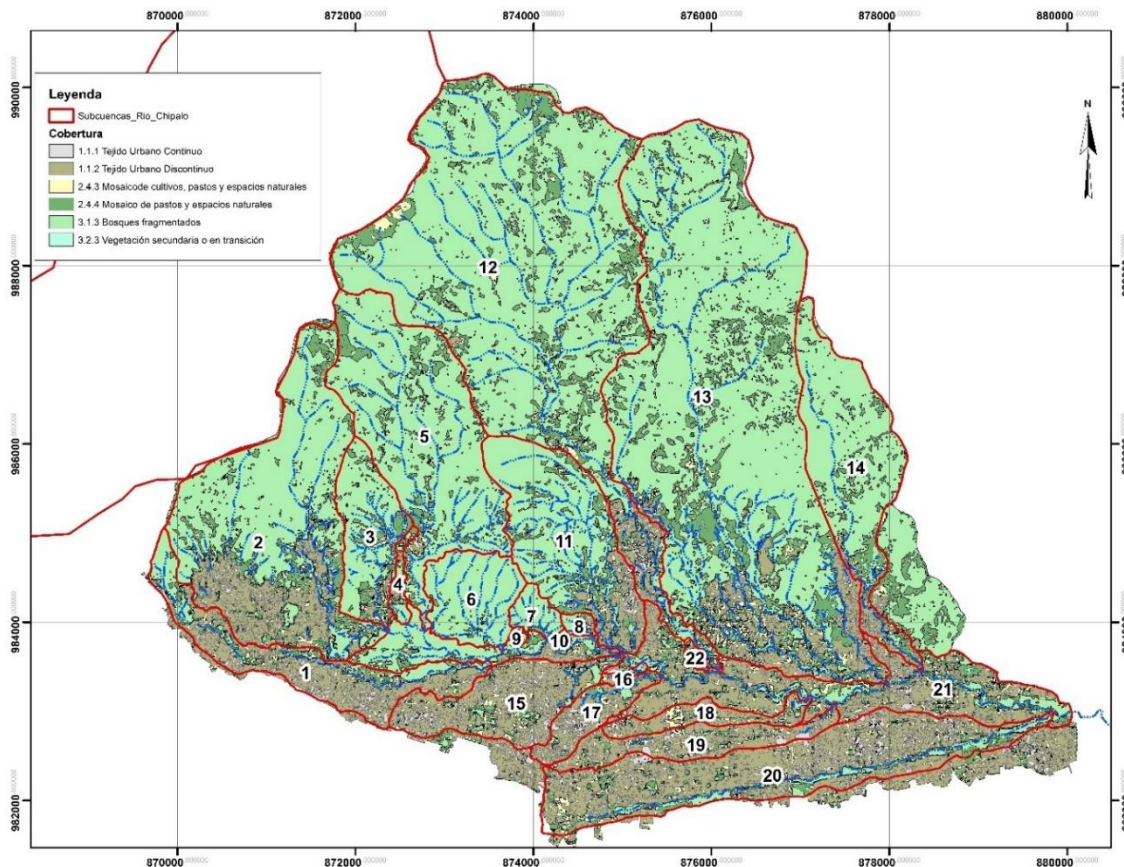
Figura 4-10 Tipos de litologías de suelos de las subcuencas del río Chipalo. ESC 1:100.000



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

Así mismo, es determinante identificar la cobertura vegetal de la Subcuenca por el proceso de transformación lluvia-escorrentía; para esto se utilizó la información de la base de datos (Corineland Cover Colombia – CLC) generado por el IDEAM, sumado a la imagen satelital de resolución media (LANDSAT) ESC 1:25.000 y el proceso de dos imágenes de Sentinel con códigos S2A_MSIL1C_20200607T152651_N0209_R025_T18NVK_20200607T184713 y S2A_MSIL1C_20200717T152641_N0209_R025_T18NVK_20200717T185214, a las cuales se les realizó un proceso para la obtención del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y así disponer de las coberturas vegetales dentro de las subcuencas más actualizadas al año 2020. En la Figura 4-11 se muestra la caracterización de las coberturas en las subcuencas del proyecto, donde se tienen seis (6) tipos de coberturas diferentes.

Figura 4-11 Tipos de cobertura de las subcuencas del Río Chipalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

➤ **Estimación de caudales**

Se estimaron los caudales máximos para cada una de las subcuencas del río en los periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años, utilizando tres modelos lluvia-escurrentía:

- Hidrógrafa unitaria sintética de Snyder.
- Hidrógrafa unitaria del NRCS.
- Hidrógrafa unitaria de Williams y Hann.

El proceso de implementación de estas metodologías se resume de la siguiente manera:

1. Estimación de la lluvia de diseño.

- Determinación de la duración de lluvia (tiempo de concentración).
- Estimación de la magnitud de la lluvia (intensidad).
- Distribución temporal de la lluvia.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 CHIROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

- Cálculo de pérdidas hidrológicas.
 - Construcción del hietograma efectivo.
2. Construcción del hidrograma de respuesta de la cuenca.
- Convolución de las hidrógrafas unitarias ante la ocurrencia de la lluvia de diseño.
 - Estimación del caudal pico.
3. Obtención de caudales por coeficientes regionales
- Aplicación de coeficientes de la metodología de L-Moments, para el departamento del Tolima, en función del área de la cuenca.
 - Transposición de caudales de estación hidrométrica

La respuesta de cada Subcuenca depende de las características de la tormenta, el análisis de precipitación se basa en la estimación de las curvas IDF.

Para determinar la duración de la lluvia a partir de los parámetros morfométricos se utilizaron las fórmulas empíricas de autores como Barnsby Williams, California Culverts Practice, Giandotti, Johnstone & Cross, Kirpich, Passini, Pérez, Pilgrim & McDermott, Ven Te Chow, entre otros. Los tiempos de concentración fueron obtenidos por diferentes metodologías.

Las curvas IDF construídas por el IDEAM presentadas en el informe *Hidrología y geomorfología del río Chipalo*, permitieron definir la magnitud de la lluvia para cada Subcuenca, en la siguiente tabla 4-2, se presenta la relación de estaciones usadas para cada Subcuenca.

Tabla 4-2 Relación de estaciones y subcuencas para obtención de intensidad de lluvia

SUBCUENCA	ESTACIÓN	
	IDF SINTÉTICA	IDF IDEAM
Irazu - 1	Interlaken	El Darién
La Aurora - 2		La Esmeralda
Cristales - 3	Interlaken Cruz Roja	La Esmeralda
T4		
La Tigrera - 5	Interlaken Perales Hato Opia	
Antonio Nariño - 6		
T - 7		
T - 8		
T - 9		
T - 10		
T - 11	Interlaken APTO Perales	
La Ambala - 12		El Darién La Esmeralda
La Saposá - 13		El Darién La Esmeralda

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

SUBCUENCA	ESTACIÓN	
	IDF SINTÉTICA	IDF IDEAM
La Tusa - 14	Cruz Roja APTO Perales	La Esmeralda
T - 15	Interlaken Perales Hato Opia	
T - 16	Cruz Roja APTO Perales	
T - 17	Interlaken Perales Hato Opia	
T - 18	Cruz Roja APTO Perales	
T - 19		
Hato de la Virgen - 20		
T - 21		
T - 22		
T - 23		

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Con base en la información determinada en este capítulo, se estimaron los hietogramas de precipitación total y efectiva utilizados para la estimación de los caudales máximos del proyecto, además de las hidrógrafas de respuesta de las subcuencas ante la ocurrencia de las tormentas de diseño. Dichas hidrógrafas, fueron estimadas utilizando los hietogramas de precipitación y las hidrógrafas unitarias de Snyder, NRCS y Williams y Hann.

Como método adicional a los hidrogramas unitarios y al método racional para las cuencas menores de 2.5 km², se dio uso a los coeficientes regionales y a la transposición de caudales de una estación hidrométrica cercana al área de estudio, como se describe en el capítulo 1.5 del informe Diagnóstico Ronda hídrica, *Tomo1: Hidrología y Geomorfología*.

Una vez obtenidos los caudales de las diferentes subcuencas, se realizó un promedio entre los valores obtenidos exceptuando las subcuencas T4, T7a la T10 y T12. En la Tabla 4-3 se presentan los caudales obtenidos para las subcuencas del río Chipalo.

Tabla 4-3 Caudales obtenidos para las Sub cuencas del Río Chipalo

Subcuenca	Caudal (m ³ /s) - Periodos de Retorno						ID
	2	5	10	25	50	100	
Irazu - 1	0.70	1.90	3.20	5.20	7.00	9.00	HU
La Aurora - 2	11.80	21.70	29.80	41.60	51.70	62.50	HU
Cristales - 3	3.04	4.48	5.64	7.09	8.34	9.90	R- HU
T4	0.52	0.82	1.05	1.40	1.73	2.06	R- HU
La Tigresa - 5	6.89	13.38	19.00	27.53	34.98	43.16	HU
Antonio Nariño - 6	2.37	3.51	4.40	5.75	6.86	8.09	R- HU
T - 7	0.83	1.23	1.55	2.05	2.48	2.96	R- HU

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

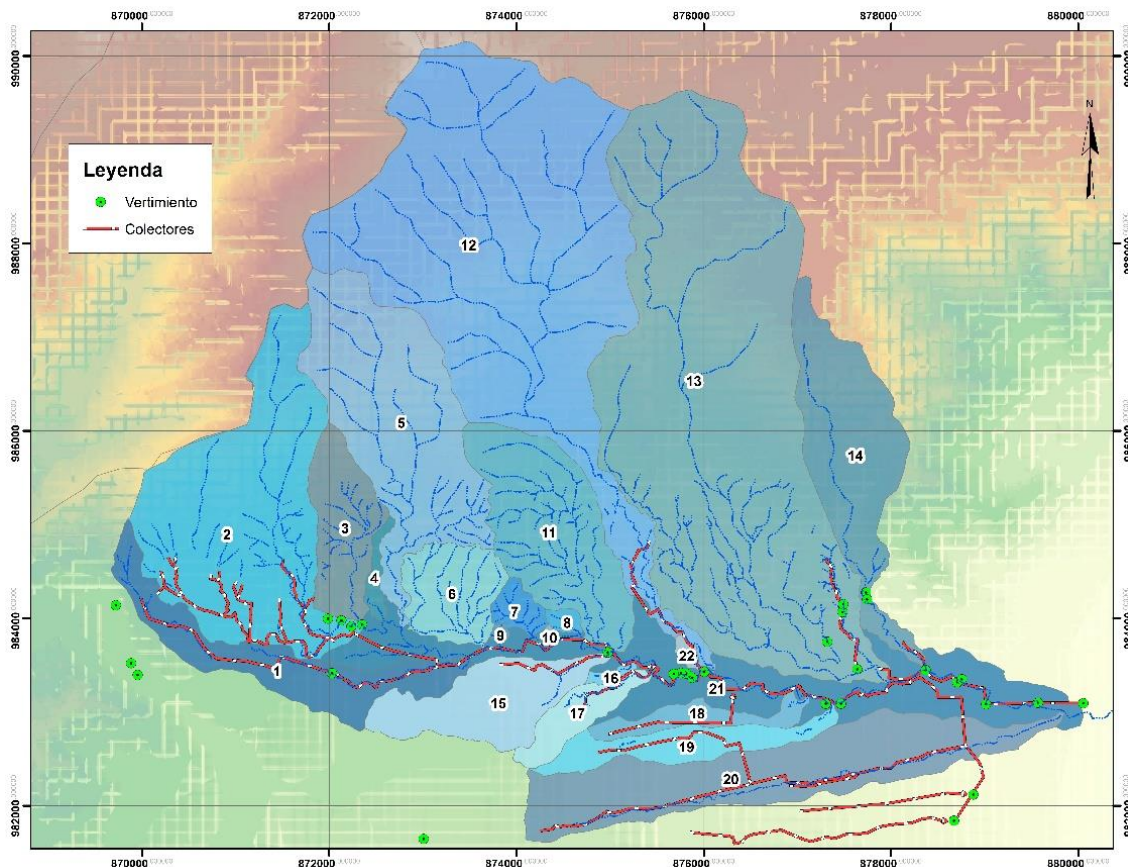
Subcuenca	Caudal (m ³ /s) - Periodos de Retorno						ID
	2	5	10	25	50	100	
T - 8	0.37	0.54	0.69	0.92	1.12	1.34	R- HU
T - 9	0.14	0.21	0.28	0.38	0.46	0.53	R- HU
T - 10	0.07	0.10	0.12	0.15	0.19	0.22	R- HU
T - 11	6.78	9.95	12.45	16.07	19.07	22.29	R- HU
La Ambala - 12	13.38	22.68	30.87	42.55	52.50	63.06	HU - Transposición
La Saposá - 13	4.95	6.18	9.85	15.83	21.35	27.62	HU - Transposición
La Tusa - 14	9.27	11.70	13.49	15.92	17.88	19.92	Racional
T - 15	0.60	1.80	3.10	5.10	6.90	9.00	HU
T - 16	0.22	0.37	0.45	0.55	0.69	0.78	R- HU
T - 17	0.10	0.50	0.90	1.60	2.20	3.00	HU
T - 18	0.03	0.20	0.50	1.00	1.40	1.90	HU
T - 19	0.10	0.60	1.30	2.60	3.90	5.50	HU
Hato de la Virgen - 20	6.50	11.00	14.60	19.70	24.00	28.60	HU
T - 21	5.50	9.40	12.50	17.00	20.80	24.80	HU
T - 22	0.13	0.20	0.26	0.34	0.41	0.49	R- HU
T - 23	0.87	1.31	1.69	2.25	2.74	3.28	R- HU
ID: Valor promedio entre métodos hidrológicos (R = Racional; HU = Hidrograma unitarios, Transposición = Caudales traspuestos con cuenca pivote)							

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

Una vez determinada la posible magnitud de los caudales de las subcuencas, se realiza una comparación con los caudales que son trasvasados por los colectores existentes que se encuentran en algunas subcuencas, toda vez que existen estructuras de control que transportan caudal de escorrentía y residual de las partes altas de las subcuencas a las partes baja del Río Chípalo, junto con algunos vertimientos identificados por el IBAL.

Es decir, para las modelaciones hidráulicas se construyó un modelo topológico de entradas y salidas de la escorrentía donde los caudales relacionados en la Tabla 4-3 del presente informe podrán verse modificados en su magnitud una vez se realice la homologación de los caudales de vertimientos y los trasvases que existen en la cuenca. En la Figura 4-12 se pueden apreciar los colectores identificados al periodo (2020), los cuales comparten el drenaje principal de algunas subcuencas y realizan el trasvase de caudal de escorrentía.

Figura 4-12 Relación de colectores dentro de las subcuencas

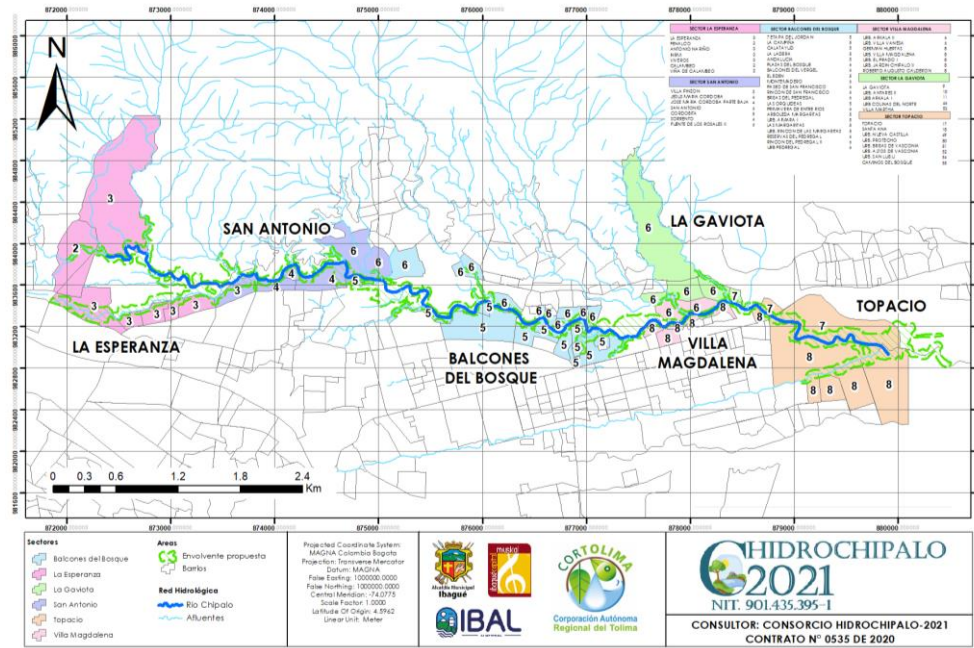


Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

➤ Cartografía Social

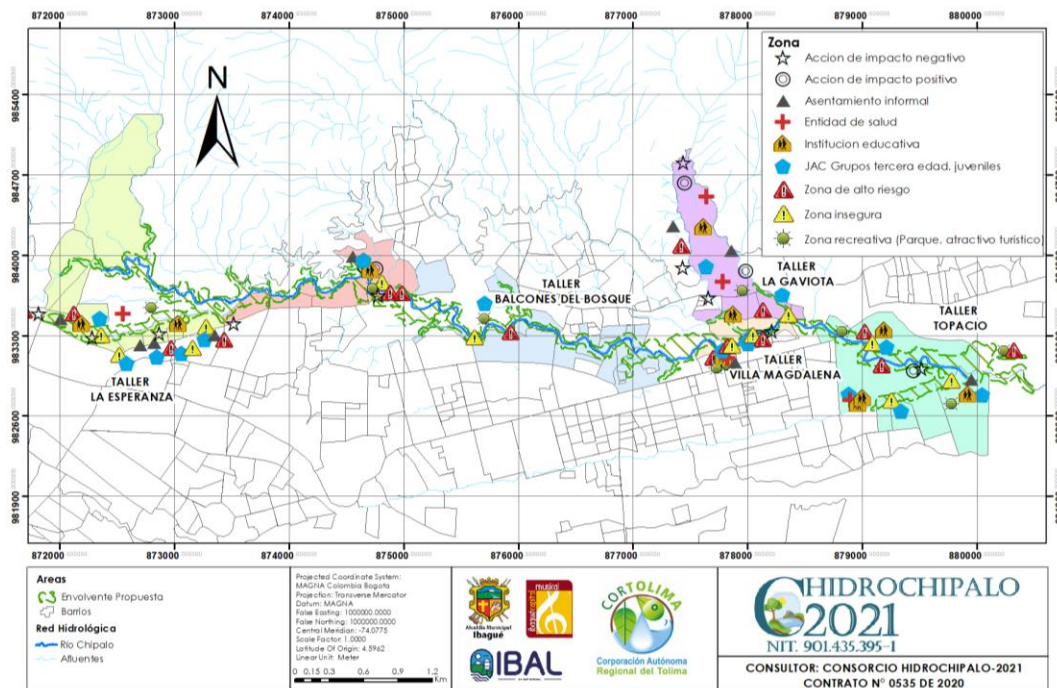
En la fase B – Diagnostico ya surtida se realizaron siete (7) talleres de cartografía social para cada sector definido (Figura 4-13) donde se identificaron problemáticas sociales en torno al río Chipalo en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a la inclusión de mapas en la ubicación y precepción del territorio por parte de las comunidades que se ven afectadas positiva o negativamente por el río Chipalo. (Figura 4-14)

Figura 4-13 definición de los siete sectores en los que se distribuyeron los 55 barrios que tienen injerencia dentro de la zona de estudio



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Figura 4-14 resultados de las cartografías sociales realizadas en los siete sectores definidos por el proyecto.



➤ **Establecimiento Y Evaluación Del Modelo Hidráulico/Hidrodinámico**

Considerando que el levantamiento topográfico y batimétrico de la zona de estudio es insumo para la delimitación de los componentes, además de la identificación de todos los elementos y características físicas del terreno, a continuación, se realiza una descripción de las actividades realizadas en la topografía y batimetría desarrollada en el proyecto.

Las actividades de topográficas se realizaron el cauce principal correspondiente al río Chipalo y los 23 cuerpos hídricos que tributan en él, iniciando en las coordenadas N 4°27'1.49" y W 75°14'50.09", utilizando equipos acordes con el proceso (Estaciones totales electrónicas debidamente calibradas) con su respectivo equipo menor.

Para el procesamiento de la información levantada en campo, se realizó ajuste por el método de mínimos cuadrados con el software TBC 5.1, que permite el cálculo de ajustes libres (sin puntos libres) y controlados (ligados a puntos de control vertical y horizontal).

Con el procesamiento de puntos, se complementó el Modelo de Elevación Digital (DEM) que, con ayuda de herramientas digitales, fue posible realizar interpolación entre puntos y modelar los quiebres del terreno, generando un producto muy detallado y muy cercano a la realidad de la zona de estudio. Este insumo, es importante para los estudios posteriores en las áreas de geología, hidrología e hidráulica.

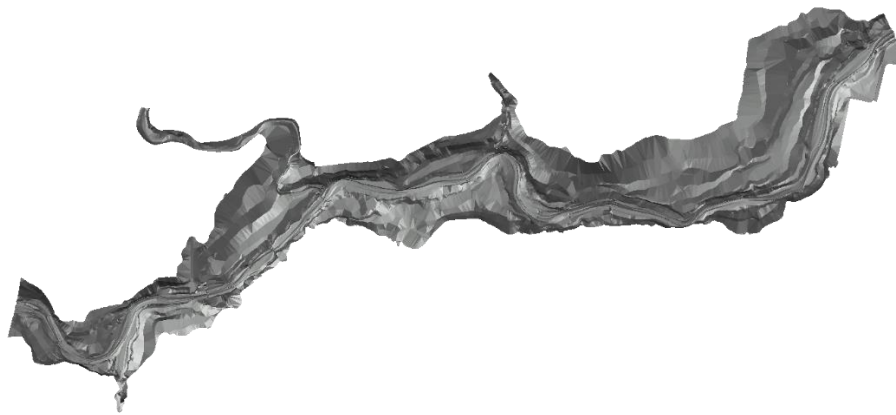
	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Figura 4-15 Puntos de secciones levantadas.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Figura 4-16 Modelo de Elevación Digital (DEM).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

A partir del modelo de elevación, se generaron secciones transversales, que dependiendo de las condiciones del terreno y de acuerdo a los lineamientos dados por la entidad contratante, se generaron secciones aproximadamente cada 30 m.

De acuerdo a lo observado en el Modelo de Elevación Digital DEM (Figura 4-14), se puede apreciar el cambio en el relieve comparando los primeros kilómetros, donde el río segmenta las unidades rocosas formando escarpes cortos que permiten generar un buffer de 50 m a lado y lado del eje del río; en comparación con la parte inferior de la cuenca donde este socava a mayor profundidad, originando taludes estables (accidente geográfico) lo que dificulta el trabajo de topografía en la zona haciendo que se ajuste el ancho del buffer a lo largo del cauce, de acuerdo a las condiciones del terreno.

Adicionalmente, se construyeron planos en planta y perfiles, detallando diferentes estructuras como muros, puentes, tuberías, entre otros elementos que se encuentran dentro de la zona de estudio y de las subcuencas del río Chipalo.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Se determinaron algunos puntos críticos en la zona de estudio del río Chipalo, por diversos factores como la cantidad de vertimientos directos a la fuente hídrica, estructuras (pozos, colectores y aliviaderos) que se encuentran en mal estado o con bajo rendimiento, la presencia de construcciones y viviendas que se adentran en el cauce del río, entre otros aspectos que hacen de estas zonas lugares que requieren atención prioritaria y por ende un alto nivel de detalle.

Empleando la información batimétrica y la topografía detallada, se configuró un modelo hidráulico/hidrodinámico, que permitió representar el movimiento del flujo de inundación para los eventos con los periodos de retorno de interés (15 o 100 años) de acuerdo a los criterios establecidos por la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Con el ánimo de identificar los niveles de inundación, asociados a un periodo de retorno de caudal de 2.33 y 100 años, identificación del comportamiento de la existencia de estructuras que generan obstrucción al cauce y determinar la ronda hídrica del Río Chipalo desde el área hidráulica.

Esta cuenca tiene una particularidad dado que su geomorfología y paisaje se mezcla en dos unidades una de carácter rural y otra urbana. Esta condición dentro del área de influencia crea una dinámica particular para la cuenca del Río Chipalo; debido a que en la parte alta de la cuenca y media de esta se tienen vocaciones de tipo Forestal de protección y producción, en la parte media se tiene una vocación de tipo Agroforestal, con un uso principal de Agrosilvícola con cultivos permanentes y la parte baja ya se ubican los usos netamente urbanos. Estas condiciones crean un ambiente para que la escorrentía natural de las partes altas de la cuenca, se mezclen con las aguas de carácter pluvial y posibles vertimientos en la zona baja de la cuenca, lo que ocasiona que la calidad del agua del Río Chipalo y los caudales punta se vean afectados por la modificación del paisaje de la cuenca por factores antrópicos.

➤ **Selección Del Software Hidráulico**

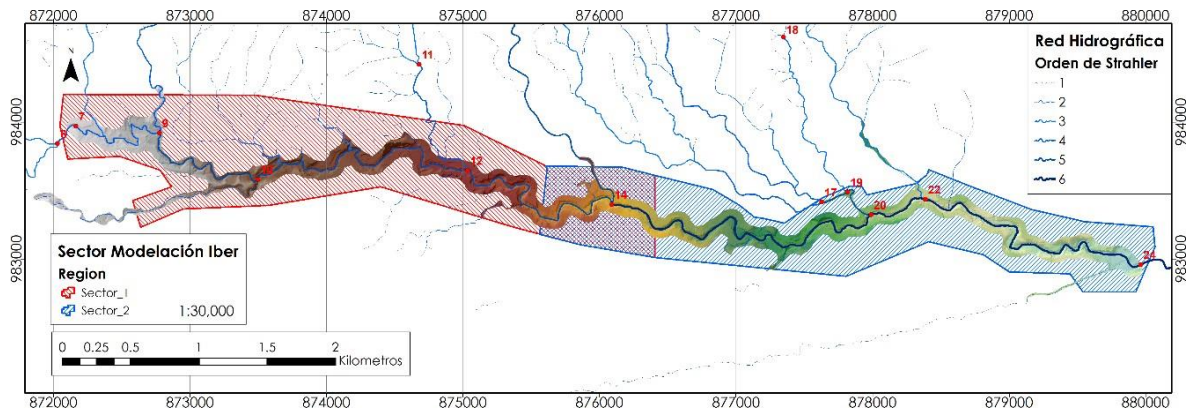
Para el presente estudio se seleccionó como software de análisis y en función de las características del cauce principal del Río Chipalo, la herramienta computacional de acceso libre (no licenciado) IBER. Dicha herramienta es un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente y de procesos medioambientales de hidráulica fluvial, el cual se acopla a las principales características del Río Chipalo. En donde se resaltan los flujos de tipo supercrítico, cambios constantes de pendiente, irregularidad de la superficie, existencia de estructuras de control sobre la superficie, entrada de flujos por vertimientos y/o confluencia de cauces y entre otras particularidades.

Este software consta de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico. Uno de turbulencia y uno de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla o estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. La discretización espacial o malla de cálculo, se realizó con base en el levantamiento topográfico y batimétrico del cauce del río Chipalo. Se realizó un DEM con resolución 0.50 m para posteriormente generar un modelo de elevación en

IBER. Posteriormente, se realizó una revisión de las secciones transversales con el fin de corregir errores de ubicación de las bancas y del fondo del cauce.

Las mallas de cálculo para la elaboración en IBER, fueron definidas de acuerdo con la configuración hidrológica obtenida en el informe *Hidrología y Geomorfología*, se divide la totalidad de la batimetría realizada en dos sectores: Sector 1, corresponde al sector del río Chipalo en orden hídrico 5, para el sector de modelación inicia en el punto 6, hasta el punto de confluencia de la quebrada La Ambala en el punto 14, el cual se extiende 500 m por el cauce aguas abajo; el Sector 2, se inicia 500 m aguas arriba del punto 14 hasta el punto 24 correspondiente a la confluencia con el canal Hato de la Virgen, este sector del río Chipalo se encuentra en el orden hídrico 6 a partir del punto 14 hasta su confluencia con el río Totare. Con el objeto de traslapar ambos sectores, en la figura 4-16 se resalta en doble achurado.

Figura 4-17 Sector de Modelación IBER, configuraciones mallas de cálculo



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

La discretización espacial malla de cálculo para cada sector definido, se encuentra en detalle en el documento *Análisis Hidráulico de la Ronda Hídrica del Río Chipalo* de la Fase B – Diagnóstico.

En las salidas de campo realizado por el equipo de trabajo se evaluó el material característico del lecho principal del río Chipalo el cual está configurado con material heterogéneo de arenas y grava mediana en la longitud de estudio tramo que inicia en la Qda. La Aurora hasta el afluente el afluente con la Qda. El Hato de la Virgen con la presencia de grandes rocas dentro de la sección hidráulica que configura múltiples canales los cuales se conforman por estos materiales. Se presenta el material característico del lecho del río Chipalo, en esta etapa se consideró un coeficiente de rugosidad promedio debido al tamaño del sedimento n_0 de 0.028 en el lecho y de 0.05 en los bancos.

