

2022

ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO QUINDÍO Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 005 DE 2021



CORPORACIÓN
AUTÓNOMA
REGIONAL DEL
QUINDÍO – CRQ

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
COLOMBIA



**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DEL RÍO QUINDÍO Y TRIBUTARIOS
PRIORIZADOS**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 005 DE 2021

INFORME FINAL

OBJETIVO 1

ACOTAR RONDA HÍDRICA EN LAS FUENTES HÍDRICAS PRIORIZADAS

Entidad Interesada:



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO - CRQ

Entidad Ejecutora:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

Director del Proyecto:

JAIME IGNACIO VÉLEZ UPEGUI

FACULTAD DE MINAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS Y MEDIO AMBIENTE

Medellín, 11 de noviembre de 2022

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. LOCALIZACIÓN DE LOS TRAMOS PRIORIZADOS	3
2. MARCO METODOLÓGICO y conceptual	8
2.1 FASE 0. ACCIONES PREVIAS.....	9
2.2 FASE 1. DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE O DE LA LÍNEA DE MAREAS MÁXIMAS	10
2.3 FASE 2. DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO Y DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA RONDA HÍDRICA	11
2.3.1 Definición del límite físico de la ronda hídrica.....	11
2.3.2 Directrices para el manejo ambiental de las rondas hídricas	14
3. ACCIONES PREVIAS.....	25
3.1 PRIORIZACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA PARA EL ACOTAMIENTO DE SU RONDA HÍDRICA EN JURISDICCIÓN DE LA CRQ	25
3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	25
3.2.1 Instrumentos de planificación	26
3.2.2 Otras áreas y ecosistemas estratégicos	27
3.2.3 Planes de Ordenamiento Territorial (POT)	27
3.2.4 Normas de la CRQ.....	29
3.2.5 Otros estudios e instrumentos.....	30
3.2.6 Información cartográfica.....	31
3.2.7 Información hidrometeorológica	34
3.2.8 Información geológica y geomorfológica	34
3.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE DETALLE	36
3.3.1 Delimitación del área de interés para la obtención de la información de detalle	37
3.3.2 Especificaciones técnicas para el levantamiento topográfico de alta resolución.	38
3.3.3 Revisar el modelo de elevación digital entregado por la CRQ con verificación de información tomada en campo	38
3.3.4 Otros productos provenientes del LIDAR	40
3.3.5 Curvas de nivel	41
3.3.6 Geodatabase cartográfica	42

3.3.7	Mapa de coberturas	43
4.	DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE	45
4.1	DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE A PARTIR DE CRITERIOS GEOMORFOLÓGICOS	45
4.1.1	Modelos de elevación digital para toda la unidad hidrográfica río Quindío	45
4.1.2	Análisis de sensores remotos.....	45
4.1.3	Verificación y validación de campo.....	47
4.1.4	Clasificación morfológica de los cauces de toda la red de drenaje	48
4.1.5	Análisis multitemporal de imágenes satelitales disponibles para los cauces prioritizados y definición cauce permanente geomorfológico.....	49
4.2	DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE A PARTIR DE CRITERIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	82
4.2.1	Estimación del caudal para el periodo de retorno 2,33 años	83
4.2.2	Modelación hidráulica unidimensional y bidimensional.....	84
4.2.3	Concepto de banca llena.....	103
4.2.4	Concepto de geometría hidráulica.....	104
4.3	DELIMITACIÓN FINAL DEL CAUCE PERMANENTE definitivo	107
4.4	Vegetación asociada a cauce permanente.....	116
5.	DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA.....	122
5.1	componente geomorfológico de la ronda hídrica en las corrientes prioritizadas	122
5.1.1	Contexto geológico y geomorfológico para la identificación y clasificación de las geoformas asociadas a la ronda hídrica a escala 1:25.000	122
5.1.2	Análisis multitemporal e identificación y clasificación de las geoformas en los tramos prioritizados a escala de detalle 1:1.000.....	127
5.1.3	Delimitación del componente geomorfológico	157
5.2	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO	173
5.2.1	Revisión y análisis de información hidrometeorológica.....	174
5.2.2	Caracterización unidades hidrográficas.....	192
5.2.3	Modelación hidrológica.....	199
5.2.4	Modelación hidráulica en los tramos de prioritizados y definición del componente hidrológico.....	228
5.3	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO	245
5.3.1	Cálculo de parámetros	245
5.3.2	Delimitación Componente Ecosistémico por tramos.....	273
5.4	DEFINICIÓN del LIMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA	317
6.	DIRECTRICES PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS ...	326

6.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA RONDA HÍDRICA.....	326
6.2	IDENTIFICACIÓN DE ACTORES y estrategia de participación	336
6.2.1	Metodología para la identificación caracterización y priorización de actores	337
6.2.2	Resultados de la identificación, caracterización y priorización de actores	342
6.2.3	Diseño y ejecución de la estrategia de participación	359
6.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	372
6.3.1	Identificación preliminar de los servicios ecosistémicos	372
6.3.2	Identificación de los servicios ecosistémicos por corrientes priorizadas	377
6.4	ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS	390
6.4.1	Zonas Homogéneas.....	390
6.4.2	Estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas	402
6.4.3	Medidas de manejo	415
7.	INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS	447
7.1	Río Boquerón.....	449
7.2	Río Quindío.....	450
7.3	Río Navarco.....	452
7.4	Río Verde.....	453
7.5	Quebrada Bolivia.....	455
7.6	Quebrada Boquía.....	456
7.7	Quebrada Cárdenas.....	458
7.8	Quebrada Corozal.....	459
7.9	Quebrada Cruz Gorda.....	460
7.10	Quebrada El Mudo	461
7.11	Quebrada El Pescador	463
7.12	Quebrada La Calzada	465
7.13	Quebrada La Cristalina	466
7.14	Quebrada La Florida	467
7.15	Quebrada La Víbora.....	469
	REFERENCIAS	471