Fotografía 4-1 Evaluación de la rugosidad en campo en la longitud de estudio. Inicia en el afluente con la Q. La Aurora hasta el afluente con la Q. El Hato de la Virgen.



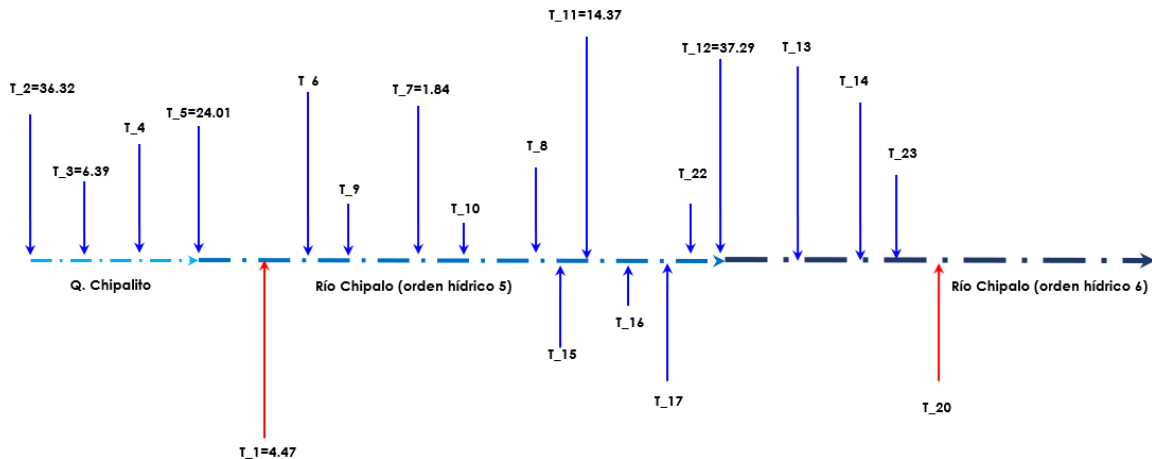
Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

- **Modelo Topológico Del Modelo Hidráulico**

La topología de entrada de flujo de afluentes hidrológicos del río Chipalo, se ilustra para un tiempo de retorno de 15 años, solo ingresan los caudales indicados en la topología del sector 1 (Figura 4-16) y Sector 2 (Figura 4-18). Las entradas en rojo, indican las afluentes con mayor intervención por infraestructura sanitaria y vertimientos directos al río Chipalo.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

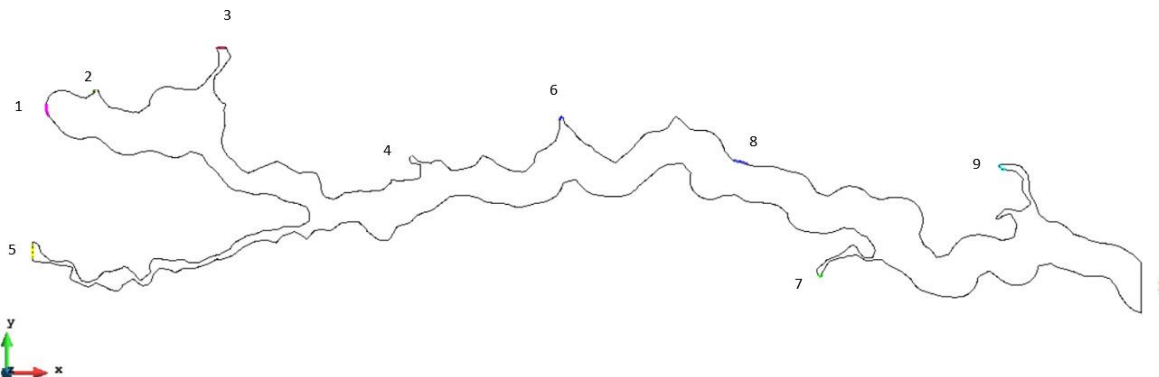
Figura 4-18 Topología del Sector 1 de acuerdo a las condiciones iniciales y de contorno.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

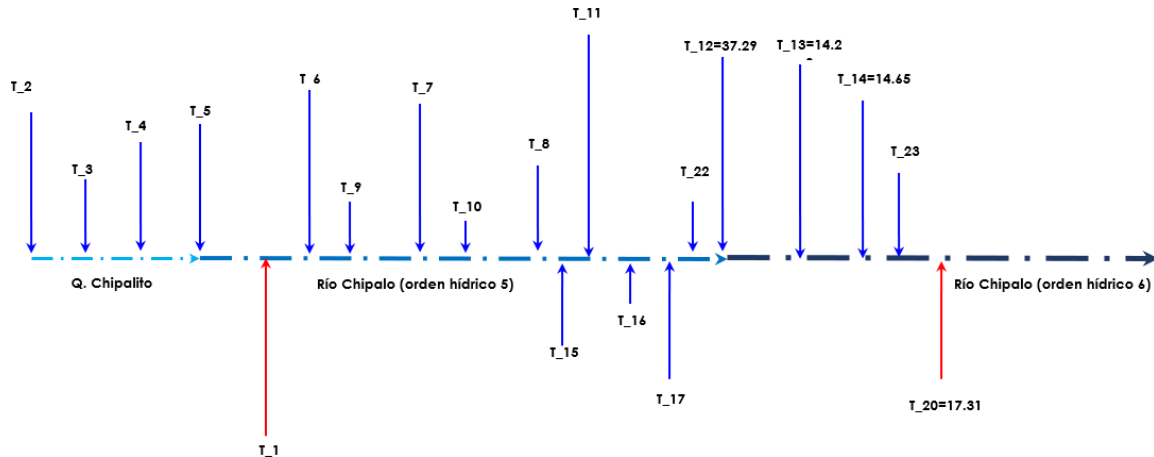
EL Sector 1 se trabajó con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.035 para la sección hidráulica levantada en la batimetría. Par este sector se determinaron nueve (9) entradas con flujo Crítico – Subcrítico y una salida Supercrítico – Crítico. (Figura 4-17)

Figura 4-19 Configuración condiciones de contorno Sector 1. Los colores representan los puntos de entrada con los caudales correspondientes y que se indican en la topología mostrada en la Figura 4-16.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

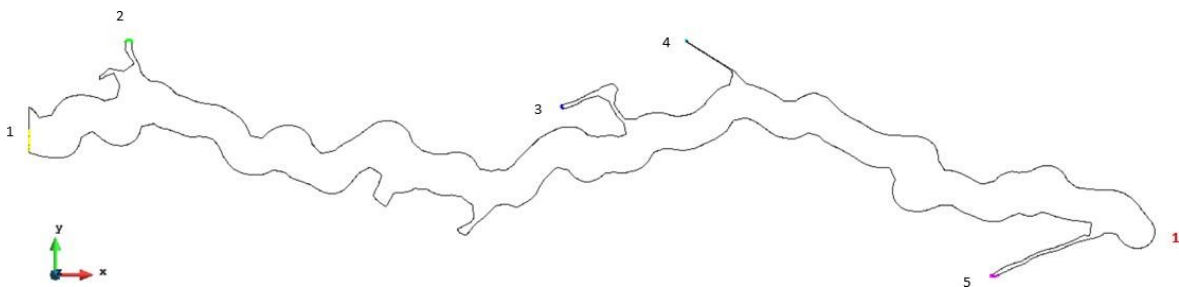
Figura 4-20 Topología del Sector 2 de acuerdo a las condiciones iniciales y de contorno.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

El sector 2 se trabajó con un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.035 para la sección hidráulica levantada en la batimetría. Para este sector se determinaron 5 entradas con flujo Crítico – Subcrítico y una salida Supercrítico – crítico. En la Figura 4-19, la entrada 1 en amarillo es la sumatoria de masa de la modelación del sector 1, menos la entrada de la quebrada La Ambala.

Figura 4-21 Configuración condiciones de contorno Sector 2. Los colores representan los puntos de entrada con los caudales correspondientes y que se indican en la topología mostrada en la Figura 4-18.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

El modelo hidráulico evaluado para el cauce permanente presento resultados acordes a las condiciones hidráulicas en el sector de estudio y de la geometría hidráulica evaluada, el modelo digital de elevación obtenido del proceso de los trabajos de batimetría logra captar muy bien la geometría del cauce, y los espectros de velocidad, cota de la lámina de agua, calado y el número de Froude se desarrollan dentro de la sección activa del río Chipalo.

4.2.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
 Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Según el Ministerio de ambiente el componente geomorfológico de una ronda hídrica se conforma por el área donde se puedan garantizar todos los procesos morfodinámicos que soporten la dinámica de transporte y almacenamiento de agua y sedimentos, entendiendo un proceso morfodinámico como: “Una serie de acciones sucesivas y/o simultáneas y sinérgicas a través de las cuales los agentes morfogenéticos principalmente los externos, son capaces de modelar las formas de la superficie terrestre.” (Instituto de geografía, Universidad de Chile), al momento de caracterizar geomorfológicamente un terreno se debe tener en cuenta los agentes morfogenéticos actuantes ya que estos “son los elementos del medio natural (viento, agua, etc.) que son capaces de generar diferentes modelados sobre la superficie terrestre a través de la energía cinética, la acción humana también es considerada un agente morfogenético ya que acciones antrópicas como la minería, la agricultura, la ganadería y las obras publicas generan en el paisaje una serie de transformaciones que son capaces de reactivar procesos naturales o bien generar nuevos procesos.” (Instituto de geografía, Universidad de Chile), de igual forma tener una perspectiva de la morfometría del terreno (pendientes), brinda un panorama más acertado al momento de entender los procesos de erosión y depositación que se puedan generar en la zona a estudiar.

El primer paso para delimitar el componente geomorfológico es identificar y clasificar las geoformas asociadas a la ronda hídrica, como primer ejercicio se definieron 3 subunidades geomorfológicas en función de su rugosidad, tipo de drenaje y pendiente descritas anteriormente en el numeral 4.1; para la delimitación de este componente se debe llegar a una escala de detalle superior, la recomendación del ministerio de ambiente para zonas urbanas es llegar a una cartografía escala 1:2.000, es por esto que se realizó el trabajo de levantar una cartografía geomorfológica a detalle, donde se definieran los ambientes morfogenéticos y elementos geomorfológicos que conforman al río Chipalo en su área total de estudio.

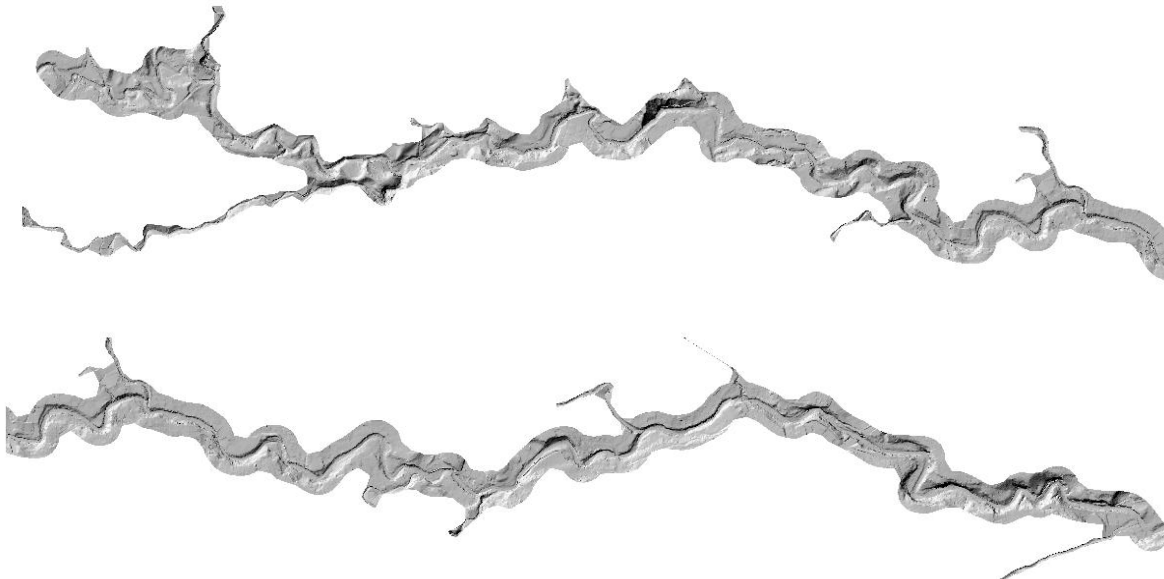
➤ **Identificación y clasificación de geoformas asociadas a la ronda hídrica del río Chipalo**

El proceso a detalle de la identificación y clasificación de elementos geomorfológicos asociados a la ronda hídrica del río Chipalo se podrá estudiar a detalle en el informe *Geomorfología a Detalle escala 1:2000, Trabajo de campo* incluido en el producto Geomorfología de la Fase B – Diagnostico

En primer lugar, teniendo el producto de subunidades geomorfológicas escala 1:25.000 y queriendo obtener un detalle mayor para la correcta delimitación del componente geomorfológico, se utilizaron herramientas como el DEM obtenido del procesamiento de la información obtenida en el trabajo de campo de topografía y batimetría (Figura 4-20) o el DEM perteneciente a la restitución LIDAR, con los que se generaron modelos de sombras que permitieron apreciar elementos geomorfológicos que debido a la escala de menor del primer producto no se pudieron observar, permitiendo así una delimitación preliminar de geoformas asociadas al río Chipalo que posteriormente se verifico en campo.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Figura 4-22 DEM producto del levantamiento de topografía y batimetría utilizado para la delimitación preliminar de geoformas asociadas al río Chipalo (a) tramo K1-K5 (b) tramo K6-k10



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Esta delimitación se realizó comparando la morfogenética del elemento agrupando las geoformas en ambientes morfogenéticos, el Servicio Geológico Colombiano define los ambientes que generaron los elementos presentes en la zona de estudio en:

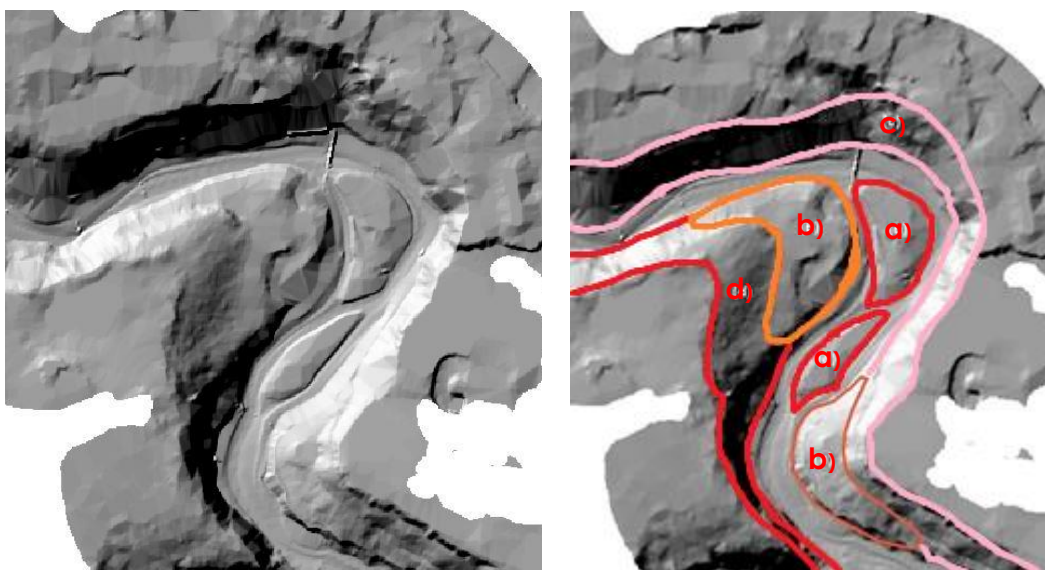
- **Ambiente Estructural:** hace referencia a geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, principalmente asociado a fallas y pliegues, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural de las rocas aflorantes.
- **Ambiente Volcánico:** corresponde a geoformas desarrolladas tanto por la acumulación de lava solidificada como de fragmentos lanzados al aire durante la erupción (productos piroclásticos – bloques, lapilli y ceniza volcánica) o como flujos de piroclastos que se desplazaron por las laderas.
- **Ambiente Denudacional:** definido exclusivamente por los procesos exógenos degradacionales y está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de lluvia-escorrentía, meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructurales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.
- **Ambiente Fluvial y Lagunar:** geoformas originadas por el efecto erosivo y acumulativo de las corrientes de los ríos y la sedimentación de materiales en cuencas restringidas respectivamente.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

- **Ambiente Antropogénico:** geoformas generadas por la alteración significativa de la superficie terrestre la cual es producto de la acción del hombre.

Existen otros tipos de ambientes morfogenéticos, pero no se tendrán en cuenta en este informe ya que no se encuentran presentes en el área de estudio, la delimitación se realizó separando elementos morfológicos en función de su ambiente morfogenético como por ejemplo en la Figura 4-21 se puede observar una sección sinuosa del río Chipalo en donde se podría delimitar geoformas de ambiente Fluvial: (a) islas aluviales confinadas en el lecho del río (b) terrazas de acumulación sub recientes a antiguas; geoformas de ambiente denudacional: (c) Laderas erosivas escarpadas producidas por la erosión del río al talud; geoformas de ambiente volcánico: (d) terrazas de flujo lahárico aterrazado producto de la erosión del río a la formación volcánica – sedimentaria del abanico de Ibagué. Geoformas de ambiente Antrópico, aunque no son percibibles en el DEM observado el cauce del río Chipalo cruza la ciudad de Ibagué y este ambiente debe ser tenido en cuenta.

Figura 4-23 Sección del DEM de planimetría donde (1) gracias al detalle obtenido se pueden diferenciar elementos geomorfológicos gracias a cambio en las sombras del modelo (2) delimitación de elementos observados como (a) barras de canal que han formado pequeñas islas en el cauce del río, (b) terrazas aluviales antiguas y sub recientes, (c) Laderas erosivas y (d) escarpes producto de la erosión a la formación del Abanico de Ibagué.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

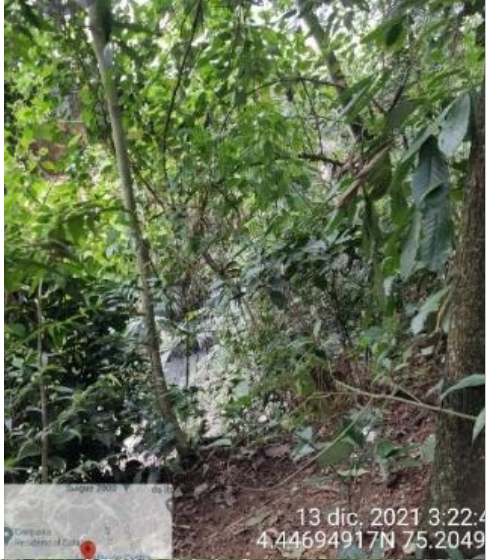
Una vez realizada la delimitación preliminar de geoformas detalle 1:2.000, se realiza un control de campo donde se chequean los elementos geomorfológicos ya delimitados; la metodología utilizada para este control de campo fue: realizar puntos de control por unidad de trabajo dependiendo de la homogeneidad o heterogeneidad de esta, se verifico la presencia de las geoformas pre delimitadas y su origen morfogenético, se tuvieron en cuenta geoformas presentes que no se delimitaron en el DEM. De este ejercicio se obtiene el Mapa definitivo de geomorfología a detalle asociada al río Chipalo

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

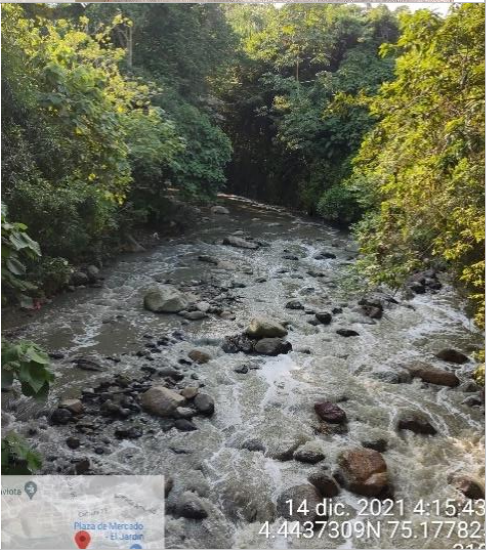
	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	---	---

escala 1:2.000, los elementos geomorfológicos encontrados en el área de estudio son descritos en la Tabla 4-5.

Tabla 4-4 Resumen de trabajo de campo geomorfología a detalle.

ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Del	Ladera erosiva	Denudacional	Laderas lisas con pendientes entre los 20° y los 60° muy meteorizadas, altamente vegetadas	 13 dic. 2021 3:22:4 4.44694917N 75.2049
Dlo	Ladera ondulada		Laderas corrugadas con pendientes entre los 20° y los 60° muy meteorizadas, altamente vegetadas	 13 dic. 2021 3:01:4 4.4476178N 75.2065

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Fbp	Barra puntual	Fluvial	Geoformas recientes de ambiente depositacional, compuesta por sedimentos finos (arenas a limos) no consolidados	 14 dic. 2021 9:18:32 a. m. 4.44659444N 75.19969589W 261° W ###10A-214 Calle 69 Ibagué Tolima
Fca	Cauce aluvial		Geoforma con tramos sinuosos cerrados y tramos rectos cortos, donde se propician la erosión y depositación de sedimentos heterométricos	 14 dic. 2021 4:15:43 4.4437309N 75.17782 261° W

ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Fi	Isla aluvial		Geoforma antigua altamente vegetada que divide el cauce aluvial en dos	 2/08/2021 4:22:12 p. m. 4,44658N 75,19983W Seccion1 D93 B El Encanto
Fpac	Planicie aluvial confinada		Geoformas recientes de ambiente depositacional, presentes en tramos rectos del cauce aluvial pueden estar compuestas por arenas y limos hasta detritos tamaño bloque	 13 dic. 2021 11:30:54 a. m. 59° NE

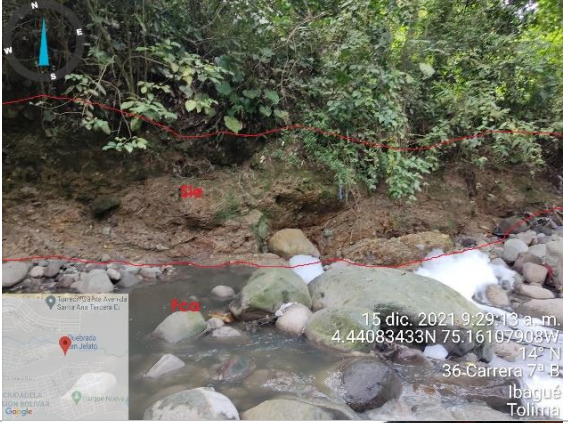
ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Ftan	Terraza de acumulación antigua		Geoformas presentes en las curvas del cauce aluvial donde se presenta depositación de sedimentos transportados, estas son evidencia de momentos depositacionales antiguos, generalmente se aprecia el escarpe de la terraza depositacional erosionado, además de que la geoforma se encuentra altamente vegetada	
Ftas	Terraza de acumulación subreciente		Geoformas presentes en las curvas del cauce aluvial donde se presenta depositación de sedimentos transportados, estas son evidencia de momentos depositacionales, con presencia de vegetación, poca erosión y meteorización	

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGÜE	 IBAL CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA
--	--	--

ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Ftar	Terraza de acumulación reciente	Volcánico	Geoformas presentes en las curvas del cauce aluvial donde se presenta depositación de sedimentos transportados, estas son evidencia de momentos depositacionales, presencia de sedimentos no consolidados, terraza no vegetada	
Vflae	Escarpe de flujo lahárico aterrazado		Geoforma caracterizada por laderas escarpadas de pendientes con inclinaciones mayores a los 60° formando paredes constantemente erosionadas por la acción del cauce aluvial, donde aflora la formación cuaternaria del Abanico de Ibagué	
Vfla	Flujo lahárico aterrazado		Zonas de pendientes muy bajas seguidas de cambios de pendientes abruptas que forman escarpes de flujo lahárico aterrazadas	

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGÜE	
---	--	---

ABREVIATURA	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN DE LA GEOFORMA	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA DE LA GEOFORMA
Sle	Ladera estructural	Estructural	Laderas escarpadas con inclinaciones mayores a los 60°, dominadas por la presencia de un elemento estructural como una Falla, evidencia de trituración o fracturamiento de rocas	 15 dic. 2021 9:29:18 a.m. 4.44083433N 75.16107908W 12° N 36 Carrera 74 B Ibagué Tolima
Ar	Relieve antrópico	Antropogénico	Geoforma que por acción de la urbanización ha perdido por completo sus rasgos naturales	 28/07/2021 3:36:53 p.m. 4.44789N 75.20401W D80 B San Antonio

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

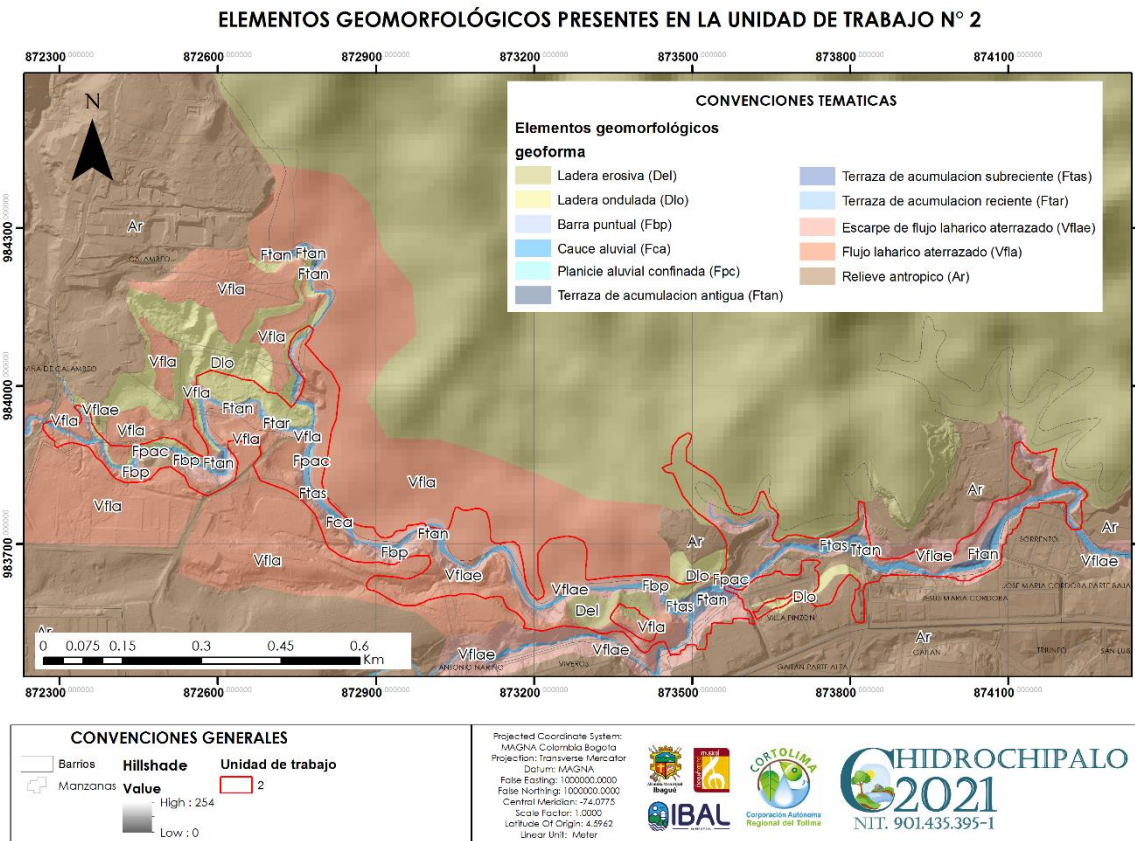
El resultado de las visitas de campo y procesamiento de información geoespacializada son los mapas de elementos geomorfológicos presentes en el área de estudio, donde se encuentran delimitados cada uno de los elementos descritos en la Tabla 4-5. El Servicio Geológico Colombiano (SGC) determina clasificar los elementos según su morfogénesis y de acuerdo a esta darle un color respectivo a cada geoforma (Figura 4-22). En la Figura 4-23 se puede observar unos de los mapas resultantes del trabajo de campo realizado para clasificar los elementos geomorfológicos (Escala 1:2.000) asociados al cauce permanente del río Chipalo.

Figura 4-24 Tabla de gamas de color para ambientes morfogenéticos.

AMBIENTE	GAMA DE COLOR
Denudacional (D)	
Fluvial (F)	
Marino (M)	
Eólico(E)	
Estructural (S)	
Volcánico (V)	
Glacial (G)	
Kárstico (K)	
Antropogénico (A)	

Fuente: SGC 2012

Figura 4-25 Mapa temático de la geomorfología a detalle de la unidad de trabajo N° 2



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

➤ **Criterios de delimitación para el componente geomorfológico**

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Una vez obtenidos los elementos geomorfológicos asociados a la ronda hídrica del río Chipalo y teniendo presente que el área del componente geomorfológico debe abarcar toda geoforma que ayude a conservar los procesos naturales de transporte y almacenamiento de agua y sedimento que suceden en un afluente, es por esto por lo que al momento de realizar esta delimitación se deben tener en cuenta ciertos criterios, según el Ministerio de Ambiente estos son:

- La delimitación de este componente busca en lo posible garantizar que los procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos y flujo del agua pueda darse de la manera más similar posible a las condiciones naturales.
- La definición de la franja de este componente dependerá del sector de la cuenca de drenaje y del tipo particular de la dinámica fluvial. Para el caso del río Chipalo que se comporta como una corriente de montaña con tramos sinuosos conformados por meandros cerrados donde la erosión lateral se hace presente en un flanco del río generando terrazas de acumulación de sedimentos en el flanco contrario; tramos rectos encañonados limitados por taludes con pendientes mayores a los 60° y tramos de cambio de pendiente que ocurren debido al cambio de granulometría debido a contactos entre formaciones geológicas; de acuerdo a estos tramos el ministerio de ambiente genero criterios para la delimitación del componente geomorfológico (Tabla 4-6)

Tabla 4-5 Criterios de delimitación para el componente geomorfológico

SEGMENTO/TRAMO	TIPO DE CORRIENTE	TALWEG	VARIABLE CLAVE	CRITERIOS PARA DEFINIR EL COMPONENTE
Zonas con cambios en la pendiente	Semipermanentes	SI	Cambio en la pendiente	Todo el depósito de sedimentos
	permanentes		Mayor a menor = ocurre sedimentación	
			Menor a mayor = Hay erosión	Acumulación de sedimentos
Tramos sinuosos	permanente	SI	Verificar meandros útiles y abandonados. Incluir dinámica de movimiento del cauce principal a través del movimiento histórico del lecho	Toda la faja de sinuosidad
Tramos encañonados	Permanente	SI	Identificar márgenes y verificar los que puedan tener problemas de estabilidad	Toda la vaguada, Criterios geotécnicos cuando aplique

Fuente: Modificado, Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

- Para el caso de geoformas modificadas por la acción humana se deberán considerar que:
 - Si existen tramos donde las geoformas han sido alteradas y estas no son identificables, no se tendrán en cuenta para la delimitación del componente
 - Si la geoforma es identificable el análisis deberá realizarse de manera integral considerando la visión jerárquica desde unidad de paisaje hasta unidad morfológica básica.

4.2.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO DE LA RONDA HÍDRICA

Según la Ley 165 de 1994 por ecosistema se entiende “Un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.”

Para el Ministerio de ambiente el componente ecosistémico de una ronda hídrica “está asociado a las funciones ecosistémicas del cuerpo de agua y los componentes bióticos y abióticos de la ribera siendo su vegetación un elemento fundamental para dicho funcionamiento” esto significando que la vegetación de ribera podrá indicar la funcionalidad ecosistémica de la ronda. Es por esto que para la definición del componente ecosistémico de la ronda hídrica del río Chipalo se realizó un amplio estudio forestal que brindara los elementos necesarios para la delimitación de esta.

➤ Identificación De Las Zonas De Vida

Las zonas de vida según Holdridge pueden definirse como el conjunto de asociaciones, relacionadas entre sí a través de los efectos de la temperatura, la precipitación y la humedad (Figura 4-24). el factor de la temperatura utilizada se refiere concretamente a la biotemperatura anual promedio es “Un promedio de las temperaturas en grados centígrados, a las cuales tiene lugar el crecimiento vegetativo, en relación con el periodo anual” (Holdridge, 1982), la precipitación que se debe tener en cuenta en la identificación de las zonas de vida es la precipitación media anual que cae en forma de lluvia, granizo, nieve o ceniza, en este parámetro no se tiene en cuenta el agua que se condensa directamente sobre la vegetación y el suelo; la humedad es el último factor que debe ser tenido en cuenta al momento de determinar zonas de vida según Holdridge, entendiendo que la humedad es la relación entre la temperatura y la precipitación, la medida utilizada como tal para determinar la humedad en este diagrama se llama relación de evapotranspiración potencial definida como “la cantidad teórica de agua, que podría ser cedida a la atmosfera, por la cobertura vegetal del área, en un clima zonal y un suelo zonal, si existiera agua suficiente, pero no excesiva, durante toda la estación de crecimiento” (Holdridge, 1982).



El área de interés se encuentra en la zona de transición entre el bosque húmedo premontano y el bosque seco tropical (Bs-T). Por una parte, la vegetación del bosque seco tropical está caracterizada por adaptaciones especiales como estrategias de supervivencia en este ambiente, como lo son: la pérdida de follaje como respuesta de adaptación al déficit de agua en especial en épocas de estiaje, hojas compuestas las cuales presentan folíolos pequeños y la presencia de espinas y aguijones en los troncos, entre otros (Aristizábal Sánchez, 2013).

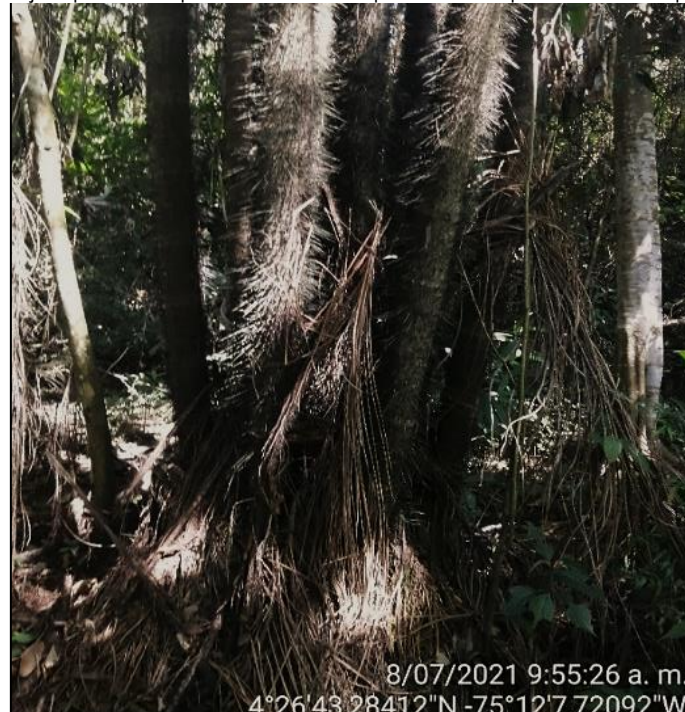
Estas adaptaciones son debidas a la presencia de temperaturas sobre los 17 °C, y un grado de evapotranspiración que supera los niveles de precipitación que son alrededor de los 250 y 200 mm anuales (Holdridge 1967, Murphy y Lugo 1986) citado por (Pizano & García, 2014). Del mismo modo, Aristizábal (2013) menciona que la mayor parte del territorio que originalmente estaba cubierto por este tipo de bosque se encuentra ahora convertido en cultivos de diferentes especies que se adaptan a este clima, principalmente arroz, algodón y frutales, además de la ganadería extensiva. De acuerdo a los análisis realizados con la información recolectada sobre pisos altitudinales, precipitaciones y en conformidad con el DEM generado por HIDROCHIPALO 2021 resultado del trabajo topográfico – batimétrico, se llega a la delimitación de las zonas de vida mencionadas anteriormente dentro del área de influencia del proyecto (Figura 4-25). Este mapa se puede detallar en el anexo x

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Se trata de las formaciones vegetales encontradas debajo de 1.000 m de altitud, precipitaciones inferiores a 2.000 mm/año y comúnmente presentan temperaturas superiores a 24° C; estos bosques, además, suelen presentar uno o dos periodos marcados de sequía al año (Fernández-Méndez, Bernate, & Melo, 2013), (García-Villacorta, 2009) (Quiroga C, Roa R, Melo Cruz, & Fernandez Mendez, 2019).

En estos bosques las condiciones de déficit hídrico son un factor determinante que limita el desarrollo de la vegetación, favoreciendo la aparición de adaptaciones morfológicas y fisiológicas presentándose altos niveles de endemismo y beta diversidad haciendo de estos ecosistemas de alta prioridad para la restauración ecológica por su actual estado de transformación (Herrera, Fráncel, & Flórez, 2019), (Pennington, Prado, & Pendry, 2000) (Pizano & García, 2014), (Torres-Rodríguez, Villota, Gómez, & Avella-M., 2019).

Fotografía 4-2. Ejemplo de espinas como adaptaciones típicas del bosque seco tropical.



Fuente: El autor.

Por una parte, la vegetación del bosque seco tropical está caracterizada por adaptaciones especiales como estrategias de supervivencia en este ambiente, como lo son: la pérdida de follaje como respuesta de adaptación al déficit de agua en especial en épocas de estiaje, hojas compuestas las cuales presentan folíolos pequeños y la presencia de espinas y aguijones en los troncos, entre otros (Aristizábal Sánchez, 2013). Estas adaptaciones son debidas a la presencia de temperaturas sobre los 17 °C, y un grado de evapotranspiración que supera los niveles de precipitación que son alrededor de los 250 y 200 mm anuales (Holdridge 1967, Murphy y Lugo 1986) citado por (Pizano & García, 2014).

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

En este tipo de bosques la diversidad de mamíferos es menor en los bosques secos en relación con los bosques húmedos; en los bosques secos la fauna requiere de adaptaciones fisiológicas y morfológicas con el fin de garantizar su supervivencia y reproducción dentro del bioma, esto se refleja en un mayor número de especies endémicas; evidenciándose así, la relevancia del bosque seco como ecosistema (Ceballos, 1995).

Sin embargo, uno de los ecosistemas más intervenidos en el país es el bosque seco tropical el cual ha sido alterado para el establecimiento de cultivos y actividades de ganadería extensiva. Del mismo modo, Aristizábal (2013) menciona que la mayor parte del territorio que originalmente estaba cubierto por este tipo de bosque se encuentra ahora convertido en cultivos de diferentes especies que se adaptan a este clima, principalmente arroz, algodón y frutales, además de la ganadería extensiva.

Igualmente, se considera que estos ecosistemas son aun relativamente desconocidos pues han sido poco estudiados (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2014; Delgado y Parra, 2008; Sánchez-Azofeifa y otros, 2005). Fernández y otros (2013), mencionan como el limitado conocimiento de este ecosistema en el país, causa que no existan lineamientos claros para su uso sostenible, su conservación y la implementación de medidas de restauración tanto a nivel local como del paisaje.

Debido a que estos bosques en el país se localizan en zonas apetecidas para el desarrollo de actividades agrícolas haciendo que estos sean uno de los ecosistemas más alterados y degradados, de tal manera que se estima que resta menos del 1.5 % de área original de este ecosistema (Álvarez y otros, 2012; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2014), mientras que otros autores mencionan que resta alrededor del 8 % del total de la cobertura original (Moreno, Andrade, Didier, & Hernández-Manrique, 2020)

El deterioro que se ha generado históricamente sobre este bosque ha ocasionado la fragmentación y pérdida de hábitats que tiene como consecuencia la desaparición de especies y por ende causando daños irreversibles en estos ecosistemas (Fuchs, Lobo y Quesada, 2003; Miles y otros, 2006; Quiroga y otros, 2019).

- **Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm)**

Esta zona presenta una temperatura media aproximadamente de 18 a 24 °C, un promedio anual de lluvias de 1000 a 2000 mm (Botache, Aguilar, & Chaves, 2011), (Fölster, Dezzio, & Priess, 2001) (Parra-Hernández, 2015), (Poveda Cuellar, 2017); en esta zona de vida se cuenta con bajas variaciones anuales de temperatura, pero las mismas suelen ser notables en cuanto a su variación diurna-nocturna (Sánchez Zuleta, 2021)

La topografía del bosque es generalmente quebrada a escarpada, con presencia de un 12 a 50 % de pendientes, predominando terrenos de ladera, propios de las cordilleras central y oriental, esta zona de vida está predominada por la favorabilidad para la agricultura (Pomar & Vargas, 1985)

Los bosques húmedos premontanos son zonas diversas en cuanto a su cantidad de endemismos; sin embargo, se trata de uno de los ecosistemas menos conocidos y más

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

afectados en el país al encontrarse en el piedemonte andino rico en suelos fértiles y apetecido para la urbanización (Manta, 2005)

En los bosques húmedos premontanos existe una menor proporción de árboles caducifolios en relación a los bosques secos, debido a la existencia de una mayor presencia de agua ya sea en precipitación vertical u horizontal.

La vegetación de los bosques húmedos premontanos tiende a desarrollar hojas grandes, especialmente en la zona de sotobosque y en las hojas jóvenes de diversas especies; en busca de capturar mayor luz solar, los ápices de estas hojas tienden a ser más acuminados para facilitar el drenaje del agua lluvia que se pueda acumular en la hoja promoviendo la transpiración (Cascante & Estrada, 2001).

A diferencia de los bosques más secos existe una menor proporción de árboles caducifolios pues la mayor presencia de agua ya sea en precipitación vertical u horizontal la cual se va viendo incrementada, asimismo se identifican grandes variedades de helechos

De esta misma manera las bambas o raíces tablares, son otra modificación característica de los bosques húmedos en general, las especies de estos bosques se caracterizan por cortezas delgadas y lisas, solo en algunas ocasiones presentan espinas y agujones. Estos bosques también suelen requerir activamente de la fauna para la dispersión de sus semillas por lo que los frutos tienden a ser carnosos grandes y atractivos para los animales

Fotografía 4-3. Paisaje representativo de bosques húmedos premontanos.



Fuente: El autor.

La particularidad de este ecosistema se basa en la importancia relativa de sus componentes florísticos en el nivel de familia como en el específico, con la predominancia de árboles de las familias Moraceae, Fabaceae, Lauraceae y Sapotaceae. Adicionalmente, en este ecosistema el conjunto de especies presentes

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

comparte tanto elementos de bosques secos como de bosques lluviosos de tierras bajas en el país (Marcelo, 2009), (Perales Vargas, 2017)

En el Tolima atraviesa el territorio de norte a sur, pasando por los municipios de Alvarado, Armero-Guayabal, Coyaima, Falan, Honda, Ibagué, Lérída, Libano, Mariquita, Natagaima, San Antonio, San Luis, Ortega, Valle de San Juan y Venadillo; esta zona se encuentra en territorios apetecidos para la agricultura en especial para el cultivo de Café (*Coffea arabica* L.); comprende un área aproximada de 400.000 hectáreas siendo esto cerca del 16.70% del Departamento (Corrales Bravo, 2020)

En la zona ribereña debido a la alta intervención, la cobertura protectora de los cuerpos de agua superficiales no suele presentar una longitud de borde definida, pues La mayoría de la vegetación natural es sido talada, para dar paso a pastizales, cultivos e incluso para establecer obras civiles de diversa naturaleza.

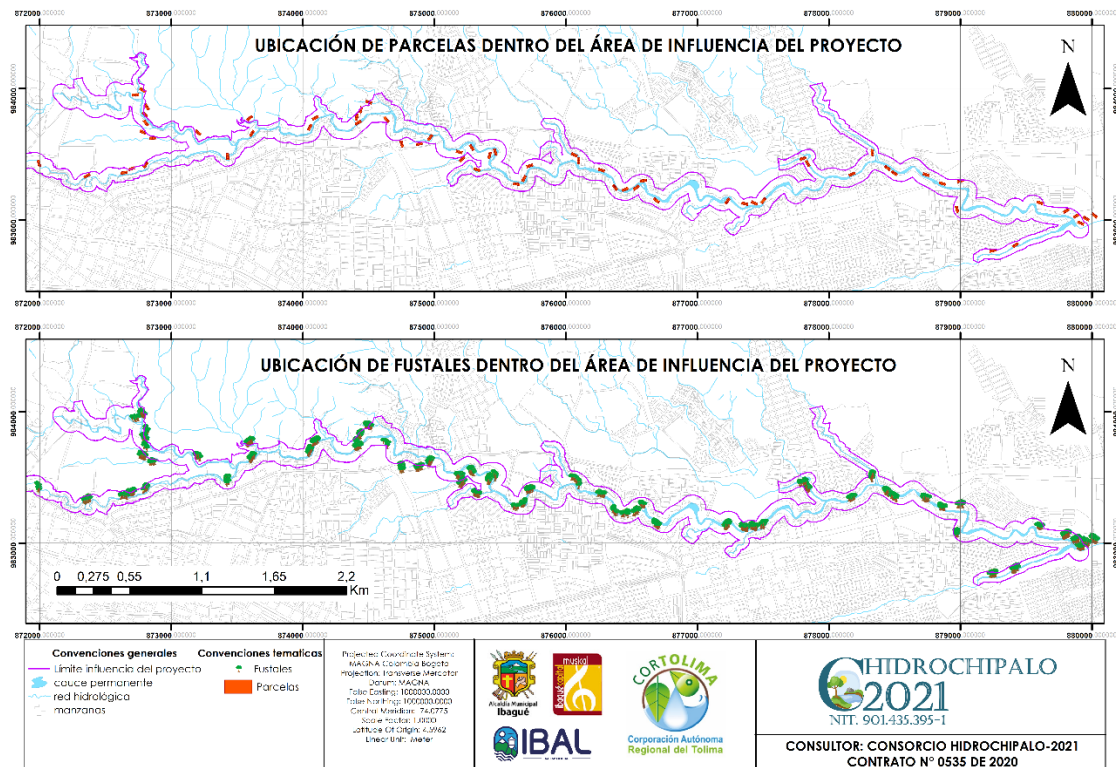
La desaparición progresiva de estos tipos de ecosistemas se debe, principalmente, a su ubicación sobre una faja altitudinal con condiciones climáticas propicias para la agricultura y el asentamiento de poblaciones humanas (Cascante & Estrada, 2001), (Martínez, 2015).

➤ **Cálculo De Altura Media De Dosel De Una Comunidad Vegetal (H) por zona de vida**

Al momento de calcular la altura media de dosel de una comunidad vegetal (H) se debió realizar un trabajo de campo extenso a nivel forestal a lo largo del corredor del río Chipalo, la metodología de muestreo e información a detalle de este estudio se podrá apreciar en el producto de diagnóstico del componente ecosistémico; en el presente informe se incluirá la información necesaria para lograr la delimitación de este componente de la ronda hídrica del río Chipalo.

Para la realización de los análisis descritos a continuación fue necesario analizar estadísticamente la flora presente en el área de influencia del proyecto, por este motivo se elaboró un inventario de las especies presentes alrededor del cauce permanente del río Chipalo y sus afluentes principales, inventario realizado por medio de la delimitación de parcelas y ubicación de fustales dentro de estas (Figura 4-27)

Figura 4-29 ubicación de parcelas y fustales inventariados dentro del área de influencia del proyecto.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

- **Caracterización Florística Y Análisis Estructural por zona de vida**

Caracterización Florística

Cuando se hace referencia a la composición florística de un sitio, se trata de la enumeración de las especies vegetales encontradas a lo largo de un muestreo, las cuales se encuentran distribuidas en distintas familias y órdenes taxonómicos.

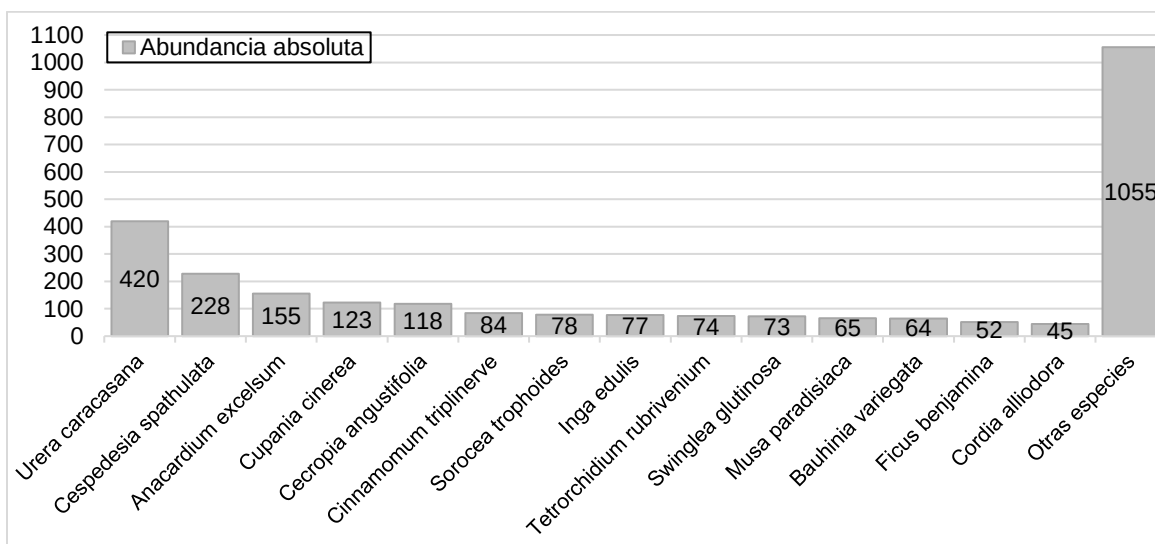
Los nombres científicos de las especies se determinaron con base en los criterios establecidos en el código internacional de nomenclatura para algas, hongos y plantas "CINB" (Koeltz Scientific Books, 2012), en apoyo de los servicios de la Instalación Global de Información sobre Biodiversidad "GBIF" (Global Biodiversity Information Facility, 2021) y el servicio de consulta creado en respuesta a la estrategia global para la conservación de las plantas "World Flora Online" (United Nations Convention on Biological Diversity, 2021) el cual es sucesor del servicio llamado "The Plantlist" (Royal Botanic Gardens, Kew and the Missouri Botanical Garden, 2021) del Real Jardín Botánico de Kew y el Jardín Botánico de Missouri reconocido a nivel mundial.

- **Fustales**

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
 Correo: ingenieria@riochipalo.org

La flora encontrada en las 65 unidades de muestreo establecidas en el río Chípalo, se encuentra distribuida en 124 especies en donde la más abundante es la *Urera caracasana* con 420 individuos; por otro lado, 1055 individuos de los 2711 inventariados se han agrupado en la categoría de otras especies; concordante con lo común en ecosistemas tropicales, donde muchas especies suelen tener pocos individuos (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003), (Rojas A. M., 1996), (Rojas Gutierrez, Lozano Botache, & Yaya Mejía, Evaluación ecológica y estructural de los bosques del departamento del Tolima, 2011), (Quiroga C, Roa R, Melo Cruz, & Fernandez Mendez, 2019).

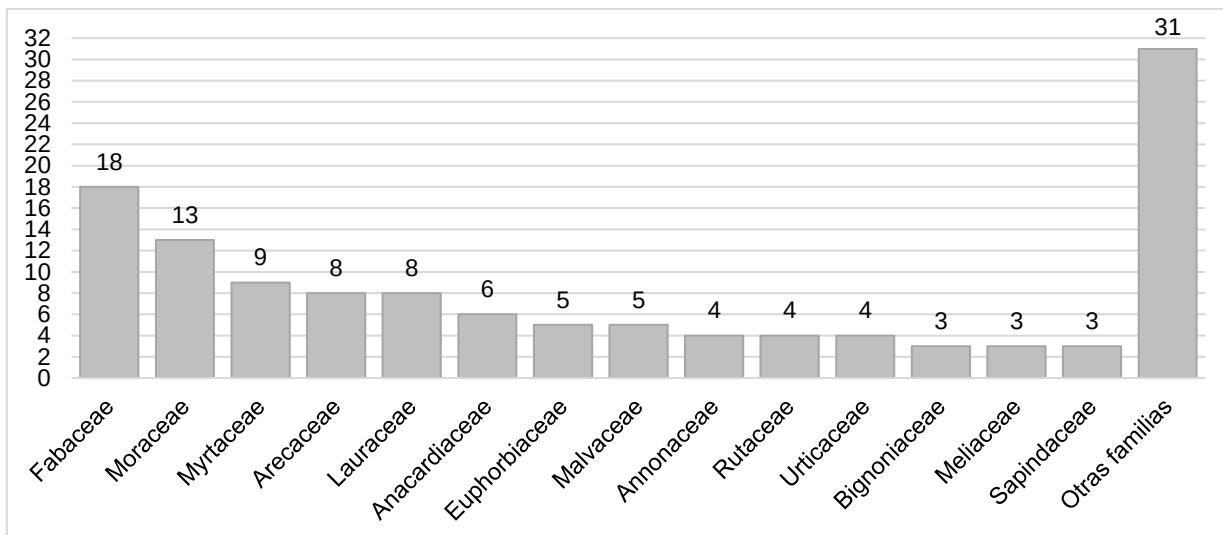
Gráfica 4-1 Abundancia de individuos por especie de fustales en el río Chípalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

En cuanto al análisis por familias, de las 38 familias taxonómicas encontradas, la *Fabaceae* es la más abundante en el sitio, teniendo 18 especies del total de 124 siendo esto concordante con bosques similares (Quiroga C, Roa R, Melo Cruz, & Fernandez Mendez, 2019), (Salomão, Brienza, & Santana, 2012).

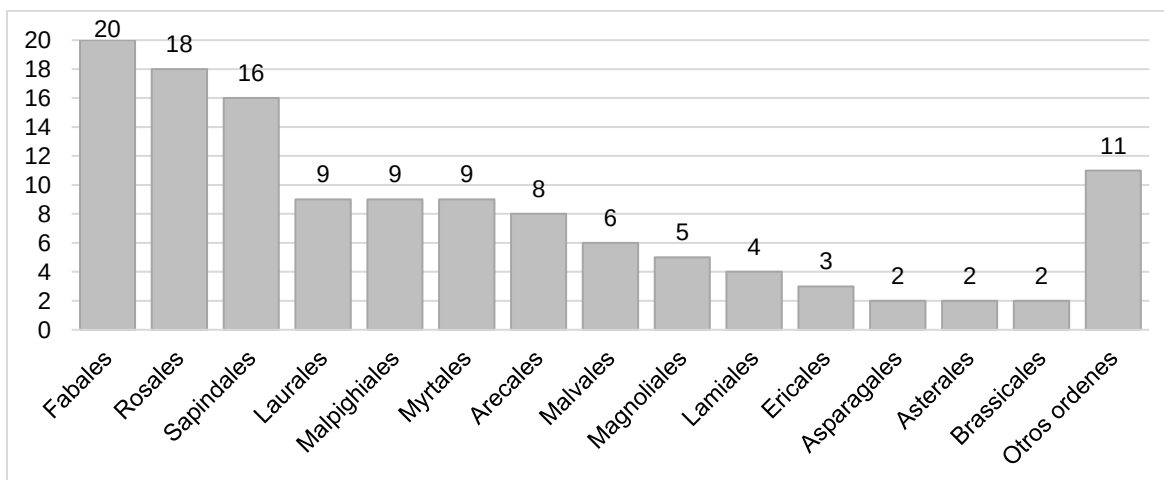
Gráfica 4-2 Abundancia de especies por familia de fustales en el río Chípalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Del análisis de los 22 órdenes taxonómicos de los fustales identificados, se puede evidenciar como sobresalen tres órdenes; los cuales son: Fabales con 20 especies, Rosales con 18 y Sapindales con 16; aun así, se evidencia la abundancia agrupada en la categoría de otros órdenes, mostrando una alta diversidad en este sentido.

Gráfica 4-3 Abundancia de especies por orden taxonómico de fustales en el río Chípalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Análisis De Estructura Horizontal

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
--	--	---

La estructura horizontal, es la organización espacial de la vegetación independientemente de su altura; permite evaluar el comportamiento de las especies vegetales en la superficie del ecosistema y al mismo tiempo valorar la importancia ecológica de estas (Quiroga C, Roa R, Melo Cruz, & Fernandez Mendez, 2019). La estructura horizontal entonces, se encuentra relacionada a la morfología y al tipo de la vegetación, esto permite entonces realizar análisis y deducciones sobre el estado sucesional y el estado general del bosque.

Análisis De Abundancia De Especies

Como su nombre lo indica, corresponde a la cantidad de individuos registrados en cada unidad de muestreo; este análisis se realiza a manera porcentual contabilizando la manera en que participa cada especie frente al número total de árboles obteniendo lo que se conoce como abundancia relativa; por su parte, la abundancia absoluta hace referencia al número total de individuos en cada especie contabilizados (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003). De esta manera, las siguientes ecuaciones presentan la forma de calcular las abundancias absolutas y relativas por especie.

Ecuación 4-1. Cálculo de la abundancia absoluta por especie.

$$\text{Abundancia absoluta} = \text{Número de individuos por especie.}$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

Ecuación 4-2. Cálculo de la abundancia relativa por especie.

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{\# de individuos en el área muestreada}} \times 100$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

Resultados de abundancia para la zona de vida Bosque Seco Tropical

Tabla 4-6. Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	
		Absoluta	Relativa
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	145	24,8
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	108	18,5
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	39	6,7
<i>Swinglea glutinosa</i>	Limón swinglia	27	4,6
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	25	4,3
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	24	4,1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	14	2,4
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	14	2,4
<i>Trichilia pallida</i>	Guacharaca	14	2,4
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	12	2,1
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	11	1,9
<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	9	1,5
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	8	1,4
<i>Persea americana</i>	Aguacate	8	1,4

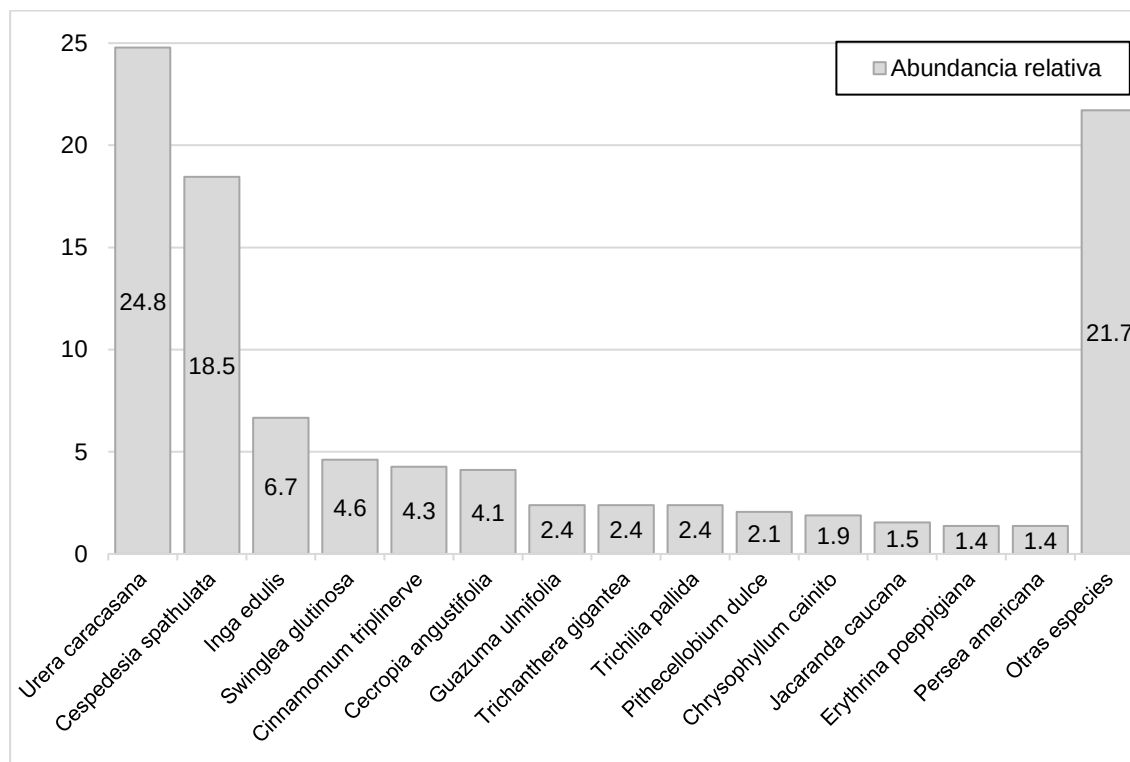
Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	
		Absoluta	Relativa
Otras especies	Otras especies	127	21,7
Total		585,00	100,00

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

En la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T) se observó que la especie más abundante corresponde a la Ortiga (*Urea caracasana*) la cual se encontró en la mayor parte de los sitios inventariados puesto que su fenología hace que tenga alta capacidad de rebrote al igual que mayor tolerancia a intervenciones. Por otro lado, se destaca la abundancia de individuos en la categoría de otras especies en la cual se encuentran cerca del 22 % de los individuos.

Gráfica 4-4 Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

Se debe tener en cuenta además que los bosques secos tropicales, tienen la tendencia de desarrollar muchas especies de porte bajo; tal y como lo mencionan Herazo y otros (2017), quienes, al analizar la estructura y composición florística de un bosque seco en los Montes de María, Sucre; evidenciaron que el hábito más predominante era el arbustivo.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	--	---

Resultados para la zona de vida Bosque Húmedo Premontano

Tabla 4-7. Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

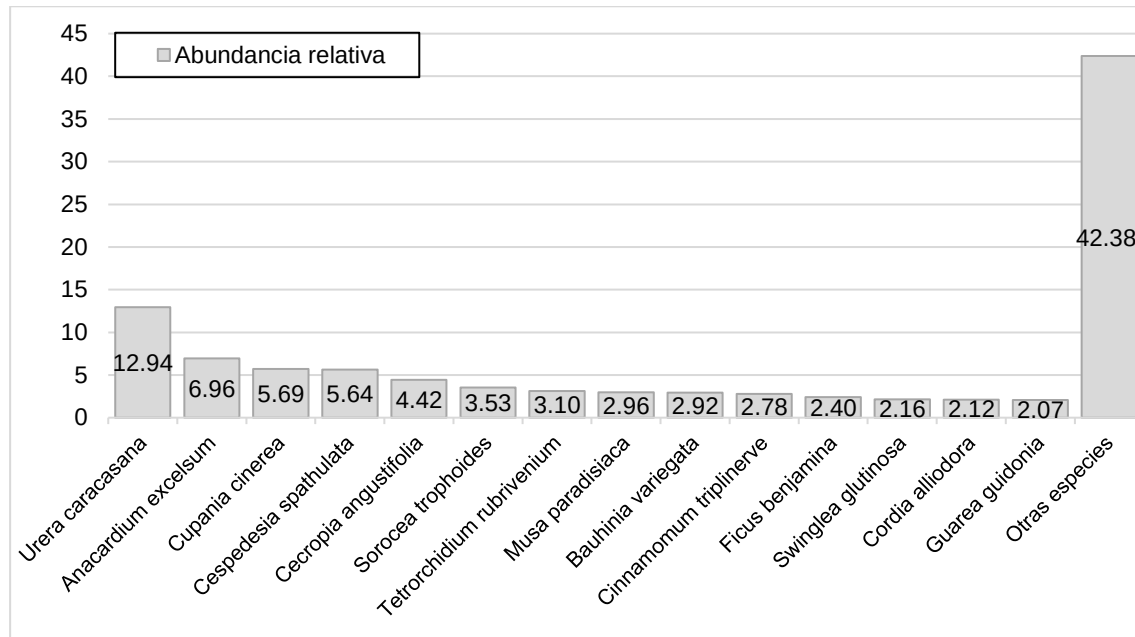
Nombre científico	Nombre común	Abundancia	
		Absoluta	Relativa
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	275	12,94
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	148	6,96
<i>Cupania cinerea</i>	Guacharaco	121	5,69
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	120	5,64
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	94	4,42
<i>Sorocea trophoides</i>	Lechoso	75	3,53
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Varablanca	66	3,10
<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	63	2,96
<i>Bauhinia variegata</i>	Casco de vaca	62	2,92
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	59	2,78
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus benjamin	51	2,40
<i>Swinglea glutinosa</i>	Limón swinglia	46	2,16
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero	45	2,12
<i>Guarea guidonia</i>	Cedro macho	44	2,07
<i>Otras especies</i>	Otras especies	857	42,38
Total		2126	102,07

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

En esta zona de vida las especies más abundantes corresponden a Ortiga (*Urera caracasana*) con 275 individuos que corresponden al 12,94 % del total de las especies, Caracolí (*Anacardium excelsum*) con 148 individuos que conforman el 6,96 % de las especies y Guacharaco (*Cupania cinerea*) con el 5,69 % correspondientes a 121 individuos.

Destaca como la especie más abundante es la Ortiga (*Urera caracasana*) la cual, por sus características fenológicas como crecimiento rápido, capacidad de rebrote y alta tolerancia, hace que esta aparezca con rapidez al ser intervenido un sitio.

Gráfica 4-5 Abundancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).



Fuente: El autor.

Por otro lado, la existencia de 857 individuos en la categoría de otras especies que contribuyen con el 42,38 % del total inventariado, muestran la existencia de alta diversidad de especies en la zona.

Análisis De Frecuencia De Especies.

En los casos de las distribuciones regulares, puede existir interacciones entre los miembros de la población, en donde cada individuo maximiza su supervivencia; esta situación es característica de ecosistemas establecidos como plantaciones en donde se sigue un patrón de diseño.

En el caso de los casos que se siguen patrones gregarios, se pueden evidenciar interacciones entre los individuos y del mismo modo, entre estos y el medio; estos patrones pueden obedecer a diversas causas como patrones de reproducción en las semillas de las especies, rebrotes de un tocón posterior a una intervención, sitios donde se encuentren mejores condiciones de suelo, etc. (Barasorda, 1977).

Se puede entender como frecuencia de especies a la posibilidad de que una especie esté presente o no en cada una de las unidades de muestreo; de esta manera, la frecuencia absoluta es la relación porcentual correspondiente al número de unidades de muestreo en que ocurre una especie con relación al número total de las unidades de muestreo; para el cálculo se emplea la siguiente ecuación.

Ecuación 4-3. Cálculo de la abundancia absoluta por especie.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
---	---	---

$$Fa = \frac{\# \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{(\text{numero total de unidades de muestreo})} \times 100$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

La frecuencia relativa es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie entre el valor de la sumatoria del total de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas en el inventario. (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003). Para el cálculo de esta se emplea la siguiente fórmula:

Ecuación 4-4. Cálculo de la abundancia relativa por especie.

$$Fr = \frac{Fa_e}{\sum Fa} \times 100$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

Donde:

Fr= Frecuencia relativa.

Fa_e= Frecuencia absoluta por especie.

∑Fa= Sumatoria de las frecuencias absolutas.

La frecuencia de las especies es un indicador de la distribución de estas en el terreno y de los patrones de distribución de las especies, aun así, al analizar las frecuencias de especies debe tenerse en cuenta que esta puede verse afectada por el tamaño de las unidades muestrales (si son muy grandes, muy pequeñas o la cantidad de estas es muy pequeña) al igual que por las intervenciones al ecosistema. Sin embargo, es posible observar cómo algunas especies se acumulan en unas pocas unidades de muestreo mientras que otras aparecen en muchas más.

Fernández y otros (Fernández-Méndez, Bernate, & Melo, 2013), mencionan que analizar la presencia de las especies cuya abundancias o frecuencias son únicas contribuye al conocimiento de posibles endemismos locales

Resultados de frecuencia para la zona de vida Bosque Seco Tropical

Tabla 4-8. Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).

Especie		Conteo transecto	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	9	81,8182	7,26
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	9	81,8182	7,26
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	8	72,7273	6,45
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	5	45,4545	4,03
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	4	36,3636	3,23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	4	36,3636	3,23
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	4	36,3636	3,23
<i>Swinglea glutinosa</i>	Limón swinglia	4	36,3636	3,23

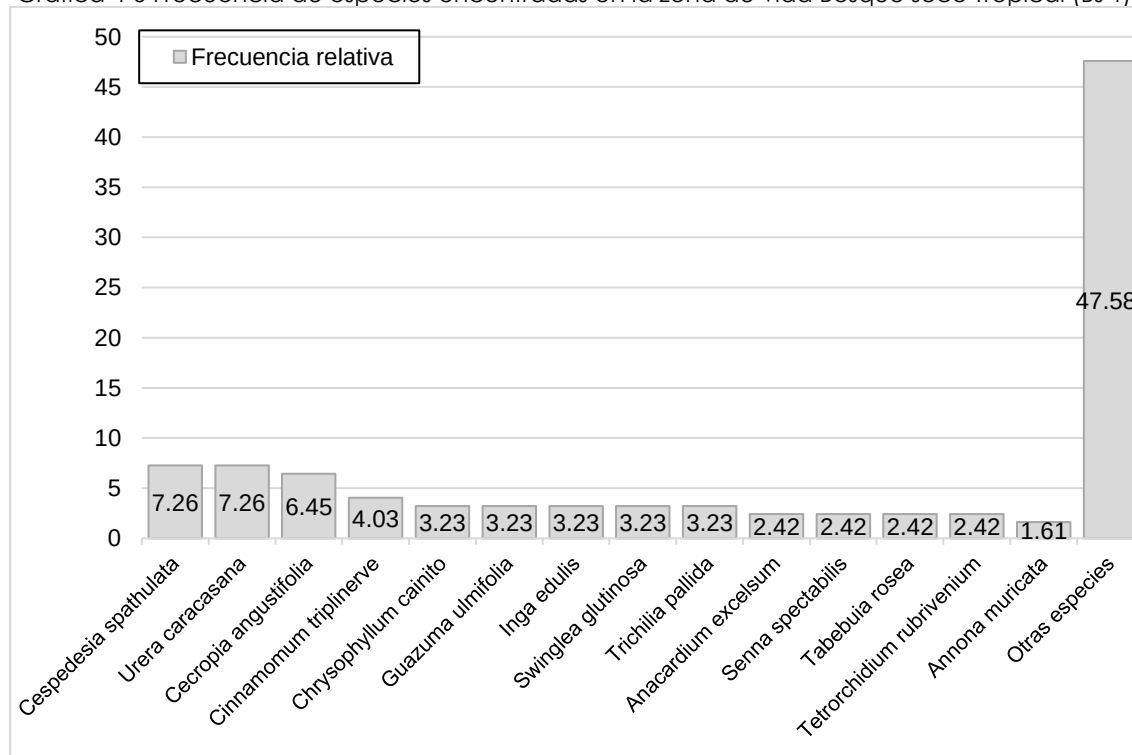
Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
 Correo: ingenieria@riochipalo.org

Especie		Conteo transecto	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Trichilia pallida	Guacharaca	4	36,3636	3,23
Anacardium excelsum	Caracolí	3	27,2727	2,42
Senna spectabilis	Vainillo	3	27,2727	2,42
Tabebuia rosea	Ocobo	3	27,2727	2,42
Tetrorchidium rubrivenium	Varablanca	3	27,2727	2,42
Annona muricata	Guanábano	2	18,1818	1,61
Otras especies	Otras especies	N/A	536,36	47,58
Total		11	1127,2727	100,00

Fuente: El autor.

En esta zona de vida se realizaron un total de 11 transectos e n los cuales las especies Pacó (*Cespedesia spathulata*) y Ortega (*Urera caracasana*) se encuentran en nueve de estas once unidades de muestreo, siendo estas las especies con mayor abundancia tuvieron en esta unidad; del mismo modo, al igual que sucede con otras unidades de muestreo la mayor parte de las unidades se encuentra en unos pocos transectos mostrando heterogeneidad característica de los bosques secos tropicales.

Gráfica 4-6 Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

❖ Histograma de frecuencia

Esta es otra de las maneras que se tiene para evaluar la estructura horizontal en los ecosistemas boscosos, estos se generan a partir de la agrupación de las especies de acuerdo a sus frecuencias absolutas, para esto se han determinado cinco categorías o clases de frecuencia lo cual es útil para determinar si las especies tienen una distribución horizontal continua (frecuencias absolutas superiores al 60 %) o no es el caso (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003) (Lamprecht, 1990) (Zamora-Ávila, 2011). Estas categorías o clases de frecuencia están definidas acorde a lo que se presenta en la siguiente tabla:

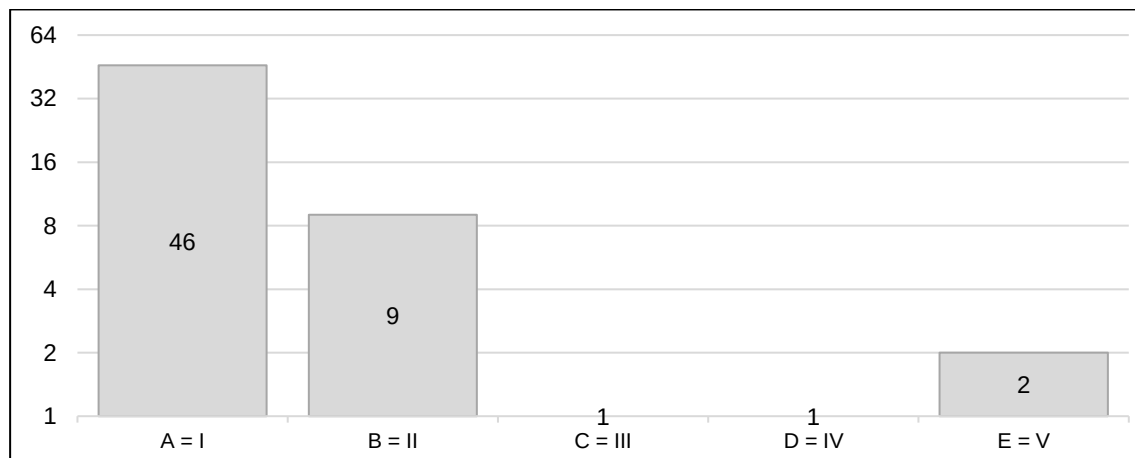
Tabla 4-9. Clases de frecuencia para la construcción de los histogramas.

Clase	Frecuencia absoluta
A = I	1-20 %
B = II	21-40 %
C = III	41-60 %
D = IV	61-80 %
E = V	81-100 %

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

Cuando producto de esta categorización se obtienen histogramas con altos valores de frecuencia en las clases D y E se considera un bosque homogéneo y valores bajos en las clases A y B indican una acentuada heterogeneidad florística (Lamprecht, 1990) (Samaniego Guzmán, 2015). Es de tener en cuenta, que los valores de las frecuencias son ampliamente afectados por el tamaño y cantidad de unidades de muestreo al igual que por la abundancia de los individuos.

Gráfica 4-7 Histograma de clases de frecuencia de especies en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

El histograma de frecuencias de la zona de vida de vida Bosque seco Tropical (Bs-T) muestra una marcada heterogeneidad en la distribución de las especies en la cual 6 del total 46 de las 59 especies se encontraron en menos del 20 % de los transectos

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	
--	--	---

establecidos 9 de las restantes se encontraron en la categoría B (entre 21 a 40 %) dejando únicamente cuatro especies en las demás categorías.

Resultados de frecuencia para la zona de vida Bosque Húmedo Premontano

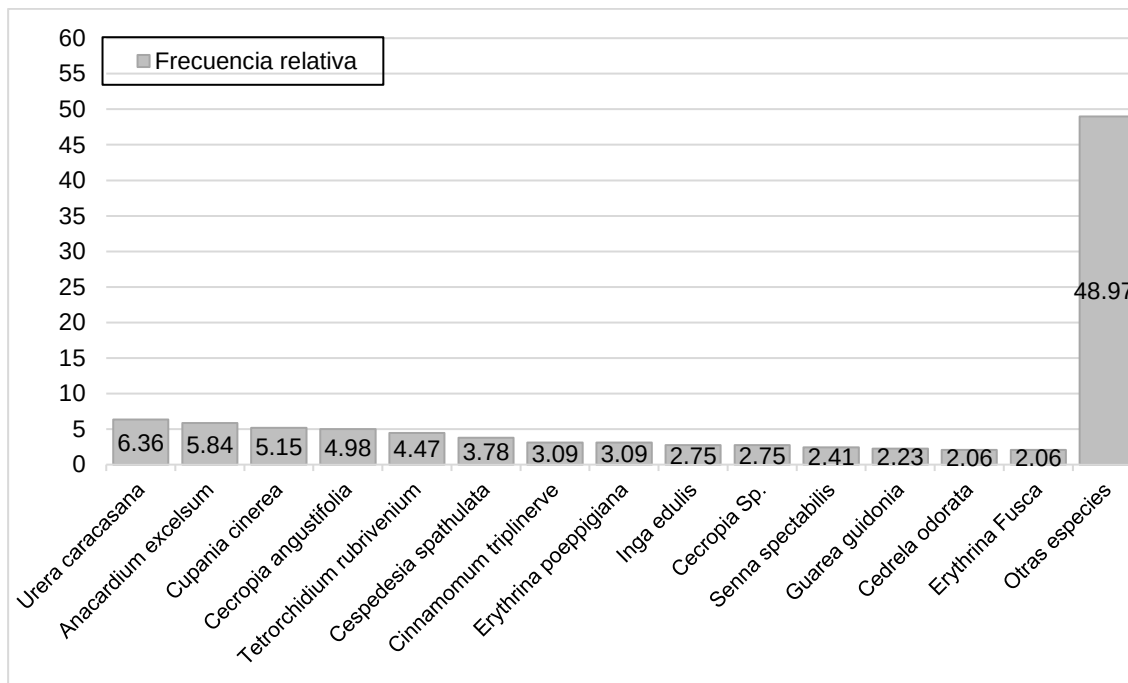
Tabla 4-10. Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

Especie		Transectos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	37	68,5185	6,36
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	34	62,9630	5,84
<i>Cupania cinerea</i>	Guacharaco	30	55,5556	5,15
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	29	53,7037	4,98
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Varablanca	26	48,1481	4,47
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	22	40,7407	3,78
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	18	33,3333	3,09
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	18	33,3333	3,09
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	16	29,6296	2,75
<i>Cecropia Sp.</i>	Yarumo 1	16	29,6296	2,75
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	14	25,9259	2,41
<i>Guarea guidonia</i>	Cedro macho	13	24,0741	2,23
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rosado	12	22,2222	2,06
<i>Erythrina Fusca</i>	Cachimbo	12	22,2222	2,06
Otras especies	Otras especies	N/A	527,7778	48,97
Total		54	1077,7778	100,00

Fuente: El autor.

Al realizar el análisis de la distribución de las frecuencias de aparición de las especies en los 54 transectos establecidos en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm), salta a la vista como la especie Ortiga (*Urera caracasana*) sobresale al estar en el 68 % de las unidades muestrales, mientras que la mayor parte de la diversidad del bosque fue encontrada en menos del 25 % de las zonas muestreadas.

Gráfica 4-8 Frecuencia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

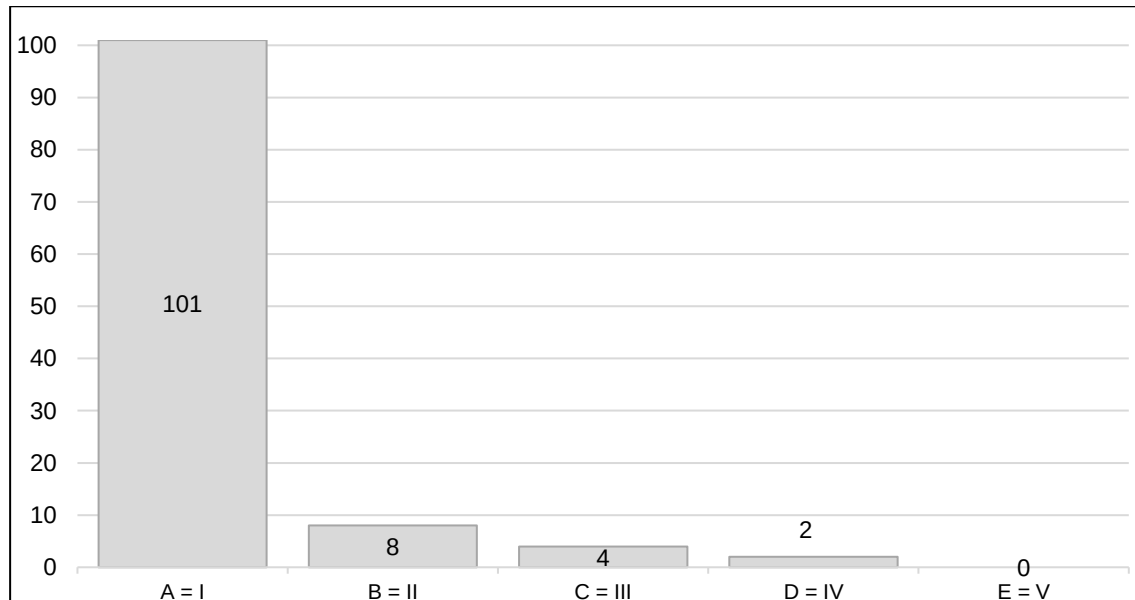


Fuente: El autor.

❖ Histograma de frecuencia

El histograma de distribución de la frecuencia por especie encontrada a en la zona de vida de bosque húmedo tropical en donde se puede observar una heterogeneidad claramente evidenciada donde la mayor parte de las especies presentaron una frecuencia absoluta en la primera categoría; esto entendido como la presencia de estas especies en menos del 20 % de las unidades muestrales y la mayor parte de las especies restantes se encontraron en las categorías B y C. Esto permite concluir que la mayoría de las especies se encontraron en patrones semigregarios y distribuciones moderadamente esparcidas en el área.

Gráfica 4-9 Histograma de clases de frecuencia de especies en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).



Fuente: El autor.

Análisis De Dominancia De Especies

La dominancia de especies hace referencia al espacio físico ocupado por una determinada especie dentro de la comunidad; esta expresa entonces el grado de cubrimiento o cobertura por medio de la proyección horizontal de la especie sobre la superficie del suelo; este factor permite medir de cierta manera el potencial productor del medio ambiente y es útil en la determinación de la calidad de sitio dentro del ecosistema (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

La dominancia absoluta de una especie se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo; sin embargo, debido a que la estructura de los bosques es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces incluso imposible de realizar, por esta razón para la determinación de la dominancia se utiliza la suma de las áreas basales por especie puesto que hay una relación lineal alta entre el diámetro de copa y del fuste (Alvis Gordo, 2009), tal como se presenta en la siguiente ecuación.

Ecuación 4-5. Cálculo de la dominancia absoluta por especie.

$$\text{Dominancia absoluta} = \text{Area Basal}$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

La dominancia relativa se expresa en porcentaje y está dada por la relación entre el área basal de una especie y la sumatoria de las dominancias absolutas de todas las especies registradas en el inventario; la ecuación empleada es:

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

Ecuación 4-6. Cálculo de la dominancia relativa por especie.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\sum \text{Area basal por especie}}{\sum \text{Area basal para todas especies}} \times 100$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

Al realizar análisis de dominancia de especies es importante tener en cuenta que las especies con mayores abundancias tienen la tendencia de presentar las mayores dominancias y por consiguiente tener mayores valores en dominancia con respecto a las demás; sin embargo, el factor determinante es el diámetro que presentan los individuos de estas especies. Con base en lo expuesto con anterioridad; el análisis de dominancia proporciona una idea de la influencia que algunas especies tienen sobre las demás, en donde aquellas que poseen mayores dominancias, presumiblemente sean aquellas mejor adaptadas al entorno.

Resultados de dominancia para la zona de vida Bosque Seco Tropical

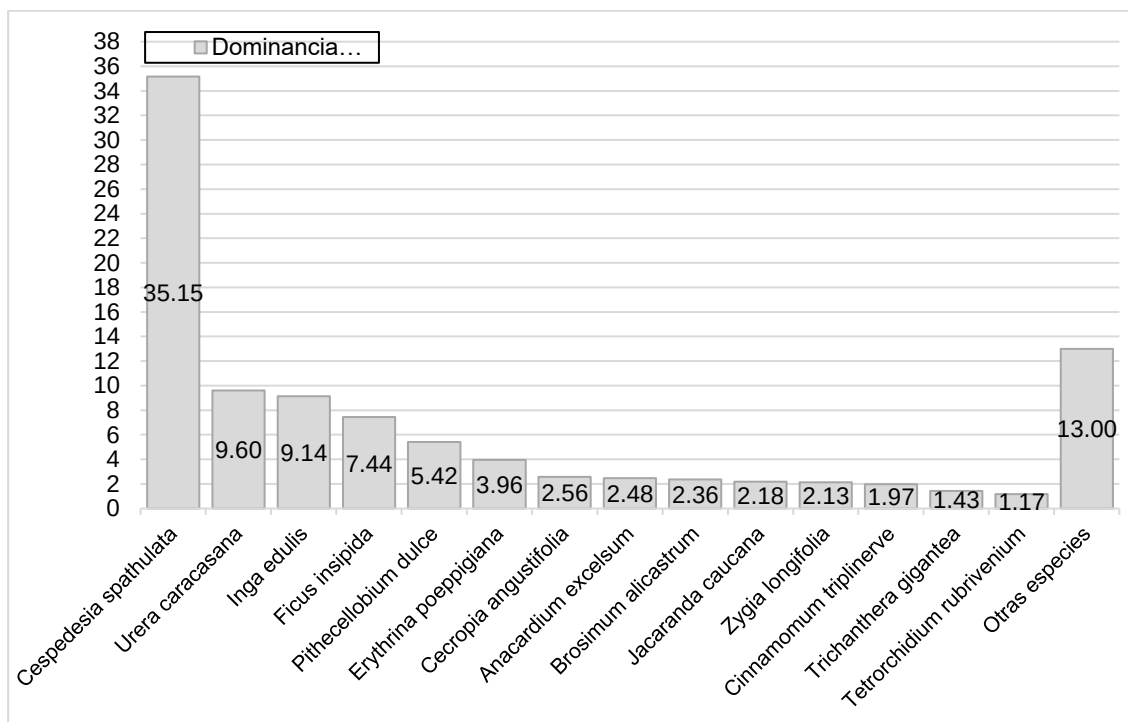
Tabla 4-11. Dominancia de especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).

Nombre científico	Nombre común	Dominancia	
		Absoluta	Relativa
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	11,40	35,15
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	3,11	9,60
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	2,96	9,14
<i>Ficus insipida</i>	Higuerón nervadura amarilla	2,41	7,44
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	1,76	5,42
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	1,28	3,96
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	0,83	2,56
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	0,80	2,48
<i>Brosimum alicastrum</i>	Lechero	0,77	2,36
<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	0,71	2,18
<i>Zygia longifolia</i>	Amé	0,69	2,13
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	0,64	1,97
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	0,46	1,43
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Vara blanca	0,38	1,17
Otras especies	Otras especies	4,21	13,00
Total		32,4180	100,00

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

En la zona de vida de bosque seco tropical las especies Pacó (*Cespedesia spathulata*), Ortiga (*Urera caracasana*) y Guamo rabo de mico (*Inga edulis*); son las que tienen las mayores dominancias sumando entre las aproximadamente el 54 % del total del bosque; del mismo modo, las demás especies no logan superar el 8 % de dominancia relativa; siendo así evidente como se trata de un sitio en el cual sobresalen pocas especies y las demás tienen unas dimensiones menores en el terreno. Tal como suele ocurrir en bosques secos tropicales.

Gráfica 4-10 Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T).



Fuente: El autor.

Resultados de dominancia para la zona de vida Bosque Húmedo premontano

El valor de dominancia relativa aportado por las especies agrupadas en la categoría de otras especies corresponde al 20.94 % del total del bosque; de esta manera, se puede ver como a pesar de que sobresalen algunas especies, la diversidad del sitio es también tiene una representación alta en cuanto a la dominancia.

Tabla 4-12. Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

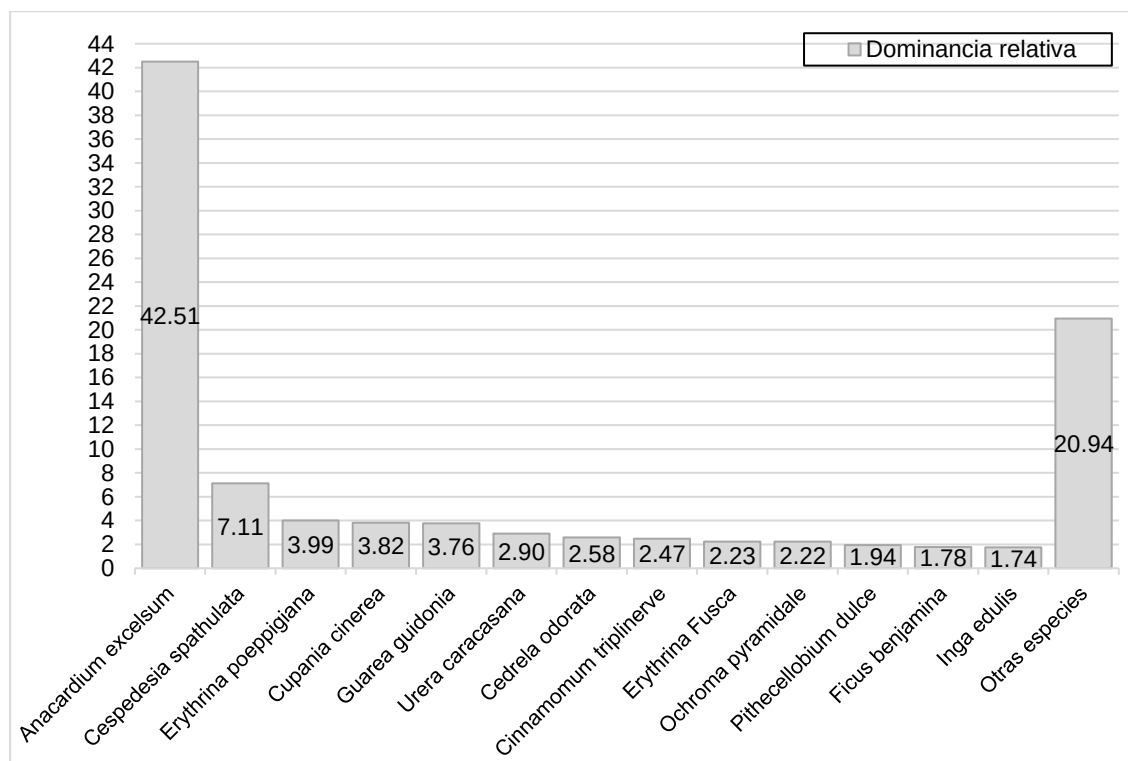
Nombre científico	Nombre común	Dominancia	
		Absoluta	Relativa
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	75,9427	42,51
<i>Cespidesia spathulata</i>	Pacó	12,6970	7,11
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	7,1332	3,99
<i>Cupania cinerea</i>	Guacharaco	6,8210	3,82
<i>Guarea guidonia</i>	Cedro macho	6,7151	3,76
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	5,1889	2,90
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rosado	4,6004	2,58
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	4,4183	2,47
<i>Erythrina Fusca</i>	Cachimbo	3,9758	2,23
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	3,9739	2,22
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	3,4612	1,94
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus benjamin	3,1735	1,78

Nombre científico	Nombre común	Dominancia	
		Absoluta	Relativa
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	3,1167	1,74
Otras especies	Otras especies	37,41	20,94
Total		178,6260	100,00

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Se debe tener en cuenta tanto las abundancias de las especies como las características fisiológicas y fenológicas de las mismas. De esta manera, a pesar de que la especie más abundante sea Ortiga (*Urera caracasana*), el mayor valor en cuanto a dominancia corresponde a la especie Caracolí (*Anacardium excelsum*), la cual tiende a desarrollar grandes dimensiones; por su parte, la Ortiga (*Urera caracasana*) es una especie característica de sitios intervenidos, la cual tiene un ciclo de vida corto y alta capacidad de rebrote favoreciendo la aparición de múltiples individuos de esta especie, pero con dimensiones pequeñas.

Gráfica 4-11 Dominancia de especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO.

El diámetro mayor encontrado en el muestreo es de 1.87 m, correspondientes a la especie *Anacardium excelsum* (Caracolí), el cual se ha reportado como árbol de gran porte en bosques secos de Colombia (Rangel & Velasquez, 1997), (Quiroga C, Roa R, Melo Cruz, & Fernandez Mendez, 2019). Del mismo modo, esta es una especie de crecimiento

 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 RONDA HÍDRICA – FASE C DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO Y CONTRASTE CON EL URBANISMO DE LA CIUDAD DE IBAGUE	 IBALE ALBAGUE CORTOLIMA Corporación Autónoma Regional del Tolima
--	--	---

rápido, como lo afirman Lozano y otros (2012); quienes determinaron que la especie *Anacardium excelsum*, tiene una tasa de crecimiento diamétrico aproximada de 1,40 cm por año en los bosques naturales del departamento del Tolima.

Cálculo De Índice De Valor De Importancia (I.V.I)

A lo largo del desarrollo de la ecología se han utilizado estudios basados principalmente descripciones cualitativas; sin embargo, a medida que se desarrollan aspectos cuantitativos de esta ciencia reciente, se han requerido de descripciones más precisas por medio de medidas numéricas y de índices (Curtis & McIntosh, 1950).

Como su nombre lo dice el Índice de Valor de Importancia por sus siglas "I.V.I" de Curtis y McIntosh (1951) se utiliza para describir la importancia relativa de las especies arbóreas dentro del bosque teniendo en cuenta sus funciones y mecanismos para mantenerse en el ecosistema. Este se calcula por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 4-7. Cálculo de la del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) por especie.

$$I.V.I = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

Fuente: (Melo Cruz & Vargas Ríos, 2003).

El índice de valor de importancia se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativas. Con este índice es posible comparar, el peso ecológico que tiene cada especie dentro del ecosistema. Sin embargo, no se debe despreciar el papel ecológico de las demás especies puesto que estas en su conjunto son de suma importancia para mantener la dinámica y funcionalidad del bosque.

Se puede considerar que valores del Índice de Valor de Importancia parecidos para las diferentes especies son representativas de la presencia de equidad en el ecosistema en relación con la estructura, dinámica y composición; Por otro lado, se puede deducir que las especies con mayores valores del I.V.I. tienden a predominar en el bosque (Lamprecht, 1990).

Resultados del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) para la zona de vida Bosque Seco Tropical

Tabla 4-13. Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).

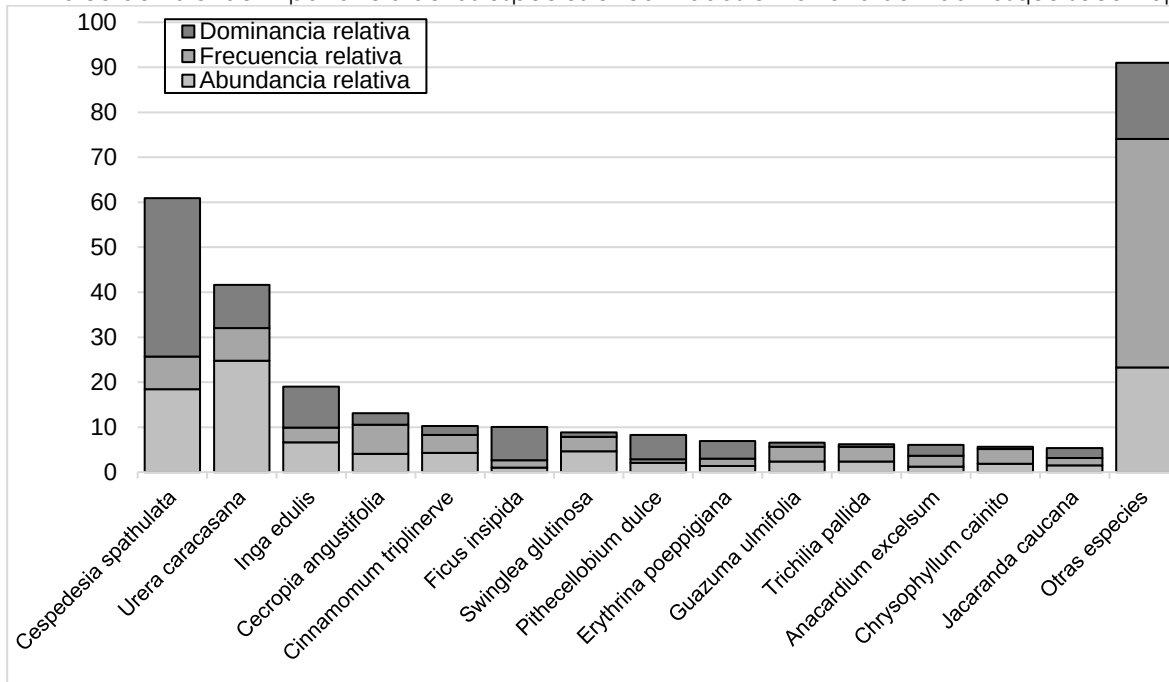
		Abundancia		Frecuencia			Dominancia			
Nombre científico	Nombre común	Absoluta	Relativa	Transectos	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	I.V.I	I.V.I. ajustado
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	108	18,4615	9	81,8182	7,2581	11,3962	35,1541	60,8737	20,2912
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	145	24,7863	9	81,8182	7,2581	3,1118	9,5990	41,6434	13,8811
<i>Inga edulis</i>	Guamobaco	39	6,6667	4	36,3636	3,2258	2,9637	9,1422	19,0347	6,3449

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Frecuencia			Dominancia		I.V.I	I.V.I. ajustado
		Absoluta	Relativa	Transectos	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa		
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	24	4,1026	8	72,7273	6,4516	0,8312	2,5639	13,1181	4,3727
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Laurel	25	4,2735	5	45,4545	4,0323	0,6384	1,9693	10,2750	3,4250
<i>Ficus insipida</i>	Higuerón nervadura amarilla	6	1,0256	2	18,1818	1,6129	2,4107	7,4362	10,0748	3,3583
<i>Swinglea glutinosa</i>	Limón swinglia	27	4,6154	4	36,3636	3,2258	0,3335	1,0288	8,8700	2,9567
<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	12	2,0513	1	9,0909	0,8065	1,7574	5,4210	8,2788	2,7596
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	8	1,3675	2	18,1818	1,6129	1,2844	3,9620	6,9425	2,3142
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	14	2,3932	4	36,3636	3,2258	0,3104	0,9574	6,5764	2,1921
<i>Trichilia pallida</i>	Guacharaca	14	2,3932	4	36,3636	3,2258	0,2010	0,6201	6,2391	2,0797
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	7	1,1966	3	27,2727	2,4194	0,8037	2,4793	6,0952	2,0317
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	11	1,8803	4	36,3636	3,2258	0,1802	0,5558	5,6620	1,8873
<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	9	1,5385	2	18,1818	1,6129	0,7057	2,1768	5,3282	1,7761
Otras especies	Otras especies	136	23,2479	N/A	572,7273	50,8065	5,4897	16,9340	90,9884	30,3295
Total		585	100,00	11	1127,2727	100,00	32,4180	100,00	300,00	100,00

Fuente: consorcio HICROCHIPALO 2021.

Gráfica 4-12 Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida Bosque seco Tropical (Bs-T).



Fuente: El autor.

El I.V.I. de las especies vegetales encontradas en la zona de vida de bosque seco tropical presenta valores sobresalientes para las primeras dos especies siendo estas Pacó (*Cespedesia spathulata*) y Ortiga (*Urera caracasana*) con aproximadamente el 20 % y el 14 % del peso ecológico del bosque respectivamente; siendo estos valores muy superiores a los de las demás especies las cuales en su mayoría representan menos del 5 % del peso ecológico del sitio mostrándose como salvo dos excepciones el valor ecológico y funcional de este sitio está representado por la diversidad de especies presente.

Resultados del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) para la zona de vida Bosque Húmedo Premontano

Tabla 4-14. Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		I.V.I	I.V.I. ajustado
		Absoluta	Relativa	Transectos	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	148	6,9614	34	62,9630	5,8419	75,9427	42,5149	55,3183
<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	275	12,9351	37	68,5185	6,3574	5,1889	2,9049	22,1974
<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	120	5,6444	22	40,7407	3,7801	12,6970	7,1082	16,5326
<i>Cupania cinerea</i>	Guacharaco	121	5,6914	30	55,5556	5,1546	6,8210	3,8186	14,6647
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo 2	94	4,4214	29	53,7037	4,9828	2,9674	1,6612	11,0655
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Varablanca	66	3,1044	26	48,1481	4,4674	2,2975	1,2862	8,8580
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cambulo	31	1,4581	18	33,3333	3,0928	7,1332	3,9934	8,5443
<i>Cinnamomum</i>	Laurel	59	2,7752	18	33,3333	3,0928	4,4183	2,4735	8,3414

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 oficina 502 - Edificio cámara de comercio
Correo: ingenieria@riochipalo.org

Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Frecuencia			Dominancia		I.V.I	I.V.I. ajustado
		Absoluta	Relativa	Transectos	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa		
<i>triplinerve</i>										
<i>Guarea guidonia</i>	Cedro macho	44	2,0696	13	24,0741	2,2337	6,7151	3,7593	8,0626	2,6875
<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	38	1,7874	16	29,6296	2,7491	3,1167	1,7448	6,2814	2,0938
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rosado	34	1,5992	12	22,2222	2,0619	4,6004	2,5754	6,2365	2,0788
<i>Erythrina Fusca</i>	Cachimbo	28	1,3170	12	22,2222	2,0619	3,9758	2,2258	5,6046	1,8682
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	34	1,5992	9	16,6667	1,5464	3,9739	2,2247	5,3703	1,7901
<i>Bauhinia variegata</i>	Casco de vaca	62	2,9163	9	16,6667	1,5464	1,4223	0,7962	5,2589	1,7530
<i>Otras especies</i>	Otras especies	972	45,7197	N/A	550,0000	51,0309	37,3559	20,9129	117,6635	39,2212
Total		2126	100,00	54	1077,7778	100,00	178,6260	100,00	300,00	100,00

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

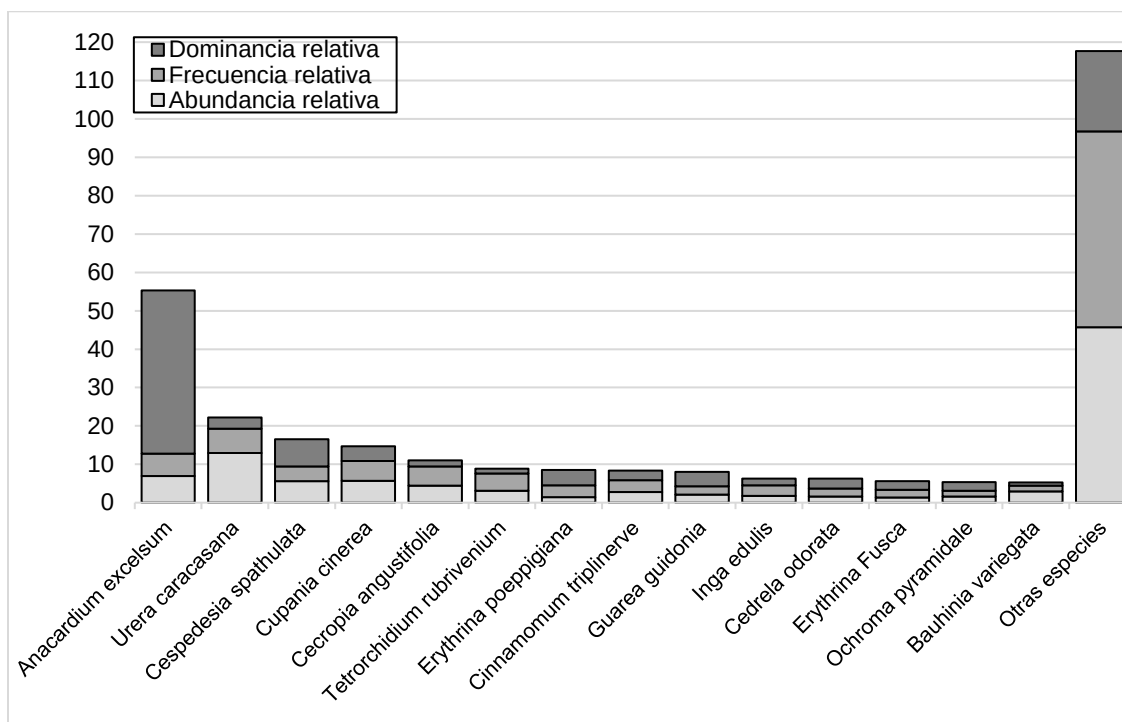
	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Una vez calculado el Índice de Valor de Importancia para la zona de bosque seco tropical se puede observar cómo únicamente tres especies representan cerca del 31 % del total, dejando ver cómo estas tres especies son las que tienen el mayor peso ecológico actualmente en el bosque. Sin embargo, la especie con mayor I.V.I. es Caracolí (*Anacardium excelsum*), una especie que tiende a desarrollar grandes dimensiones, situación que ha afectado su peso ecológico final; del mismo modo, el hecho que la especie Ortiga (*Urera caracasana*) sea aquella con el segundo mayor valor de I.V.I. es llamativo pues esta especie es característica de sitios intervenidos en sus primeras etapas de recuperación, indicando que se trata de un bosque altamente afectado por intervenciones antrópicas.

También es posible observar la presencia de algunas especies ornamentales y entre los primeros lugares de la importancia ecológica calculada mostrando nuevamente los efectos de la presencia de la comunidad alrededor del ecosistema, en donde en muchos casos posterior a la remoción de coberturas naturales, se establecen especies no nativas dando prioridad a potenciales estéticos.

Finalmente, el valor de alrededor de 39 % del peso ecológico del bosque estudiado; se encuentra agrupado en la categoría de otras especies lo que muestra como la diversidad del bosque es la que tiene mayor valor de importancia en el mismo, aunque su dinámica y funcionalidad sobresalgan algunas especies.

Gráfica 4-13 Índice de valor de importancia de las especies encontradas en la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Se puede observar cómo acorde a lo evidenciado por Quiroga y otros (2019); en bosques jóvenes, es común encontrar mayor simpleza en la conformación de las especies la cual aumenta en complejidad a medida que el sitio madura. Por otra parte, los autores reportan para ecosistemas tropicales, valores sobresalientes por medio del cálculo del I.V.I. para las especies como Caracolí (*Anacardium Excelsum*) entre otras; lo que es concordante con los resultados del estudio.

Soler y otros (2012) por su parte, analizaron el Índice de Valor de Importancia de la flora de tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela; obteniendo que las seis especies con mayor peso ecológico aportan el 60 % del total del I.V.I.; tratándose de sitios con mayor homogeneidad que los resultados encontrados en el país.

➤ **Cálculo de H para cada una de las zonas de vida delimitadas**

De acuerdo con los valores de I.V.I obtenidos para el área de estudio y según lo determinado por el ministerio de ambiente, se deben identificar las tres (3) especies con mayor I.V.I y proceder con el cálculo del promedio de la altura media de estas especies, lo cual conforma el parámetro estructural H, que será uno de los determinantes para la delimitación den componente ecosistémico de la ronda hídrica del río Chipalo.

• **Valor H para la zona de vida Bosque Seco Tropical (BS-T)**

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibague
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	--	---

Como se mencionó anteriormente, las tres especies con mayor Índice de Valor de Importancia Bosque seco Tropical (Bs-T) corresponden a *Anacardium excelsum* (Caracolí), *Urera caracasana* (Ortiga) y *Cespedesia spathulata* (Pacó) cuyas alturas promedio en la zona de vida son de 14,5, 9,6 y 11,3 respectivamente. De esta manera, el valor H para el cálculo de la envolvente biótica corresponde a 11,8386.

Tabla 4-15. Valor H determinado para la zona de vida Valor H Bosque seco Tropical (Bs-T).

Top I.V.I	Especie	Nombre común	Altura total promedio (H)
1	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	14,5135
2	<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	9,6673
3	<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	11,3350
Promedio			11,8386

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

• **Valor H para la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (BH-PM)**

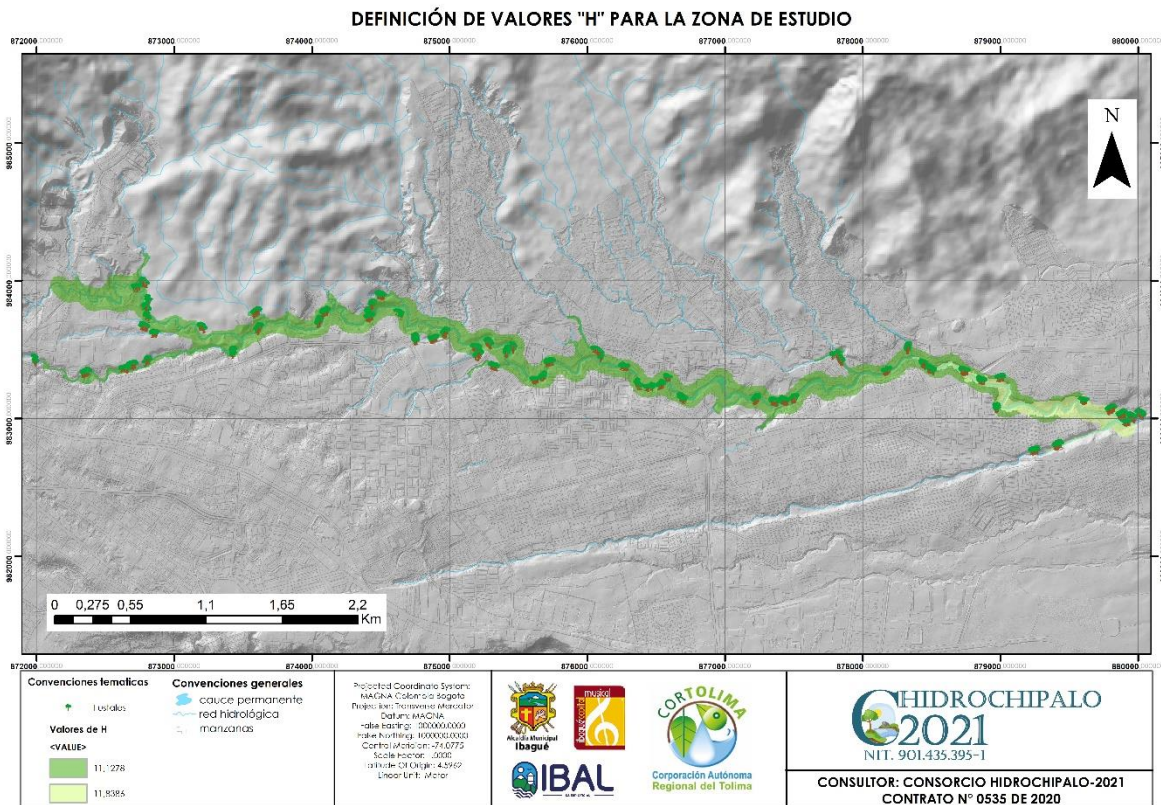
Para la zona de vida de Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm), las tres especies con mayor Índice de Valor de Importancia Bosque seco Tropical (Bs-T) corresponden a *Cespedesia spathulata* (Pacó), *Urera caracasana* (Ortiga) e *Inga edulis* (Guamo rabo de mico) cuyas alturas promedio en la zona de vida son 11,98, 9,63 y 11,77 respectivamente. De tal modo, el valor H para el cálculo de la envolvente biótica corresponde a 11,1278.

Tabla 4-16. Valor H determinado para la zona de vida Bosque húmedo Premontano (Bh-Pm).

Top I.V.I	Especie	Nombre común	Altura total promedio (H)
1	<i>Cespedesia spathulata</i>	Pacó	11,9806
2	<i>Urera caracasana</i>	Ortiga	9,6310
3	<i>Inga edulis</i>	Guamo rabo de mico	11,7718
Promedio			11,1278

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

Figura 4-30 Mapa de definición de valores de "H" para las zonas de vida definidas por el autor



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021

➤ **Definición de la relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica (N)**

Para definir la relación entre la densidad y el área de drenaje por unidad geomorfológica "N", se debe relacionar el área de las cuencas aferentes y la densidad de drenaje (Tabla 4-17). La franja ecosistémica, será menor en las corrientes que posean alta densidad de drenaje y áreas aferentes menores y será mayor en las corrientes que posean baja densidad de drenaje y áreas aferentes mayores.

Tabla 4-17 Relación de área de cuenca aferente (km²) y densidad de drenaje (Dd), para obtener valor de N

Área de cuenca aferente (km ²)	Valor de N		
	Densidad de drenaje (Dd)		
	Baja < 1.5 km/km ²	Media 1.5 – 3.0 km/km ²	Alta > 3.0 km/km ²
0 < A ≤ 1	2.0	1.5	1.0
1 < A ≤ 10	2.5	2.0	1.5

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibagué
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	--	---

10 < A ≤ 100	3.0	2.5	2.0
100 < A ≤ 1000	3.5	3.0	2.5
1000 < A ≤ 10000	4.0	3.5	3.0
10000 < A ≤ 100000		4.0	

Fuente: Guía técnica de criterios para delimitación de rondas hídricas en Colombia, Ministerio de Ambiente, UNAL, 2012.

- **Definición de subunidades geomorfológicas (UG)**

La definición de subunidades geomorfológicas que se utilizará en el presente numeral será la obtenida en la fase de delimitación del componente geomorfológico del presente informe, correspondiente al mapa escala 1:25.000 de subunidades geomorfológicas asociadas a la ronda hídrica del río Chipalo que se puede observar en la Figura 4-4.

- **Cálculo de la densidad de drenaje (Dd) por UG**

La densidad de drenaje de una cuenca según Horton (1945) es definida como el cociente entre la longitud total de los cauces que conforman su sistema fluvial, expresada en kilómetros (km) y el área total de la cuenca, expresada de Km², para el cálculo de Dd se tendrá en cuenta el área de las unidades geomorfológicas previamente delimitadas. Como se expresa en la ecuación 4-8.

Ecuación 4-8. Cálculo de la densidad de drenaje por unidad geomorfológica.

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Fuente: Ministerio De Ambiente, 2012

Donde:

Dd = Densidad de Drenaje de la unidad geomorfológica

L = Longitud de drenaje asociado a la unidad geomorfológica

A = Área de la unidad geomorfológica

De acuerdo con la ecuación anterior se obtuvieron las densidades de drenaje correspondientes a las tres subunidades geomorfológicas comprendidas en el área de la cuenca alta del río Chipalo (Tabla 4-18). La manera de calcular la longitud de drenaje para cada unidad geomorfológica fue por medio de software SIG realizando cálculos matemáticos de las longitudes de las líneas de drenaje incluidas en el Shape de la red hidrológica de esta cuenca que ocupan cada una de las tres UG delimitadas preliminarmente.

 HIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	--	---

Tabla 4-18 Clasificación de densidad de drenaje según Londoño 2001, para las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio

Unidad geomorfológica	Longitud de drenaje asociada (km)	Área de la unidad geomorfológica (km ²)	Densidad de drenaje (Dd) (km/km ²)	clasificación de Dd según Londoño (2001)
Su_1	15.35931	2,336218	6.57443355	Alta
Su_2	4,285102	15,426219	0.2777804464	Baja
Su_3	89.117242	44,305108	2.011443963	Media
Su_4	51.207681	35,517107	1.441775114	Baja

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Así mismo se obtienen las áreas en kilómetros de cada una de las subcuencas que conforman la cuenca alta del río Chipalo (Tabla 4-19) y se determina la UG predominante en cuanto área abarcada de cada una de estas subcuencas para en función de la clasificación de Dd según Londoño (2001) hacer la relación según la tabla 4-19 y obtener el valor de N determinado.

Tabla 4-19 Relación de Unidades Geomorfológicas (UG) y la clasificación de Densidad de Drenaje (Dd) según Londoño para calcular el valor de N.

Nombre de la subcuenca	Código	Área de la subcuenca (Km ²)	UG predominante en la subcuenca	clasificación de Dd según Londoño (2001)	Valor de N (Km)
Irazu	A	1,697448	Su_2	Baja	2,5
La Aurora	B	4,781396	Su_3	Media	2,0
Cristales	C	1,144843	Su_3	Media	2,0
	D	0,146057	Su_1	Alta	1,5
La Tigresa	E	3,723707	Su_3	Media	2,0
Antoni Nariño	F	0,9755	Su_3	Media	1,5
	G	0,230435	Su_3	Media	1,5
	H	0,084499	Su_3	Media	1,5
	I	0,032507	Su_3	Media	1,5
	J	0,019678	Su_3	Media	1,5
	K	2,40908	Su_3	Media	2,0
La Ambala	L	10,171137	Su_3	Media	2,5
La Saposia	M	11,475106	Su_3	Media	2,5
La Tusa	N	2,424906	Su_3	Media	2,0
	O	1,427459	Su_2	Baja	2,5

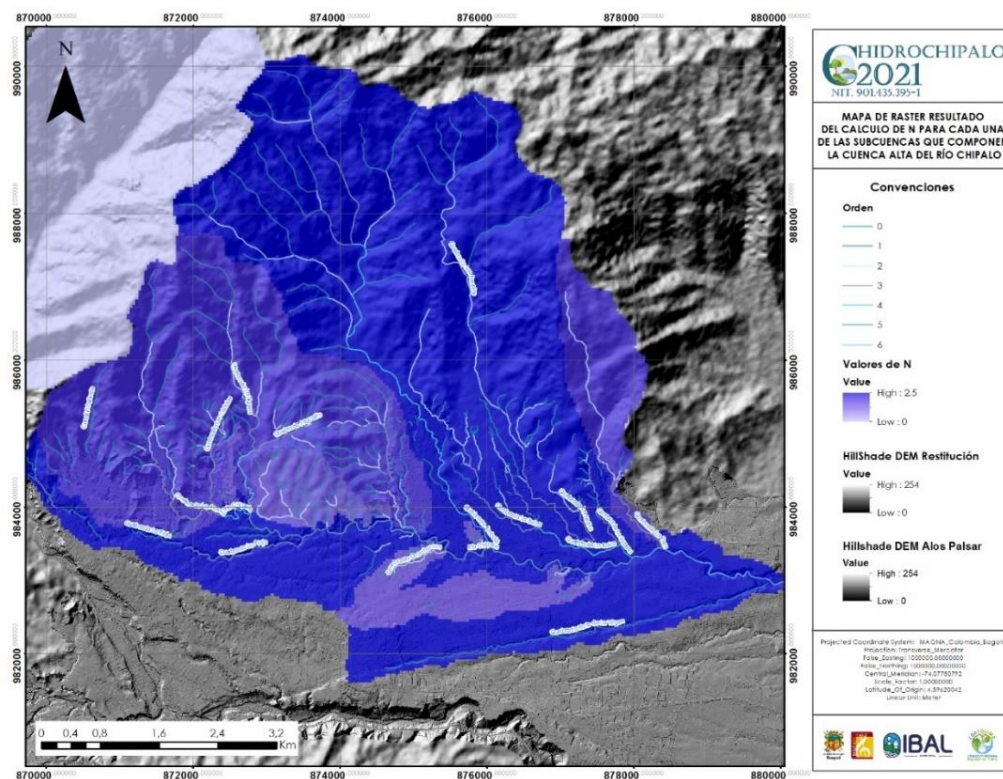
 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Nombre de la subcuenca	Código	Área de la subcuenca (Km2)	UG predominante en la subcuenca	clasificación de Dd según Londoño (2001)	Valor de N (Km)
	P	0,058424	Su_2	Baja	1,5
	Q	0,528718	Su_2	Baja	1,5
	R	0,466293	Su_2	Baja	1,5
	S	0,873474	Su_2	Baja	1,5
Hato de la Virgen	T	3,232574	Su_2	Baja	2,5
	V	3,487897	Su_2	Baja	2,5
	V_1	0,057922	Su_2	Baja	1,5

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Con los valores de N obtenidos se realizó procesamiento en software SIG y se genera un DEM en formato Ráster donde cada pixel tendrá el valor de N para cada subcuenca (Figura 4-29).

Figura 4-31 Ráster resultante del cálculo de N para la cuenca alta del río Chipalo.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibagué
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

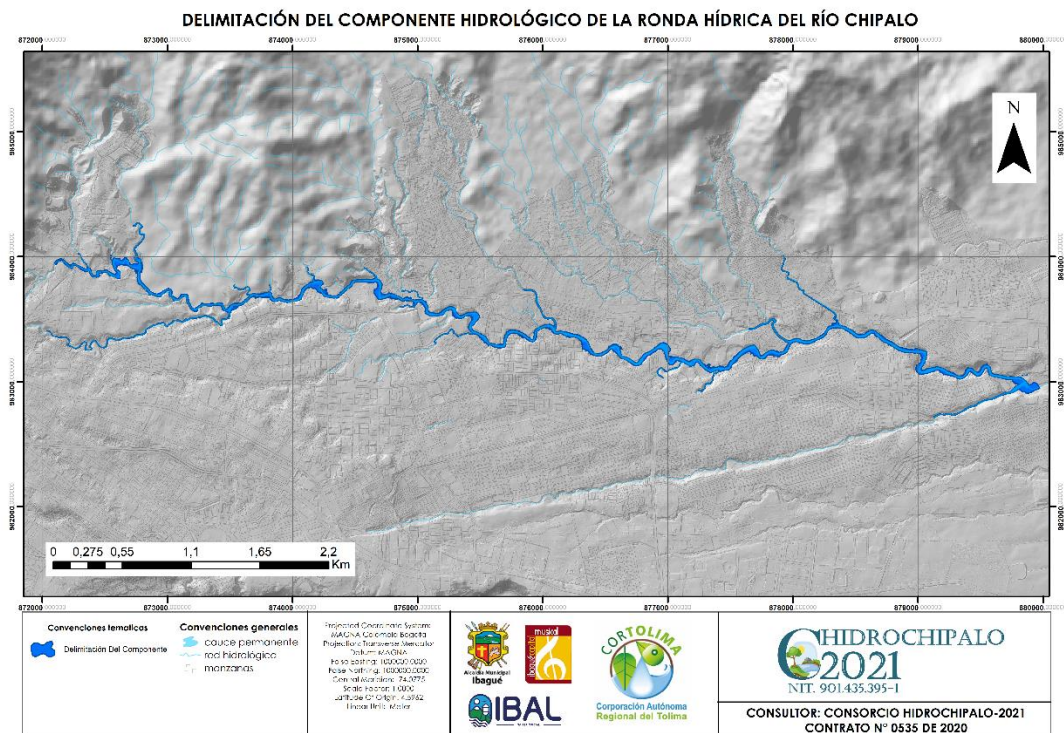
5. DELIMITACIÓN TEÓRICA DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO

De la aplicación de la guía técnica del Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible resultan las manchas de los tres componentes que conforman la ronda hídrica del río Chipalo: Hidrológico, geomorfológico y ecosistémico. Para cada uno de los componentes se contemplaron los criterios y metodología definidos por el Ministerio De Ambiente, como se explica en el numeral 4 del presente documento. Los resultados se desglosan en este capítulo en función del componente delimitado.

5.1 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO.

Gracias a los insumos obtenidos como: los modelos hidráulicos con periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años con los caudales calculados y la información no sistemática, se delimita el área que comprende el componente hidrológico de la ronda hídrica del río Chipalo. Se toma la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años y la mancha del cauce permanente del río Chipalo para delimitar el área de este componente (Figura 5-1) realizando una transposición de las áreas según lo estipulado por el Ministerio De Ambiente, Mapa incluido en el Anexo X.

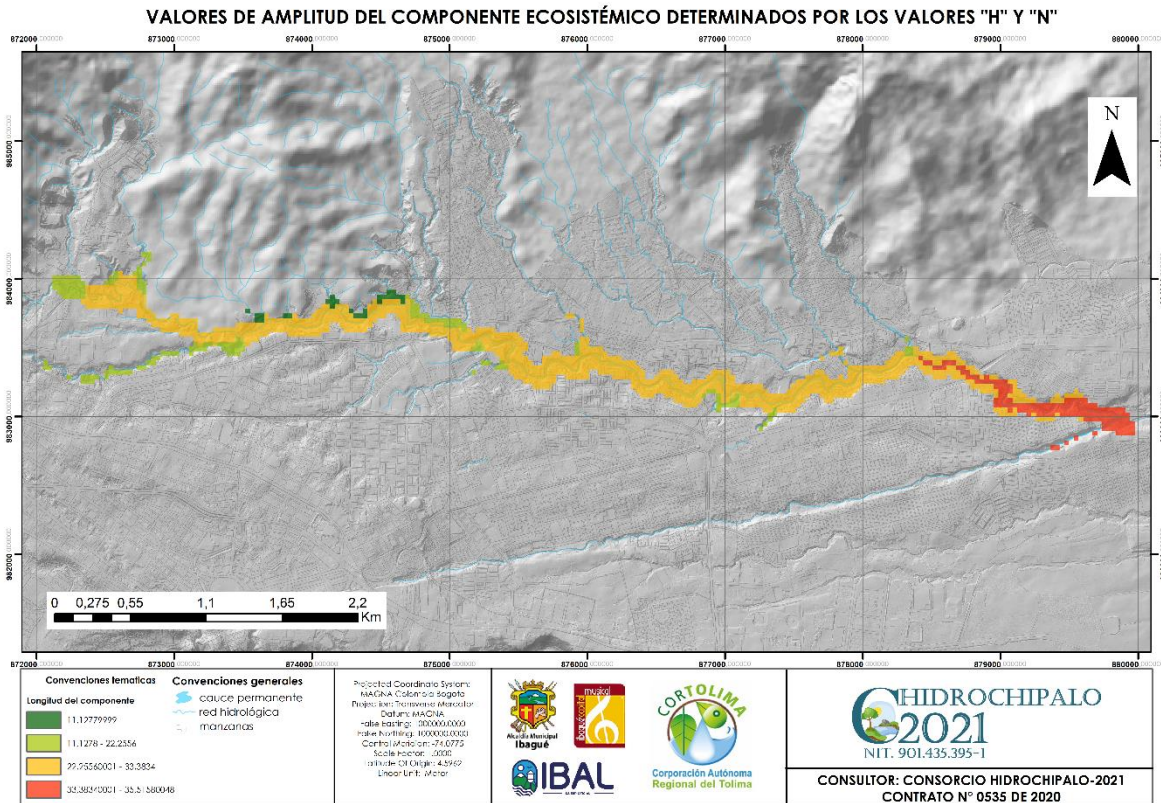
Figura 5-1 delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Chipalo, resultante de la transposición del cauce permanente del río y de la mancha de inundación con periodo de retorno a 100 años resultante de las modelaciones hidráulicas de la cuenca



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibagué
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

Figura 5-3 Ráster resultante del procesamiento SIG, definición del componente ecosistémico.

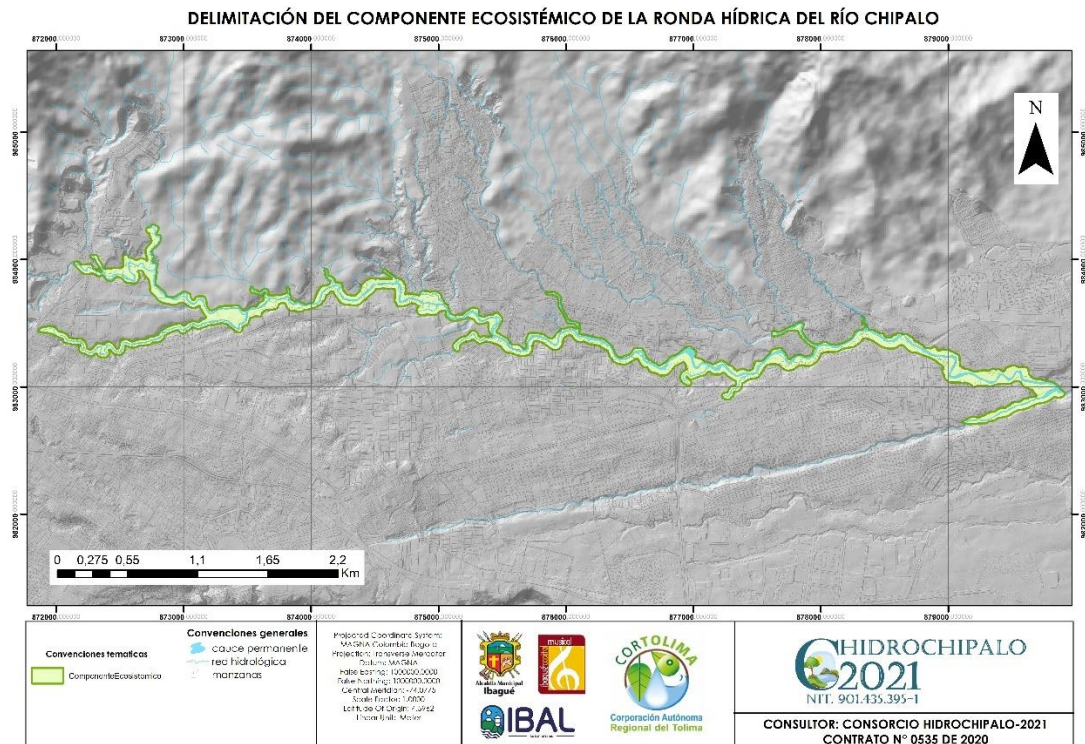


Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Después de obtener el valor del ancho del componente de acuerdo a la metodología planteada por el ministerio de ambiente, se procedió a delimitar el componente teniendo en cuenta las barreras geomorfológicas (taludes) que no permitan la delimitación de la franja en uno de los márgenes del cauce aluvial, esta deberá ser compensada en la margen contraria (Figura 5-4), para mayor detalle dirigirse a la salida grafica incluida en el Anexo.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Figura 5-4 delimitación del área que compone el componente ecosistémico de la ronda hídrica del río Chipalo de acuerdo al trabajo estadístico realizado por parte del autor



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

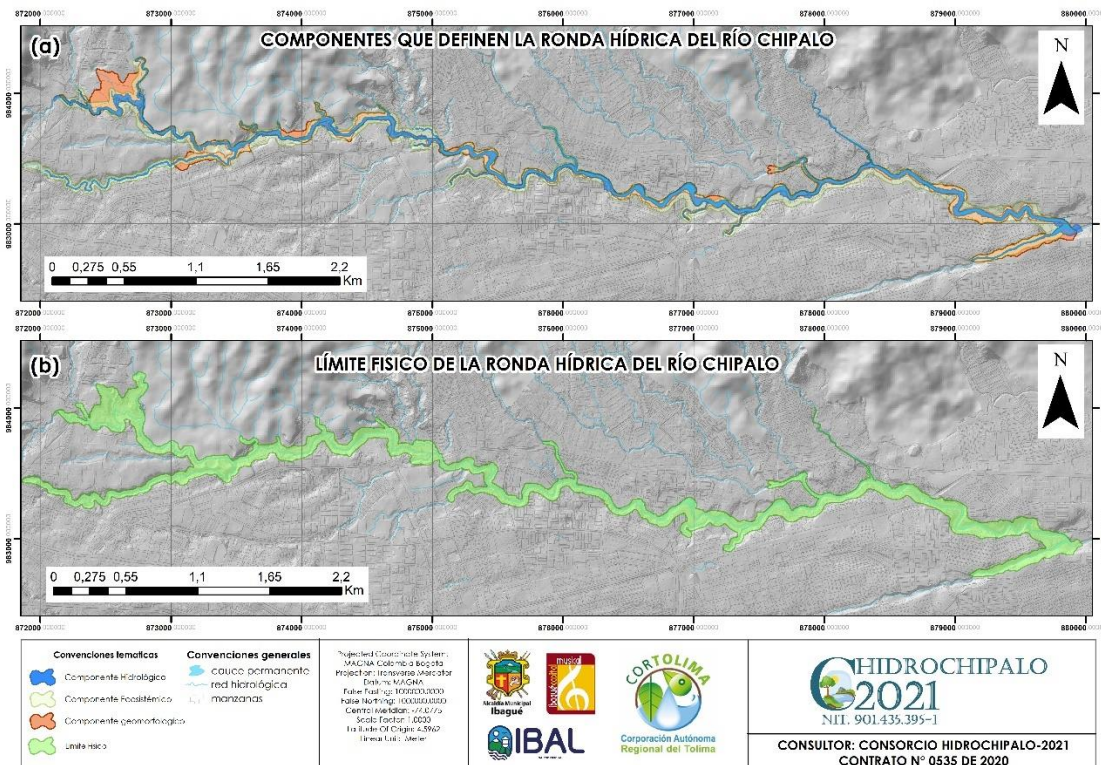
5.4 DELIMITACIÓN TEORICA DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO

Una vez delimitados cada uno de los componentes de la ronda hídrica, se deben definir el límite físico de la Ronda y los elementos constituyentes que la componen, los cuales se definen a continuación:

5.4.1 Límite físico de la ronda hídrica

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el límite físico de una ronda hídrica, es el resultado de la superposición de los componentes (hidrológico, geomorfológico y ecosistémico) que la integran; por este motivo en la Figura 5-5 (a) se realiza la superposición de los componentes y en la figura 5-5 (b) se determina el área del límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo conformado por 113.58 hectáreas.

Figura 5-5 (a) componentes que definen el límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo, (b) área total que define el límite físico de la ronda hídrica del río Chipalo, la cual abarca 113.58 Ha



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

5.4.2 Faja paralela y áreas de protección de la ronda hídrica

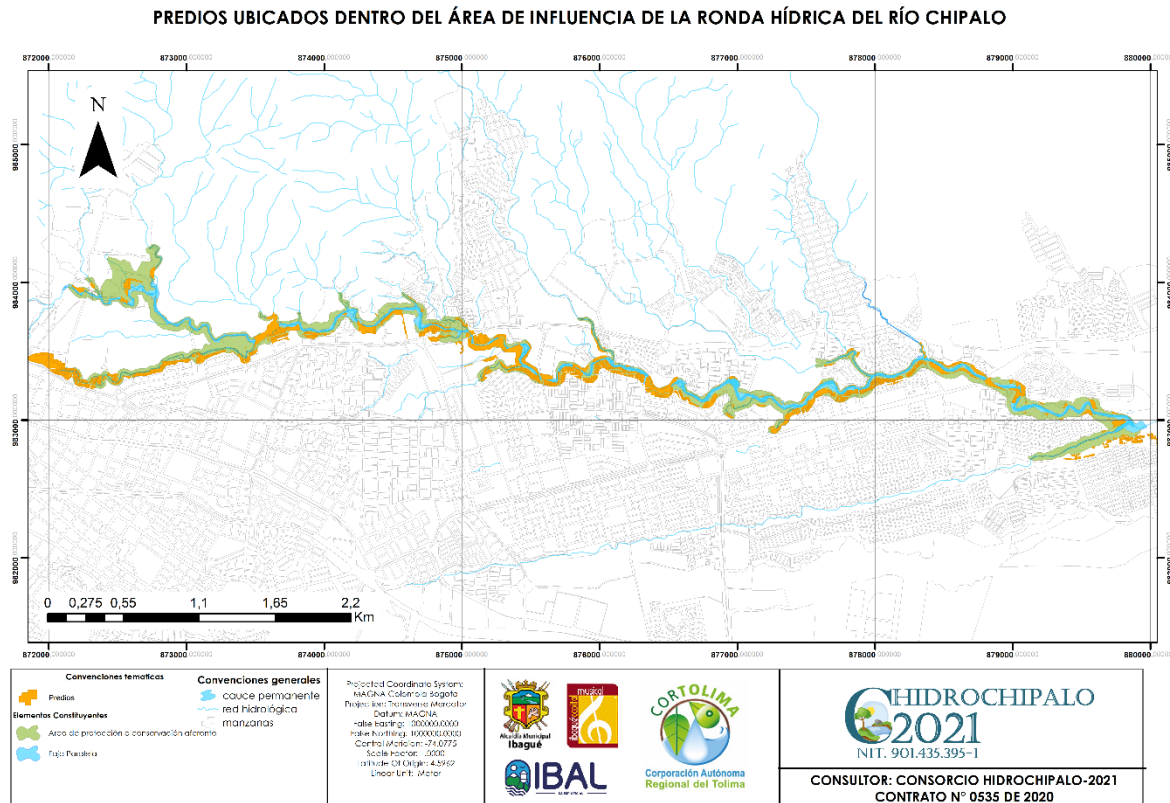
Según el artículo 206 del decreto 1450 de 2011, al definir el límite físico de una ronda hídrica se deben determinar los 2 elementos constituyentes de esta, definidos como: la faja paralela y las áreas de protección o conservación aferente. Para el caso del río Chipalo la faja paralela de la ronda corresponderá al área definida por el componente hidrológico debido a que el ancho de este en su mayoría no supera los 30 metros, y las áreas de protección o conservación aferente corresponden a el área ocupada por los componentes ecosistémico y geomorfológico ya definidos. (Figura 5-6)



En lo que respecta al planteamiento de la ronda hídrica intervenida del río Chipalo, se presentan una serie de elementos a tener en cuenta que inciden en gran parte sobre la delimitación teórica anteriormente formulada, puesto que, al localizarse en un entorno de carácter urbano, convergen elementos de infraestructura vial, servicios públicos, sistema de espacio público, y lo que atañe este capítulo: predios ocupados y construidos por asentamientos informales o de origen informal que hacen que dicha área de ronda y conservación ambiental se vea afectada y modificada por estos factores antrópicos.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibagué
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

Figura 6-1 Mapa de ocupación de predios sobre la ronda hídrica del río Chipalo y sus afluentes.



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Según lo anterior, se desglosará lo evidenciado en el área de estudio con respecto a la ocupación por cada uno de los 4 sectores de estudio.

- Sector 1

Para el sector uno, el POT delimita zonas de suelo de protección y conservación ambiental en áreas de ronda hídrica (30 m. a lado y lado del cauce), la cual está siendo ocupada por construcciones a excepción del Jardín Botánico San Jorge y el parque INEM, lo que representa el 18.8 % (9.2 Ha.) del área de la ronda hídrica (49 Ha.) ocupada por urbanización, siendo así la quebrada la Pioja la más afectada debido a que allí se encuentra la mayor densidad de construcciones causando alto impacto y evadiendo la distancia mínima entre el cuerpo hídrico y los predios.

Por otro lado, la zona norte aún no se ve afectada; sin embargo, la presencia de algunas construcciones de tipo institucional, algunas vías y la proyección de crecimiento urbano como predios de desarrollo prioritario en el sector de Calambeo, podrían atraer el crecimiento desordenado de la mancha urbana hasta alcanzar la quebrada Chipalito – Aurora. Así mismo, en el sector no solo convergen viviendas informales de 1 a 3 pisos, sino además en la zona oriental – Av. Ambalá ya se encuentran edificios y conjuntos

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

residenciales consolidados que superan los 10 pisos de altura y que están implantados muy cerca de las zonas de protección, para los cuales no hay posibilidades de reubicación o cambio de uso.

- Sector 2

En lo que respecta a la mancha urbana del sector 2, esta ha sido urbanizada recientemente en un aproximado de 10 a 15 años, respetando las cesiones de ronda en algunos casos, evidenciando el 33,5 % (12.7 Ha.) de ocupación de las 38 Ha abarcadas, en donde estos predios construidos están distribuidos en los barrios de oriente y occidente, entre tanto, en la zona central desde la calle 77 hasta la calle 95B, la mayoría del área delimitada de ronda hídrica es respetada, aunque actualmente se están iniciando procesos de construcción y con ello la expansión de algunos asentamientos informales, por lo cual es un punto de análisis prioritario para actuar con tratamientos urbanísticos adecuados y así evitar el crecimiento acelerado y no planificado.

Con respecto a la morfología urbana se evidencian 3 tipos; por un lado, se encuentra la forma de ocupación bajo la premisa de conjuntos residenciales en altura con menos relaciones directas en primer piso. En otra instancia, hay una forma de ocupación ordenada y planificada bajo el concepto de tapiz urbano en donde prevalece el vacío, los espacios comunales y una densidad baja con viviendas de 1 a 3 pisos como el barrio Jordán y la campiña. Sin embargo, la mancha urbana se expandió sin ningún eje ordenador hasta alcanzar la zona de protección. Esta misma dinámica de crecimiento orgánico sucede en los barrios Jardín de Chipalo, Villa del Norte, Villa Jardín y otros que se han conformado como asentamientos informales. Finalmente, hay presencia de algunos conjuntos residenciales con edificaciones de más de 5 pisos de altura.

- Sector 3

La mancha urbana sobre la ronda para este sector representa el 26.8 % de ocupación es decir 4.02 hectáreas de las 15 Ha. de ronda abarcadas, tal ocupación se da en los puntos críticos de los barrios Villa Magdalena, Prado y Villa del Norte, dando cuenta de la disminución del ancho reglamentario de zona de protección (30 m a lado y lado del cauce). Igualmente, en los demás barrios ya han iniciado dinámicas de construcción ilegal sobre la ronda lo que podría aumentar la afectación del ecosistema.

Lo identificado desde la vista planimétrica es que, por un lado en la zona oriente en donde se ubica la plaza de mercado del jardín y confluye el barrio villa magdalena, no se ha presentado una estructura organizada del trazado urbano sino que se ha dado orgánicamente, mientras que barrios como Santa Ana y Topacio dan cuenta de haber sido planificados pensando en espacios públicos, densidades medias, escalas domésticas, bahías vehiculares, calles peatonales, variedad de equipamientos, sector comercio y viviendas unifamiliares de uno y dos pisos, además de nuevas urbanizaciones en torres de apartamentos de 5 pisos de altura.

- Sector 4

Finalmente, en este sector se han presentado una serie de ocupaciones ilegales cerca de la ronda hídrica que posiblemente se irán expandiendo con el tiempo en vista

de las condiciones del terreno y la necesidad de vivienda. A esto se suma que actualmente se están desarrollando nuevos proyectos de vivienda, por un lado, un conjunto residencial en altura y por otro una urbanización de viviendas unifamiliares, ambos proyectos implantados en lotes perimetrales a la ronda hídrica lo que podría suponer zonas de atracción para asentamientos informales tanto en vivienda como en comercio afectando la zona de protección.

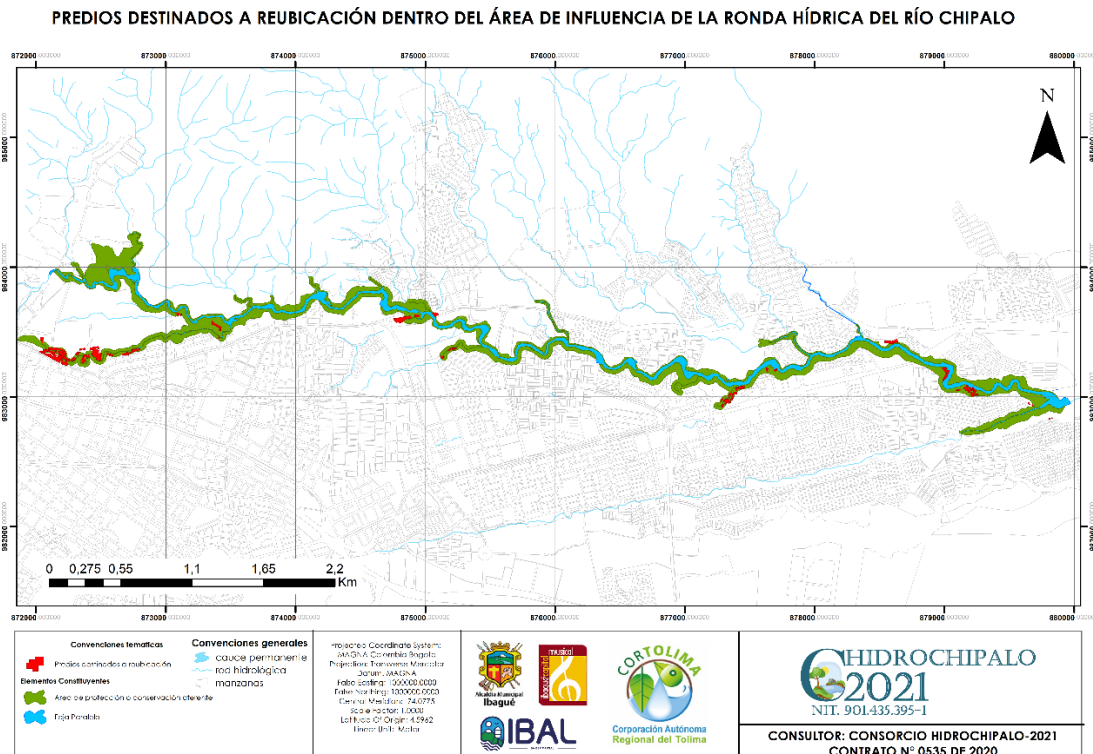
6.1 ESTRATEGIAS A APLICAR

Luego de la especificación del estado actual de ocupación de la ronda, se procede con el planteamiento de estrategias de recuperación del área destinada en donde se enlistan las siguientes.

- Reubicación de viviendas localizadas sobre el área de ronda y que han sido priorizadas en términos de riesgo, vulnerabilidad e impacto social.

Se plantea para las viviendas informales localizadas en zonas de desarrollo inicial, sectores críticos de riesgo, en el área de conservación de la ronda hídrica del río Chipalo y sus afluentes y en zonas de espacio público, como es el caso del Parque de la Paz.

Figura 6-2 Predios destinados para reubicación de viviendas y recuperación del área de ronda hídrica



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Dirección: Calle 10 No. 3 – 76 Oficina 506 Edificio Cámara de Comercio de Ibagué
Correo: hidrochipalo2021@gmail.com

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	--	---

A continuación, se describe por medio de tablas el proceso de selección y área de ronda liberada implementando la estrategia de reubicación de viviendas en los 4 sectores.

Tabla 6-1 recuperación del área de ronda hídrica sector 1

DATOS GENERALES		CRITERIO DE SELECCIÓN					
Sector 1		- Se presentan las siguientes zonas para reubicación. - Selección de acuerdo al riesgo estructural de las viviendas, por posible remoción de masa entendiendo el riesgo como el resultado de amenaza * vulnerabilidad explicada de la siguiente forma: - Amenaza: debido a su localización en terrenos de pendiente pronunciada, el cual es propenso a procesos de remoción de masa en épocas de lluvia. - Vulnerabilidad: viviendas sin la aplicación de un sistema de cimentación adecuado para este tipo de suelos, así como materialidad sin tratamientos de refuerzo y en estado de deterioro - Condiciones de pobreza y hacinamiento					
Área de ronda recuperada							
31.020 m2							
Tratamiento urbanístico - POT							
Conservación ambiental							
Desarrollo urbano institucional							
Nº viviendas y hogares a reubicar							
(Factor multiplicador nº de hab. por hogar para el sector uno: 2.9)							
Zona A		Zona B		Zona C		Zona D	
268 viviendas		78 viviendas		8 viviendas		17 viviendas	
315 hogares		92 hogares		14 hogares		24 hogares	
914 habitantes		914 habitantes		41 habitantes		70 habitantes	

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Tabla 6-2 recuperación del área de ronda hídrica sector 2

LOCALIZACIÓN	CRITERIO DE SELECCIÓN			
Sector 2	- Se presentan las siguientes zonas para reubicación. - Selección de acuerdo a que estas viviendas se localizan en el área de protección de ronda hídrica - Condiciones de pobreza, hacinamiento y bajos niveles de calidad de vida y vivienda			
Área de ronda recuperada				
6.064 m2				
Tratamiento urbanístico – POT				
Consolidación por implementación residencial				
Zona de protección ambiental por ronda				

 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

hídrica		
Nº viviendas y hogares a reubicar <i>(Factor multiplicador nº de hab. por hogar para el sector dos: 2.85)</i>		
Zona A	Zona B	Zona C
22 viviendas	81 viviendas	13 viviendas
41 hogares	72 hogares	13 hogares
117 habitantes	205 habitantes	37 habitantes

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

Tabla 6-3 recuperación del área de ronda hídrica sector 3

LOCALIZACIÓN	CRITERIO DE SELECCIÓN		
Sector 3	- Se presentan las siguientes zonas para reubicación. - Selección debido a que estas viviendas se localizan en el área de protección de la ronda hídrica, además de tener probabilidad de expansión, por lo cual se debe evitar la expansión de la mancha urbana.		
Área de ronda recuperada			
7.391 m2			
Tratamiento urbanístico acorde según el POT			
Consolidación por implementación residencial			
Zona de protección ambiental por ronda hídrica			
Nº viviendas y hogares a reubicar			
(Factor multiplicador nº de hab. por hogar para el sector dos: 2.85)			
Zona A	Zona B	Zona C	
6 viviendas	14 viviendas	35 viviendas	
12 hogares	23 hogares	52 hogares	
34 habitantes	65 habitantes	148 habitantes	

Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Tabla 6-4 recuperación del área de ronda hídrica sector 4

LOCALIZACIÓN	CRITERIO DE SELECCIÓN
Sector 4 Área de ronda recuperada 356 m2 Tratamiento urbanístico acorde según el POT Consolidación por implementación residencial	Para el caso específico del sector 4, aún no se evidencia ocupación relevante en la ronda hídrica, sino una serie mínima de viviendas localizadas en la ladera del Mega parque el Topacio, que actualmente están riesgo por remoción de masa y otras viviendas sobre la zona verde del Barrio Nueva Castilla y que se podrán reubicar en la legalización proyectada para el asentamiento presente allí.
Nº viviendas y hogares a reubicar (Factor multiplicador nº de hab. por hogar para el sector dos: 2.85)	
Zona A	Zona B
viviendas	viviendas
hogares	hogares
habitantes	habitantes

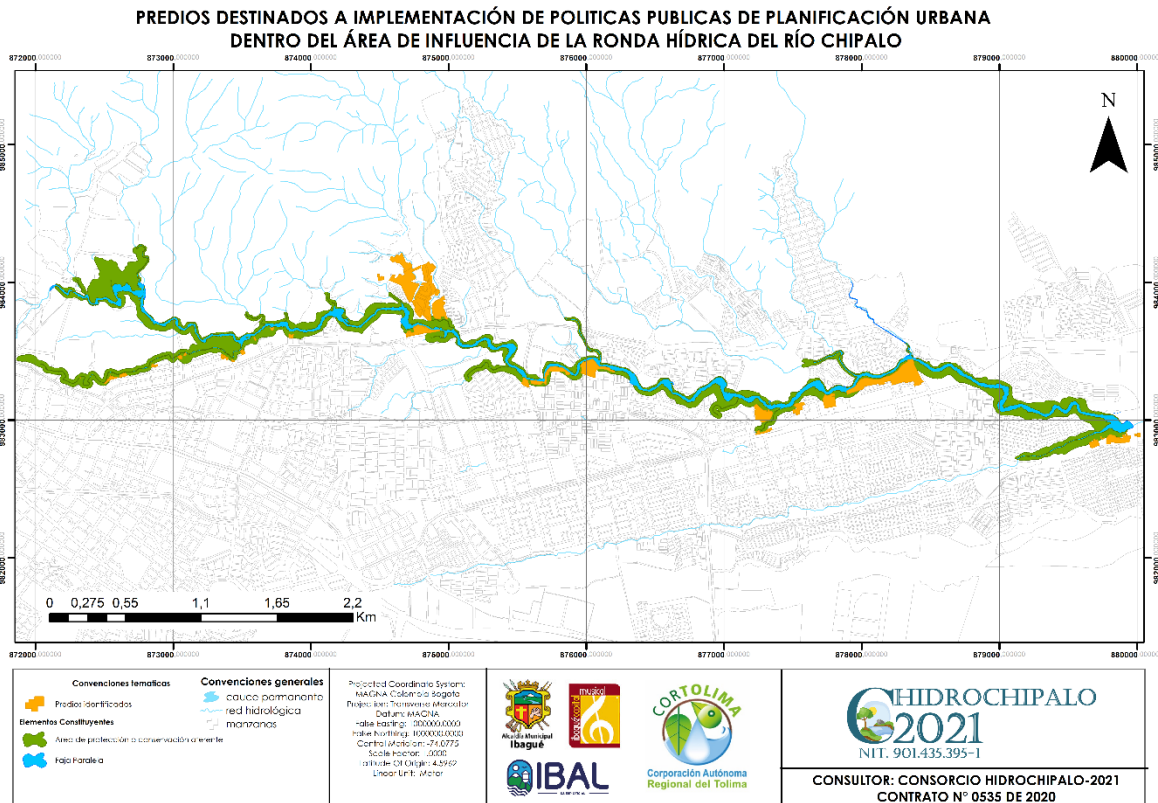
Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

- Estructuración de políticas públicas de planificación urbana para evitar la expansión descontrolada de la mancha urbana al interior de la ronda hídrica.

Debido a que el área de ronda se encuentra afectada por predios ya consolidados, barrios legalizados de origen informal o por asentamientos informales con bajas posibilidades de reubicación, se plantea para el resto de la zona, la implementación y formulación de políticas públicas de planificación urbana que acompañen lo ya determinado por el código urbanístico de Ibagué bajo el acuerdo 009 de 2002 y que se enfoquen en la restricción de aumento de densificación tanto en altura como en expansión, puesto que la capacidad del terreno podría verse afectada y con ello la seguridad de los usuarios, además de los problemas ambientales adjuntos a las actividades antrópicas inadecuadas como lo son procesos erosivos por deforestación, vertimientos de aguas residuales y depósito de residuos sólidos.

Las áreas determinadas se observan a continuación,

Figura 6-3 Predios destinados para aplicación de políticas de planificación urbana



Fuente: Consorcio HIDROCHIPALO 2021.

- Generación de espacio público y zonas verdes que fomenten la conciencia ambiental y a su vez actúen como barrera de expansión.

Finalmente, y en respuesta a la huella urbana que dejaría el traslado y demolición de viviendas en el área de ronda, se plantea la generación y mantenimiento de espacio público y zonas verdes, fomentando el uso recreacional, cultural y de contemplación que puede ofrecer el ecosistema del río Chipalo y que junto a ello se promueva el uso sostenible de estos espacios en donde se permita la interacción mutua y en beneficio tanto de la comunidad como de la estructura ecológica. En conclusión, se busca acercar a la comunidad a su entorno de forma amigable contrario a aislarla de la zona y que reincidan las problemáticas evidenciadas.

Dichos espacios son localizados en el siguiente mapa y serán las zonas predisuestas de evaluación para la inclusión de diseños paisajísticos dentro del marco del manejo ambiental de la ronda.

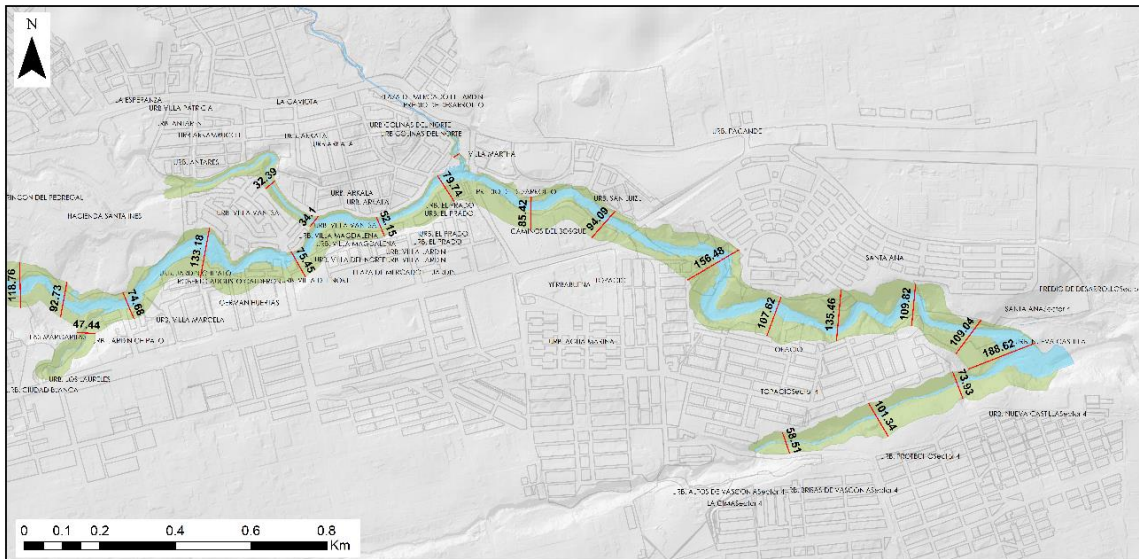
 CHIDROCHIPALO 2021 NIT. 901.435.395-1	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	 IBAL ALCALDÍA MUNICIPAL IBAGUÉ CORTOLIMA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA
--	---	---

	posibilidades de mejoramiento integral, el MAVDT, en conjunto con el IGAC y la Superintendencia de Notariado y Registro, brindará capacitación y asistencia técnica en 12 ciudades para culminar en el mediano plazo procesos de titulación en cerca de 100.000 predios.
Ley 2044 del 30 de julio de 2020	Por el cual se dictan normas para el saneamiento de predios ocupados por asentamientos humanos ilegales y se dictan otras disposiciones
Ley 1001 de 2005 – Artículo 2	Mecanismo a través del cual las entidades públicas transfieren gratuitamente u onerosamente los inmuebles fiscales de su propiedad a quienes lo hayan ocupado de forma ilegal con VIS, siempre y cuando la ocupación haya ocurrido con anterioridad al 30 de noviembre de 2001.
Decreto 4825 de 2011	Transferencia gratuita de bienes fiscales urbanos para el desarrollo de programas de vivienda de interés social y se dictan otras disposiciones.
Decreto 546 de 2006 – Título IV Legalización de asentamientos humanos.	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos; a la legalización de asentamientos humanos constituidos por viviendas de Interés Social, y se expiden otras disposiciones
Decreto 1469 de 2010	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.
Acuerdo 009 de 2002	Código urbanístico de Ibagué, referente a los aislamientos en rondas hídricas y cesiones que por norma deben ceder las construcciones al municipio
Decreto 1469 de 2010	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.
NSR-10 y actualización de la NSR-20	Reglamento colombiano de construcción sismo resistente

Fuente: Consorcio Hidrochipalo 2021

Finalmente, se espera que a través de estas estrategias se llegue a una delimitación contextualizada para el área de estudio y que perdure en tiempo y espacio.

Figura 7-3 Acotamiento de la ronda hídrica del río Chipalo – sectores 3 y 4



	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

8. CONCLUSIONES

Para lograr la delimitación de una ronda hídrica en un contexto urbano como lo es la cuenca alta del río Chipalo que se encuentra embebida en la ciudad de Ibagué, además de lograr definir los componentes hidrológico, geomorfológico y ecosistémico, se deben tener en cuenta los procesos urbanísticos que está sufriendo el área en cuestión, como: generación de asentamientos informales, construcción en predios que deberían ser destinados a protección y la influencia de las zonas recreacionales dentro del contexto de la ronda, por este motivo el consorcio HIDROCHIPALO 2021 si bien aplica la metodología determinada por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, realizo un paralelo entre la ronda hídrica obtenida teóricamente y los eventos de avance urbanístico por los que está atravesando actualmente la ciudad de Ibagué.

de igual forma al delimitar los componentes que conforman la ronda hídrica de acuerdo a los lineamientos establecidos, se hace evidente la ocupación y perdida de componentes como el geomorfológico y en su mayoría deterioro del componente ecosistémico. este resultado es de vital importancia al momento de identificar y priorizar problemáticas y definir alternativas de solución para el manejo ambiental de la ronda hídrica, enfocadas en la conservación, restauración o usos sostenible de esta ronda.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alvis Gordo, J. F. (2009). Structural analysis of a natural forest area located in the Rural Municipality of Popayán. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 7(1), 115-122.
- Aristizábal Sánchez, J. L. (2013). *Estudio de impacto ambiental para la explotación minera informal de oro de aluvión a pequeña escala sobre el río Saldaña, departamento del Tolima, Colombia*. Ibagué-Colombia: Universidad del Tolima.
- Botache, L. A., Aguilar, F. A., & Chaves, S. V. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima-Colombia. *Tumbaga*, 1(6), 125-140.
- Cascante, A., & Estrada, A. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical versión ISSN 0034-7744*, 213-225.
- Ceballos, G. (1995). *Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forest*. Cambridge, United States of America: In, S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forest*, (pp. 195-220). Cambridge University Press.
- Corrales Bravo, L. M. (2020). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del departamento del Tolima: importancia de las colecciones botánicas.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1950). The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology*, 31(3), 434-455. doi:10.2307/1931497
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476-496. doi:10.2307/1931725
- Encinas, J. I., Antunes Santana, O., & Rainier Imaña, C. (2011). Estrutura diamétrica de um fragmento do bosque tropical seco da região do Ecomuseu do Cerrado do Brasil. *Colombia forestal*, 14(1), 23-30.
- Fernández-Méndez, F., Bernate, J., & Melo, O. (2013). Diversidad arbórea y prioridades de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el valle del río Magdalena, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 35(99): 16-83.
- Fölster, H., Dezzio, N., & Priess, J. (2001). Soil-vegetation relationship in base-deficient premontane moist forest-savanna mosaics of the Venezuelan Guayana. *Geoderma*, 104(1-2), 95-113. doi:10.1016/S0167-7061(01)00058-1.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*. 27 (S1): S1-S46., 27(S1), S1-S46.
- García-Villacorta, R. (2009). Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de biología*, 16(1), 81-92.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL. (2012). *Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia*. Bogota, Colombia.
- Gutiérrez Chaparro, J. J., & Reyes, I. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: Retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(1), 96-102.
- Herazo Vitola, F., Mercado Gómez, J., & Mendoza Cifuentes, H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 8(1), 71-82.
- Herrera, L. V., Fráncel, L. A., & Flórez, G. R. (2019). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical (Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 10(2), 33-41.
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology*. San Jose-Costa Rica: Tropical Science Center.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2005). *Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de los Andes colombianos. Informe anual 2004*. Bogotá D.C-Colombia.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. GTZ. Bonn-Alemania.
- Lozano, L. A., Franco, N., & Bonilla, J. L. (2012). Estimación del crecimiento diamétrico, de *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, por medio de modelos no lineales, en bosques naturales del departamento del Tolima. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 16(1), 19-32.
- Manta, M. (2005). Evaluación de los incendios forestales en la provincia de Satipo, Junín,.
- Marcelo, J. (2009). Diversidad y composición florística de un relicto de bosque secundario tardío, sector Santa Teresa, río Negro, Satipo, Junín. Tesis Mag. Sc. UNALM. Lima, PE, 58 p.
- Martínez, Y. G. (2015). Evaluación rápida de las aves de la parte baja de la cuenca del río Anamichú, municipio de Río Blanco-Tolima. *Tumbaga*, 2(10), 1.
- Melo Cruz, O. A., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G., & Hernández-Manrique, O. L. (2020). *Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Parra-Hernández, R. M. (2015). Nuevos registros y estado actual de las especies introducidas en el municipio de Ibagué. *Revista Tumbaga*, 1(10).
- Pennington, Prado, & Pendry. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *J. Biogeogr.* 27:261-273. doi: 10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x.
- Perales Vargas, C. E. (2017). Dinámica forestal en un área de bosque húmedo premontano, Fundo Santa Teresa, distrito de Río Negro, Región Junín.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Pizano, C., & García, H. (2014). *El bosque Seco tropical en Colombia*. Bogota.
- Pomar, G. J., & Vargas, D. G. (1985). *Estudio preliminar para determinar las diferentes zonas de vida en el departamento del Tolima segun el sistema Holdridge*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Poveda Cuellar, J. L. (2017). Composición, estructura y diversidad del ensamblaje de peces y sus relaciones con la cobertura vegetal y algunas variables ambientales en quebradas de las zonas de vida bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano, municipio de Ibagué.
- Quiroga C, J. A., Roa R, H. Y., Melo Cruz, O. A., & Fernandez Mendez, F. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos*, 23(1), 31-51.
- Rangel, J. O., & Velasquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En J. O. Rangel, P. Lowy, & P. M. Aguiar, *diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (págs. 59-87). Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Editorial Unibiblos, Bogotá, D.C. Colombia.
- Repetto Giavelli, F., & Cabello Cabalin, J. (2015). Potencial de restauración ecológica en zonas de uso público en el Parque Nacional Torres del Paine. *Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 43, No. 1, pp. 115-121)*. Universidad de Magallanes.
- Rodriguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2004). *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Bogotá D.C-Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexandervon Humboldt.
- Samaniego Guzmán, E. O. (2015). Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. (*Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Centro de Estudios Forestales*).
- Sánchez Zuleta, H. (2021). Evaluación de estrategias para la restauración ecológica del bosque húmedo montano bajo ubicado en el parque Comfama Arví.
- Soler, E., Berroterán, P., Gil, J., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía tropical*, 62(1-4), 025-038.
- Torres-Rodríguez, S. D.-T., Villota, A., Gómez, W., & Avella-M., A. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia*, 41(1), 42-59. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71275>.
- Torres-Romero, F., & Acosta-Prado, J. C. (2022). Knowledge Management Practices and Ecological Restoration of the Tropical Dry Forest in Colombia. *Land*, 11(3), 330.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Zamora-Ávila, M. (2011). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica*. Puntarenas, Costa Rica.: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA- ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL.

Angiosperm Phylogeny Group "APG". (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1-20.

Centro Agronomico de Investigacion y Enseñanza (CATIE). (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en america central*. Turrialba-Costa Rica.

Corporacion autonoma regional de Risaralda (CARDER). (2013). *Guia de cubicacion de madera*.

Esquivel, H. (2012). *Flora arbórea de la ciudad de Ibagué*. Ibagué: Universidad del Tolima, Primera Reedición .

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2006). *Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: Colombia diversa por naturaleza.

Maggio, G. E. (s.f.). *Analisis estadistico de valores extremos, aplicaciones en hidrologia*. Buenos Aires-Argentina: Noldor SRL.

Melo Cruz, O. A., & Vargas Rios, R. (2003). *Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.

Rojas Gutierrez, A. M. (1977). *Dasometria practica*. Ibagué: Universidad del Tolima.

University of Canterbury. (s.f.). *Como fotografiar y describir una planta para identificación* . Canterbury-New Zealand.

https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/d_24hidrologia_superficial_totare.pdf

Becerra, O. (s.f.). *1Library*. Obtenido de <https://1library.co/subject/estudio-hidrologico>

CIMPP. (s.f.). *Centro de informacion Municipal para la planeacion* . Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/wp-content/uploads/2017/10/CAP%C3%8DTULO-02-Amenaza-S%C3%ADsmica.pdf>

CIMPP. (s.f.). *Centro de informacion municipal para la planeacion participativa*. Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/cartografia-rural/>

CIMPP. (s.f.). *Centro de planeacion municipal para la planeación participativa* . Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/aspectos-generales/>

Correales, V. (2016). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/375796840/Caracteristicas-Socio-Economicas-Ibague>

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Cortes, A. (s.f.). *Pequeños Científicos*. Obtenido de <https://sedmontealegre.wordpress.com/pequenos-cientificos/>

CORTOLIMA. (s.f.). *Plan de ordenamiento y manejo ambiental*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.6GEOLOGIA.pdf

DANE. (2018). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

Ibagué, A. d. (s.f.). *IBAGUE BRIVA*. Obtenido de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=5>

Ibagué, A. M. (s.f.). Obtenido de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=5#::~:~:text=Capital%20del%20departamento%20del%20Tolima,como%20la%20meseta%20de%20Ibague%C3%A9>.

IDEA. (Febrero de 2010). *CORTOLIMA*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/Estudio_Vergel.pdf

IDEAM. (s.f.). *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>

[Ruben Dario Aguilar-Collazo \(Autor\)](#), 2012, Contexto y Muestreo en la Investigación del subsuelo, Múnich, GRIN Verlag, <https://www.grin.com/document/445750>

Alcaldía Municipal de Ibagué (2015). Plan de ordenamiento territorial. Obtenido de <https://ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=5>

Alcaldía Municipal de Ibagué (2005). Estudios de Amenaza, respuesta dinámica y microzonificación sísmica para la ciudad de Ibagué, Capítulo 3. Investigación geotécnica y Geofísica. Obtenida de <https://cimpp.ibague.gov.co/wp-content/uploads/2017/10/CAP%C3%8DTULO-03-Investigaci%C3%B3n-Geot%C3%A9cnica-y-Geof%C3%ADsica.pdf>.

Carvajal P, José H, 2012. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Servicio Geológico Colombiano. Obtenida de <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadas/Documents/Propuesta%20de%20estandarizacion.PDF>

Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS. (2003). Toma de datos en la libreta de Campo. Obtenida de https://www.academia.edu/8209811/INSTITUTO_COLOMBIANO_DE_GEOLOG%C3%8DA_Y_MINER%C3%8DA_INGEOMINAS

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS. (1982). Geología de la plancha 244 de Ibagué. Obtenida de Geo portal del Servicio Geológico Colombiano <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Paginas/geoportal.aspx>

Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS. (1982). Geología y prospección Geoquímica de las planchas 244 y 263 Ortega Departamento del Tolima Colombia. Escala 1:100000 memoria explicativa. Obtenida de Geo portal del Servicio Geológico Colombiano <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Paginas/geoportal.aspx>

Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS. (1999). Geología de la plancha 245 de Girardot. Obtenida de Geo portal del Servicio Geológico Colombiano <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Paginas/geoportal.aspx>

Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS. (1999). Mapa Geológico plancha 245 Girardot. Escala 1:100000 memoria explicativa. Obtenida de Geo portal del Servicio Geológico Colombiano <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Paginas/geoportal.aspx>

Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, 2018. Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá

Núñez Tello, A. (1986). Petrogénesis del Batolito de Ibagué. Geología Colombiana, 15, 35-46. Recuperado a partir de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/30568>

Servicio Geológico Colombiano, (2015). Estándar para la presentación y almacenamiento de productos de geomorfología aplicada a movimientos en masa para planchas a escala 1:100.000, Versión 1.

ARNOLDUS, HMJ. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. FAO Soils Bulletins

https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/d_24hidrologia_superficial_totare.pdf

Becerra, O. (s.f.). 1Library. Obtenido de <https://1library.co/subject/estudio-hidrologico>

CIMPP. (s.f.). Centro de informacion Municipal para la planeacion . Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/wp-content/uploads/2017/10/CAP%C3%8DTULO-02-Amenaza-S%C3%ADsmica.pdf>

CIMPP. (s.f.). Centro de informacion municipal para la planeacion participativa. Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/cartografia-rural/>

CIMPP. (s.f.). Centro de planeacion municipal para la planeación participativa . Obtenido de <http://cimpp.ibague.gov.co/aspectos-generales/>

Correales, V. (2016). scribd. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/375796840/Caracteristicas-Socio-Economicas-Ibague>

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

Cortes, A. (s.f.). *Pequeños Científicos*. Obtenido de <https://sedmontealegre.wordpress.com/pequenos-cientificos/>

CORTOLIMA. (s.f.). *Plan de ordenamiento y manejo ambiental*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.6GEOLOGIA.pdf

DANE. (2018). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

Gujarro, J.A. (2011). *User's guide to Climatol*. Instituto Nacional de Meteorología, Centro Meteorológico en Illes Balears.

Ibagué, A. d. (s.f.). *IBAGUE BRIVA*. Obtenido de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=5>

Ibagué, A. M. (s.f.). Obtenido de <https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/contenido/index.php?type=3&cnt=53#:~:text=Capital%20del%20departamento%20del%20Tolima,como%20la%20meseta%20de%20Ibagu%C3%A9>

IDEA. (Febrero de 2010). *CORTOLIMA*. Obtenido de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/Estudio_Vergel.pdf

IDEAM. (s.f.). *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>

[Ruben Dario Aguilar-Collazo \(Autor\)](#), 2012, Contexto y Muestreo en la Investigación del subsuelo, Múnich, GRIN Verlag, <https://www.grin.com/document/445750>

Álvarez Salas, L. M., Gálvez Abadía, A., & Salazar Zapata, J. C. (2016). Etnobotánica del Darién Caribe colombiano: los frutos del bosque. *Etnográfica*. *Revista do Centro em Rede de Investigação em Antropologia*, 20(1), 193-193.

Alvis Gordo, J. F. (2009). Structural analysis of a natural forest area located in the Rural Municipality of Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 7(1), 115-122.

Andrade, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-508.

- Angiosperm Phylogeny Group "APG". (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1-20.
- Apergis, N., Gupta, R., Lau, C. K., & Mukherjee, Z. (2018). U.S. state-level carbon dioxide emissions: Does it affect health care expenditure? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 521-530. doi:10.1016/j.rser.2018.03.035
- Aristizábal Sánchez, J. L. (2013). *Estudio de impacto ambiental para la explotación minera informal de oro de aluvión a pequeña escala sobre el río Saldaña, departamento del Tolima, Colombia*. Ibagué-Colombia: Universidad del Tolima.
- Aristizábal, J. D. (2010). Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca como medida de reducción de la deforestación en ecosistemas asociados al roble. *Colombia Forestal*, 13(2), 245-265.
- Artesanías de Colombia, S. A. (2007). Fibras vegetales utilizadas en artesanías en Colombia.
- Arzamendia, V., & Giraudo, A. R. (2004). Usando patrones de biodiversidad para la evaluación y diseño de áreas protegidas: las serpientes de la provincia de Santa Fé (Argentina) como ejemplo. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 335-348.
- Avalos, M. R., Vargas, M. V., Morales, L. Y., Castiblanco, R. E., & Peñaranda, E. A. (2017). Vigilancia fitosanitaria forestal oficial en Colombia: Nuevos reportes de insectos plaga en plantaciones forestales.
- Ávila Urueña, L. F., & Molina Camacho, J. S. (2019). Análisis multitemporal del crecimiento urbano de Ibagué y su relación con el deterioro de las microcuencas urbanas: quebrada las panelas-la balsa y quebrada hato de la virgen.(1985-2018).
- Avilés, I. R., & Chaparro, J. J. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(1), 96-102.
- Badiru, A. I., Pires, M. A., & Rodríguez, A. C. (2005). Método para a classificação tipológica da floresta urbana visando o planejamento e a gestão das cidades. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 12, 1427-1433.
- Baptiste-Ballera, L. G., Hernández-Pérez, S., Polanco-Ochoa, R., & Quiceno-Mesa, M. P. (2002). La fauna silvestre colombiana: una historia económica y social de un proceso de marginalización. *Rostros culturales de la fauna*. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Fundación Natura, 295-340.
- Barasorda, M. (1977). *Estudio de distribución horizontal y densidad en bosques de Nothofagus glauca (Phil.) Krasser (Doctoral dissertation, Santiago de Chile, Chile)*.
- Belamendia, G. (2010). *Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de Bolintxu: propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión*. Bilbao, España.
- Benítez, N. P. (2004). (2004). Ethnobotany of four black communities of the municipality of Quibdó, Chocó-Colombia. *Lyonia J. Ecol. Appl*, 7(2).

- Bernal, M. H., Montealegre, D. P., & Páez, C. A. (2004). Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28 (108): 385-390.
- Bernal, M. H., Páez, C. A., & Vejarano, M. A. (2005). Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del río Coello (Tolima), Colombia. *Colombia Actualidades Biológicas*, 82 (27): 87-92.
- Bernal, M., Bejarano, D. A., Machado, J. M., Montealegre, D. P., & Páez, C. A. (2000). Estudio de la Anurofauna del municipio de Ibagué. *Acta Biológica Colombiana*, 5 (2): 23-27.
- Bethancourt, F. A., & Castro, F. F. (2021). Evaluación del estado fitosanitario y de riesgo del bosque urbano de Colón, Panamá. *Revista Semilla del Este*, 1 (2), 49-63.
- Blaustein, A. R., Wake, D. B., & Sousa, W. P. (1994). Amphibian Declines: Judging Stability, Persistence, and Susceptibility of Populations to Local and Global Extinctions. *Conservation Biology*, 8(1), 60-71.
- Bock, B., Malone, C. L., Knapp, C., Aparicio, J., Avila-Pires, T. C., Cacciali, P., . . . Sunyer, J. (07 de 07 de 2020). *Iguana iguana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018 e.T174481A1414646. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-:https://www.iucnredlist.org/species/174481/1414646>
- Cárdenas-Torres, M. A. (2014). Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k cpo-09, Llanos del Orinoco Colombiano. *Colombia forestal*, 17(2), 203-229.
- Carim, S., Schwartz, G., & Silva, M. F. (2007). Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. *Acta Botanica Brasílica*, 21, 293-308.
- Caruso, T., Pigino, G., Bernini, F., Bargagli, R., & Migliorini, M. (2006). The Berger–Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: a case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages. *Topics in Biodiversity and Conservation*, 35–43. doi:doi:10.1007/978-1-4020-6865-2_3
- Carvajal Cogollo, J. E., & Urbina Cardona, J. N. (2008). Patrones de Diversidad y Composición de Reptiles en Fragmentos de Bosque Seco Tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1 (4), 397-416.
- Carvajal Jiménez, C. (2017). Capacidad de pago por servicios hidrológicos un estudio en el contexto de la cuenca baja del río Chipalo.
- Cascante, A., & Estrada, A. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical versión ISSN 0034-7744*, 213-225.
- Castro, L. P., Vargas, M. R., & Campos, L. O. (2017). Las cuencas urbanas y su fauna: el caso del río Pirro, Heredia, Costa Rica. *Biocenosis*, 31(1-2).
- Ceballos, G. (1995). *Vertebrate diversity, ecology and conservation in neotropical dry forest*. Cambridge, United States of America: In, S.H. Bullock, H.A. Mooney y E.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Medina (Eds.). Seasonally dry tropical forest, (pp. 195-220). Cambridge University Press.
- Centro Agronomico de Investigacion y Enseñanza (CATIE). (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en america central*. Turrialba-Costa Rica.
- Chaves Campo, C. G., & Rodríguez Espinosa, S. A. (2012). Estructura y composición florística del bosque ribereño subandino de la subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* , 3(1), 63-66. doi:10.22490/21456453.933.
- Clavijo-Garzón, S., Romero-García, J. A., Enciso-Calle, M. P., Viuche-Lozano, A., Herrán-Medina, J., Vejarano-Delgado, M. A., & Bernal, M. H. (2018). Lista actualizada de los anfibios del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(2), 64-72. DOI: 10.21068/ c2018.v19n02a06.
- Corporacion autonoma regional de Risaralda (CARDER). (2013). *Guia de cubicacion de madera*.
- Costa, M. D., Longhi, S. J., & Fávero, A. A. (2018). Arquitetura e estrutura vertical da comunidade arbórea de uma floresta estacional subtropical. *Ciência Florestal*, 28, 1443-1454.
- Crick, H. Q. (2004). The impact of climate change on birds. *International Journal of Avian Cience*, 136(1), 48-56.
- Crump, M. L. (2003). Conservation of amphibians in the New World tropics. Semlitsch, R.D. (edt.) *Amphibian Conservation*. Smithsonian Institution, 53-59.
- Cuadrat Prats, J. M., Vicente-Serrano, S. M., & Saz Sánchez, M. A. (2005). Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España): la isla de calor y sus factores condicionantes. Zaragoza; España: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1950). The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology*, 31(3), 434–455. doi:10.2307/1931497
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. doi:10.2307/1931725
- Davis, T. A., & Richards, P. W. (1933). The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana. An ecological study of a limited area of tropical rain forest. *Journal of Ecology*. Vol. 21, 350-384.
- Deputacion de Lugo. (2013). *Guia basica de ganaderia ecologica Plan integral de desarrollo sostenible en el sector agrícola, ganadero y agroforestal*. Lugo.
- Dubois, J. (1980). *Los tipos de inventarios empleados en el manejo de los bosques tropicales, por sistemas naturales y seminaturales*. .
- Escribano Ávila, G., Pías, B., Escudero, A., & Virgós, E. (2015). Importancia ecológica de los mamíferos frugívoros en la dinámica de regeneración de campos abandonados

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- en ambientes mediterráneos. *Revista científica de ecología y medio ambiente*, 24(3), 35-42.
- Espinoza, T. E. (2003). ¿ Cuantas Especies Hay? Los Estimadores No Parametricos De Chao. *Elementos Ciencia y cultura*.
- Esquivel, H. (2012). *Flora arbórea de la ciudad de Ibagué*. Ibagué: Universidad del Tolima, Primera Reedición .
- Establecimiento Publico Ambiental. (2017). *Plan de silvicultura urbana del distrito de Cartagena de Indias*. Cartagena de Indias, Colombia.
- Fernández-Méndez, F., Bernate, J., & Melo, O. (2013). Diversidad arbórea y prioridades de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el valle del río Magdalena, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 35(99): 16-83.
- Fernández-Méndez, F., Bernate-Peña, J. F., & Melo, O. (2013). Diversidad arbórea y prioridades de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el Valle del río Magdalena, Colombia. . *Actualidades biológicas*, 35(99), 161-183.
- Finol, U. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos.
- Flores, G. J. (2005). El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. . *Ciencia uanl*, 8(1), 20.
- França, F. G., Mesquita, D. O., Nogueira, Alexandre F. B. Araújo, C. C., & Araújo, A. F. (2008). *Phylogeny and Ecology Determine Morphological Structure in a Snake Assemblage in the Central Brazilian Cerrado*. Brazil: Copeia.
- Franco, J. F. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, 72, 193-204.
- Frost, D. R. (2021). *American Museum of Natural History, Nueva York*. Obtenido de Amphibian Species of the World Version 6.0 : <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Gándara, G., Correa Sandoval, A. N., & Hernández Cienfuegos, C. A. (2006). *Valoración económica de los servicios ecológicos que presentan los murciélagos Tadarida brasiliensis como controladores de plagas en el norte de México*. Nuevo Leon, Mexico: Cátedra de Integración Económica y Desarrollo Social Tecnológico de Monterrey. EGAP Working Paper No. 2006-5.
- García García, S. A., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Graciano Ávila, G. (2021). Carbon stock and horizontal structure of a temperate forest in Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(63), 48-70.
- García Nieto, M. H. (2014). *Aportaciones sobre las distribuciones del bastón roto y de pielou*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- García-Villacorta, R. (2009). Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de biología*, 16(1), 81-92.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Travis, J. R., Buhmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., . . . Winne, C. T. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. *BioScience*, 50(8), 653-666. Obtenido de Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change.
- Global Biodiversity Information Facility. (15 de 9 de 2021). *Global Biodiversity Information Facility*. Obtenido de <https://www.gbif.org/>
- Gobatto, A. A., Chagas, L. S., & de Souza Pereira, R. (2021). É O ARBORETO DO JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO HOTSPOT URBANO PARA OS POLINIZADORES? *Biodiversidade*, 20(2).
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A., Struijs, J., & van Zelm, R. (2009). *ReCiPe 2008: A life cycle assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*. Amsterdam, Netherlands: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Gordillo Lemus, J. A. (2021). Plan parcial de renovación urbana sobre el río Chipalo y quebrada san Antonio comuna 6 Ibagué-Tolima.
- Granados-Sánchez, D., & A., H.-G. M. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol. XII. Núm. 1, 55-69.
- Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S., & Castro, F. (2015). Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 113-129.
- Gutiérrez, S., & Valderrama, J. (2000). Composición Florística Y Dinámica De Un Bosque Primario Y Uno secundario en tres estados sucesionales en sitios contrastantes de la región del Pacífico Medio, Colombia. *Colombia forestal*, 6(13), 52-61.
- Harlan, S. L., & Ruddell, D. M. (2011). Climate change and health in cities: impacts of heat and air pollution and potential co-benefits from mitigation and adaptation. . *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 126-134. doi:10.1016/j.cosust.2011.01.001
- Herazo Vitola, F., Mercado Gómez, J., & Mendoza Cifuentes, H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). . *Ciencia en desarrollo*, 8(1), 71-82.
- Hernández-Ruiz, J., Juárez-García, R. A., Hernández-Ruiz, N., & Hernández-Silva, N. (2013). Uso antropocéntrico de especies vegetales en los solares de San Pedro Ixtlahuaca. *Ra Ximhai*, 9(1), 99-108.
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology*. San Jose-Costa Rica: Tropical Science Center.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Hosokawa, R. T. (1986). Manejo e economia de florestas . (No. FAO 634.928 H827). FAO, Roma (Italia).
- Imaña-Encinas, J., Antunes-Santana, O., & Rainier-Imaña, C. (2011). Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del eco-museo del cerrado, Brasil. . *Colombia Forestal*, 14(1): 23-30.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2004). *Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota-Colombia: Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA).
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2005). *Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de los Andes colombianos. Informe anual 2004*. Bogotá D.C-Colombia.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2015). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá.
- Jacob Paredes, D., Buenaño-Allauca, M. P., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2015). Usos de plantas medicinales en la comunidad San Jacinto del Cantón Ventanas, Los Ríos - Ecuador. *UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 39-50.
- Jellinek, S., Driscoll, D. A., & Kirkpatrick, J. B. (2004). Environmental and vegetation variables have a greater influence than habitat fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland. *Austral Ecology*, 29(3), 294-304.
- Jiménez Bailón, L., Martínez García, F., & Costa Tenorio, M. (2006). Estudio comparado de la diversidad florística en masas de origen natural y repoblado de *Pinus sylvestris* L.en la Sierra de Guadarrama (Sistema Central.)*Invest Agrar: Sist Recur For* (2006) *Fuera de serie*, 111-123.
- Kanieski, M. R., Longhi, S. J., da Silva Narvaes, I., Soares, P. R., Longhi-Santos, T., & Callegaro, R. M. (2012). Diversidade e padrões de distribuição espacial de espécies no estágio de regeneração natural em São Francisco de Paula, RS, Brasil. *Floresta*, 42(3), 509-518.
- Kanieski, M. R., Longhi, S. J., de Freitas Milani, J. E., Santos, T. L., & Soares, P. R. (2017). Caracterização florística e diversidade na floresta nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. . *Floresta*, 47(2), 177-186.
- Koeltz Scientific Books. (2012). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*. Melbourne-Australia: Regnum Vegetabile 154. A.R.G. Gantner Verlag KG.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. GTZ. Bonn-Alemania.
- Lee, S.-M., & Chao, A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics Vol 50*, 88-97.
- León, E. H. (2008). De parques naturales a parques urbanos. Turismo y patrimonialización del territorio en áreas protegidas. . *Patrimonialización de la naturaleza, el marco social de las políticas ambientales* (pp. 83-96). Ankulegi.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Lizarazo Lizarazo, J. S. (2017). *Análisis sistémico de los Programas de Gestión Integral de Residuos en la Universidad Nacional de Colombia y lineamientos para el mejoramiento continuo*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales IDEA.
- Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, Á. M., & Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana*, 11(1-2), 89-106.
- López Camacho, R., & Murcia Orjuela, G. O. (2020). *Productos forestales no maderables (PFNM) en Colombia Consideraciones para su desarrollo*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- López Guali, D. F., & Moreno Giraldo, L. (2017). Diseño de estrategias para el manejo forestal sostenible en bosques de roble, estudio de caso para los municipios de Gámbita, Charalá, Encino y Coromoro, en el sector central del Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque.
- López-Gómez, A. M., & Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Botanical Sciences*, (78), 7-15.
- Lozano, L. A., Franco, N., & Bonilla, J. L. (2012). Estimación del crecimiento diamétrico, de *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, por medio de modelos no lineales, en bosques naturales del departamento del Tolima. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 16(1), 19-32.
- Maggio, G. E. (s.f.). *Análisis estadístico de valores extremos, aplicaciones en hidrología*. Buenos Aires-Argentina: Noldor SRL.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey., 179 pp.
- Malleux, J. (1982). *Inventarios Forestales en bosques tropicales*. UNA, Lima. Lima, Peru: Universidad Nacional del Altiplano.
- Margalef, R. (1958). *Information Theory in Ecology*. General Systematics.
- Marsh, D. M., & Pearman, P. B. (1997). Effects of Habitat Fragmentation on the Abundance of Two Species of Leptodactylid Frogs in an Andean Montane Forest. *Society of conservation Biology*, 11(6), 1323-1328.
- Meffe, G. K., & Carroll, R. C. (1994). *Principles of Conservation Biology*. Massachusetts, United States of America: Sinauer Assoc. Inc.
- Melo Cruz, O. A., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- Menhinick, E. F. (1964). A Comparison of some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology*. Vol 45, 859-861.
- Miabangana, E. S. (2020). Structure, composition et diversité floristique de la forêt de Djoumouna (République du Congo). *European Scientific Journal*, 179-203.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Millán, S. G., Palmero, A. V., & Cañas, I. O. (2014). Estudio de la alimentación de aves insectívoras en parques urbanos como control biológico de posibles plagas. *Chronica naturae*, (4), 41-50.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*.
- Montalvo, M. A., Peña, K. G., & Pérez, L. M. (2018). Diagnóstico, manejo y mitigación de los impactos ambientales y sociales en el remanente de bosque subandino El Espejo en la Universidad de Ibagué. *Indagare*, (6), 52-55.
- Montaño, C. R., Almanza, R. H., Figueroa, M. A., & Cañon, G. A. (2010). RELACIÓN ENTRE ASOCIACIÓN MICORRÍCICA CON EL ESTADO FITOSANITARIO EN EL ARBOLADO URBANO DE BOGOTÁ DC, COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, 15(1), 245-258.
- Moreno, C. E. (2001). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1.
- Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G., & Hernández-Manrique, O. L. (2020). *Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Murcia García, C., Valderrama Riveros, O. C., & Morales Valderrama, A. (2017). Turismo sostenible: una conceptualización de su viabilidad para el municipio de Ibagué, desde un estado del arte pertinente. *Pasos: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 15(1).
- Narváez Vásquez, N., & Lascano, C. E. (2004). Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Tropicales*, 26(3), 1-8.
- Niemiera, A. X., & Von Holle, B. (2009). Invasive Plant Species and the Ornamental Horticulture Industry. En *Management of Invasive Weeds* (págs. 167-187). doi:10.1007/978-1-4020-9202-2_9
- Niño Sánchez, J. C. (2012). Flora nativa promisorio del bosque seco tropical en Sincelejo, Loric y Montería, apta para la alimentación humana.
- Orellana Lara, J. (2009). *Determinacion de indices de diversidad floristica arborea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de sacta*. Cochabamba-Bolivia: Universidad mayor de san Simon-Facultad de ciencias agricolas, forestales y veterinarias, escuela de ciencias forestales.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2003). *agua para todos agua para la vida. informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos en el mundo*. Paris-Francia: Wolrd water assessment programme (WWAP).
- Orozco Vilchez, L. (1991). *Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Osorio, L. D. (2017). DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL, IMPACTO AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL: IBAGUÉ UN CASO EN ESTUDIO. . *Crece Empresarial: Journal of Management and Development* (1).
- Pabón Caicedo, J. D. (2012). Cambio climático en Colombia: tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles para el siglo XXI. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(139), 261-278.
- Pabón Caicedo, J. D. (2012). Cambio climático en Colombia: tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles para el siglo XXI. . *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, , 36(139), 261-278.
- Palmer, M. W. (1990). The Estimation of Species Richness by Extrapolation. *Ecology*, 71(3), 1195–1198. doi:doi:10.2307/1937387
- Pedrosa, B. M., Luiz, L. I., & Santiago, A. L. (2018). Pescadores urbanos da zona costeira do estado de Pernambuco, Brasil. . *Boletim do Instituto de Pesca*, 39(2), 93-106.
- Pielou, E. C. (1977). *Mathematical ecology* (No. 574.50151 P613 1977). . Wiley, United States of America.
- Pizano, C., & García, H. (2014). *El bosque Seco tropical en Colombia*. Bogota.
- Poveda Cuellar, J. L. (2017). Composición, estructura y diversidad del ensamblaje de peces y sus relaciones con la cobertura vegetal y algunas variables ambientales en quebradas de las zonas de vida bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano, municipio de Ibagué.
- Quiroga C, J. A., Roa R, H. Y., Melo Cruz, O. A., & Fernandez Mendez, F. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos*, 23(1), 31-51.
- Quiroga, N. A. (2017). Plantas Útiles de Colombia (PUC): una base de datos sobre el uso de la flora arbórea colombiana (Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander).
- Rangel , J. O., & Velasquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En J. O. Rangel, P. Lowy, & P. M. Aguiar, *diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (págs. 59-87). Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Editorial Unibiblos, Bogotá, D.C. Colombia.
- Rengifo-Salgado, E., Rios-Torres, S., Fachín Malaverri, L., & Vargas-Arana, G. (2017). Saberes ancestrales sobre el uso de flora y fauna en la comunidad indígena Tikuna de Cushillo Cocha, zona fronteriza Perú-Colombia-Brasil. *Revista peruana de biología*, 24(1), 67-78.
- Ribeiro, R. M., & Silveira, M. A. (2006). Planejamento urbano, lazer e turismo: os parques públicos em Curitiba-PR. *Turismo-visão e ação*, 8(2), 309-321.
- Rivera Riascos, R. R. (2019). EL control biológico y natural como tecnología que propende al desarrollo sostenible de los ecosistemas urbanos y forestales en Colombia.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Rodriguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2004). *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Bogotá D.C-Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rodríguez-Pacheco, F. L., Jiménez-Villamizar, M. P., & Pedraza-Álvarez, L. P. (2019). Efectos del cambio climático en la salud de la población colombiana. *Duazary*, 16(2), 319-331.
- Rojas Gutierrez, A. M. (1977). *Dasometria practica*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Rojas Gutierrez, A. M., Lozano Botache, L. A., & Yaya Mejía, M. G. (2011). *Evaluación ecológica y estructural de los bosques del departamento del Tolima*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Rojas, A. M. (1996). Caracterización estructural de los bosques del Bajo Calima. Buenaventura – Valle. . Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. .
- Rojas, J. A., Ortiz, D. F., Lopez, A. R., Rojas, M. R., & Erazo, E. B. (2021). Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano. *Livestock Research for Rural Development*. , Volume 33.
- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., & Pounds, J. A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421:57-60. *Nature*, 421, 57-60.
- Royal Botanic Gardens, Kew and the Missouri Botanical Garden. (15 de 09 de 2021). *The Plantlist: A working list of all plant species*. Obtenido de <http://www.theplantlist.org/>
- Rueda Almonacid, J. V., Lynch, J. D., & Amezcua, A. (2004). *Libro Rojo de los Anfibios de Colombia. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá, Colombia: Conservación internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. .
- Saldaña Reyes, M. V., & Vera Balbuca, K. F. (2019). Diagnóstico de plagas y enfermedades presentes en las plantas de la zona urbana de la ciudad de Cuenca (Bachelor's thesis).
- Salomão, R., Brienza, J., & Santana, A. (2012). Análise da florística e estrutura de floresta primária visando a seleção de espécies-chave, através de análise multivariada, para a restauração de áreas mineradas em unidades de conservação. *Revista Árvore*, 36(3), 989-1008.
- Samaniego Guzmán, E. O. (2015). Líneas estratégicas para el manejo del bosque húmedo tropical premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador. (*Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía. Centro de Estudios Forestales*).

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Scoccianti, C. (2001). *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione*. Roma, Italia: World Wildlife Fund Italia. Sezione Toscana.
- Semlitsch, R. D., & Bodie, J. R. (2003). Biological Criteria for Buffer Zones around Wetlands and Riparian Habitats for Amphibians and Reptiles. *Conservation Biology*, 17(5), 1219-1228.
- Sierra Vásquez, M. A. (2012). Ciudad y fauna urbana: un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín. . *Escuela de Planeación Urbano-Regional*.
- Silvano, J., Oliveira, C. L., Fialho, C. B., & Gurgel, H. C. (2003). Reproductive period and fecundity of *Serrapinnus piaba* (Characidae: Cheirodontinae) from the rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1(1), 61-66.
- Silva-Rodriguez, E. A., Acosta-Jamett, G., Villatoro, F. J., & Stowhas, P. (2019). Interacciones entre fauna silvestre y comunidades humanas en Chile: daños causados por animales silvestres, conductas hacia la fauna y conflictos entre humanos. *Naturaleza en sociedad: una mirada a la dimensión humana de la Conservación de la Biodiversidad*, 241-277.
- Slowinski, I., & Crother, B. (1987). Diel differences in leaf litter abundance of several species of reptiles and amphibians in an abandoned cacao grove in Costa Rica. *REV Bio* 1.35(2), 349-350.
- Soler, E., Berroterán, P., Gil, J., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía tropical*, 62(1-4), 025-038.
- Sonco Suri, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia (Doctoral dissertation).
- Souza, D. R., & Souza, A. L. (2004). Estratificação vertical em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. . *Revista Árvore*, 28, 691-698.
- Stiles, F. G., & Bohórquez, C. I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la serranía de las quinchas. *Caldasia Vol. 22*, 61-92.
- Stork, N. E., & Blackburn, T. M. (1993). Abundance, Body Size and Biomass of Arthropods in Tropical Forest. *Oikos. Nordic Society Oikos*, 67(3), 484-489.
- Tellería, J. L. (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Madrid, España.
- Tinoco Cabezas, L. A. (2006). Generación de las bases para fijar objetivos de calidad en las cuencas hidrográficas del municipio de Ibagué según los lineamientos normativos de Cortolima.
- Torres Cabezas, L. V. (2019). Centro de investigación de la biodiversidad "San Jorge" Ibagué, Tolima . (Bachelor's thesis, Universidad de Ibagué.).
- Torres, V. S., Todeschini, F., & Farias, M. F. (2017). Avaliação ecológica de duas áreas urbanas com forte influência antrópica. *Unisanta BioScience*, 7(1), 51-68.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- UNESCO. (1980). *Ecosistemas de los Bosques Tropicales*. Paris, Francia: Organización de las Naciones Unidas Para la Educación, la Ciencia Y la Cultura.
- United Nations Convention on Biological Diversity. (15 de 09 de 2021). *World Flora Online*.
Obtenido de <http://www.worldfloraonline.org/>
- University of Canterbury. (s.f.). *Como fotografiar y describir una planta para identificación*. Canterbury-New Zealand.
- Urban Horticulture Institute. (2003). *Recommended urban trees: site assessment and tree selection for stress tolerance*. New York, United States of America: University of Cornell.
- Urbina Cardona, J. N., Londoño, M. C., & Garcia Avila, D. G. (2008). Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de perturbación antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Caldasia*, 30(2), 479-493.
- Valerio, J., & Salas, C. (1998). Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. *Manual técnico*. Santa Cruz: El País., 85.
- Vanegas Gálvez, M. (2001). Estudio general sobre la situación de las aguas residuales de la ciudad de Ibagué, Colombia.
- Vargas, F., & Castro, F. (1999). Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en anchicayá, pacifico colombiano. *Revista Caldasia*. Vol. 21 No. 1., 95-109.
- Vásquez Vélez, A. I., Garzón, S., & Santofimio, H. A. (2013). Caracterización florística asociada al hábitat de Dendrobatidae (Amphibia: Anura), en la localidad de Pianguita (Bahía de Buenaventura, Pacífico Colombiano). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas.*, 17(1), 17-32.
- Vélez Restrepo, L. A., & Herrera Villa, M. (2015). Jardines ornamentales urbanos contemporáneos: Transnacionalización, paisajismo y biodiversidad. Un estudio exploratorio en Medellín, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*.
- Viana, M., Amorós, E., Romero, G., Larenas, G., & Mamaní, Y. (2005). Ecología urbana: diagnóstico sanitario- ambiental en tres sectores del sistema ribereño Arias-Arenales. *Informes Técnicos del Instituto de Ecología y Ambiente Humano*.
- Villareal, H., Alvarez, M., Cordoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Welsh, H. H., & Droege, S. (2001). A Case for Using Plethodontid Salamanders for Monitoring Biodiversity and Ecosystem Integrity of North American Forests. *Conservation Biology*, 15(3), 558-569.

	CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 0535 de 2020 DEFINICIÓN DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO CHIPALO FACE (C) ALTERNATIVAS	
---	---	---

- Weng, Q., & Yang, S. (2006). Urban Air Pollution Patterns, Land Use, and Thermal Landscape: An Examination of the Linkage Using GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*. 117((1-3)), 463–489. doi:10.1007/s10661-006-0888-9
- Whiles, M. R., Lips, K., Pringle, C., Kilham, S. S., Bixby, R., Brenes, R., . . . Peterson, S. (2006). The Effects of Amphibian Population Declines on the Structure and Function of Neotropical Stream Ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(1), 27-34.
- Wiens, J. A. (1995). Habitat fragmentation: island vs. landscape perspectives on bird conservation. *International Journal of Avian Cience*, 137(1), 97-104.
- Wilson, D. J., & Gea-Banacloche, J. (2012). Simple model to estimate the contribution of atmospheric CO2 to the Earth's greenhouse effect. . *American Journal of Physics*, 80(4), 306-315.
- Zamora-Ávila, M. (2011). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica*. Puntarenas, Costa Rica.: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA- ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL.
- Zhong, W., & Haigh, J. D. (2013). The greenhouse effect and carbon dioxide. *Weather*, 68(4) 100–105. doi:doi:10.1002/wea.2072
- Bladé, E. (. 1.), G. (. 1.). Corestein, J. (. 1.). Dolz, L. (. 2.). Cea, J. (. 2.). Puertas, E. (. 3.). Escolano, A. (. 3.). Coll, y E. (. 4.). Vázquez-Cendón. 2014. «Iber -River Modelling Simulation Tool». *Revista Internacional de Metodos Numericos Para Calculo y Diseno En Ingenieria* 30(1):1-10. doi: 10.1016/j.rimni.2012.07.004.
- Soler, J., E. Bladé, y M. Sánchez-Juny. 2012. «Ensayo comparativo entre modelos unidimensionales y bidimensionales en la modelización de la rotura de una balsa de materiales sueltos erosionables». *Comparasion of unidimensional and bidimensional flow models for earthen dam failures (English)* 28:103-11. doi: 10.1016/j.rimni.2012.03.002.
- Universidad Politécnica de Catalunya. 2015. *Iber herramientas de simulación numérica de flujo en rios*. [computer program]. Versión v2.3.2. <http://iberaula.es/modelo-iber/modelo>.
- Bovee, K.D. y Milhous, R. T. 1978. Hydraulic simulation in instream flow studies: theory and techniques. Instream Flow Information Paper No. 5. USFWS, FWS/OBS78/33. Fort Collins, Colorado. 130P