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos, definición y servicios ecosistémicos.....	16
Tabla 2.	Criterios para la definición de las zonas homogéneas.....	21
Tabla 3.	Criterios para la definición de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas según zonas homogéneas.....	22
Tabla 4.	Clasificación de los tramos priorizados de acuerdo con las características de su cauce permanente.....	48
Tabla 5.	Caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 2,33 y 15 años para las corrientes priorizadas.....	83
Tabla 6.	Delimitación del dominio computacional en la simulación.....	85
Tabla 7.	Módulo computacional empleado para la simulación en cada corriente de interés.....	86
Tabla 8.	Valores propuestos para cada característica del canal de acuerdo con el método de Cowan.....	87
Tabla 9.	Rugosidad estimada para las corrientes priorizadas, escenarios de cauce permanente y ronda hídrica.....	88
Tabla 10.	Resumen de consideraciones en la simulación.....	90
Tabla 11.	Principios a considerar para la derivación de las ecuaciones de geometría hidráulica.....	105
Tabla 12.	Valores en los exponentes de las ecuaciones tipo geometría hidráulica en diferentes corrientes de Estados Unidos (Leopold & Madock, 1953).....	106
Tabla 13.	Anchos promedio, mínimo y máximo del cauce permanente para cada una de las corrientes priorizadas.....	107
Tabla 14.	Listado de estaciones con registros de precipitación cercanas a los tramos de estudio.....	176
Tabla 15.	Estaciones con medición de caudales y nivel en el departamento de Quindío.....	179
Tabla 16.	Rango de fechas en las que se divide cada serie de precipitación.....	184
Tabla 17.	Resultados de la prueba de Mann-Kendall.....	187
Tabla 18.	Resultados de la prueba de Mann-Whitney.....	188
Tabla 19.	Resultados de la prueba de Smirnov-Kolmogorov.....	188
Tabla 20.	Resultados de la prueba Z.....	189
Tabla 21.	Resultados de la prueba T de Student.....	190
Tabla 22.	Resultados de la prueba F de Fisher.....	190

Tabla 23.	Resultados de la prueba Ansari -Bradley.....	191
Tabla 24.	Parámetros morfométricos físicos de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología.....	194
Tabla 25.	Parámetros morfométricos de forma de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología	194
Tabla 26.	Parámetros morfométricos de relieve de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología	195
Tabla 27.	Parámetros morfométricos del sistema de drenaje de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología	196
Tabla 28.	Metodologías para la estimación de tiempos de concentración.	200
Tabla 29.	Tiempos de concentración para los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología estimados por diferentes metodologías.....	201
Tabla 30.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Boquerón.	205
Tabla 31.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Quindío.	206
Tabla 32.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Navarco.	208
Tabla 33.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Verde.	210
Tabla 34.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Bolivia.	212
Tabla 35.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Boquía.	213
Tabla 36.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cárdenas.	215
Tabla 37.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Corozal.	216
Tabla 38.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cruz Gorda.	217
Tabla 39.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada El Mudo.	220
Tabla 40.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada El Pescador.	221
Tabla 41.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Calzada.	223
Tabla 42.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cristalina.	224

Tabla 43.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Florida.	226
Tabla 44.	Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Víbora.	227
Tabla 45.	Resumen de consideraciones en la simulación.	230
Tabla 46.	Rangos climáticos y altitudinales por zona de vida	251
Tabla 47.	Especies por región altitudinal	255
Tabla 48.	Especies representativas de las diferentes regiones altitudinales.....	260
Tabla 49.	Altura media (H) por región altitudinal.....	265
Tabla 50.	Unidades geomorfológicas por Unidad hidrográfica.....	268
Tabla 51.	Altura media (H) por región altitudinal.....	272
Tabla 52.	Parámetros delimitación componente ecosistémico río Boquerón	273
Tabla 53.	Coberturas asociadas al tramo del río Boquerón	275
Tabla 54.	Parámetros delimitación componente ecosistémico río Quindío	277
Tabla 55.	Coberturas asociadas al tramo del río Quindío	279
Tabla 56.	Parámetros delimitación componente ecosistémico del río Navarco.....	280
Tabla 57.	Coberturas asociadas al tramo del río Navarco	282
Tabla 58.	Parámetros delimitación componente ecosistémico río Verde	282
Tabla 59.	Coberturas asociadas al tramo del río Verde	284
Tabla 60.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Bolivia	285
Tabla 61.	Coberturas asociadas a la quebrada Bolivia	288
Tabla 62.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Boquía	288
Tabla 63.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Boquía	290
Tabla 64.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Cárdenas .	291
Tabla 65.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Cárdenas	294
Tabla 66.	Parámetros delimitación componente ecosistémico Quebrada Corozal....	294
Tabla 67.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Corozal	296
Tabla 68.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Cruz Gorda	297
Tabla 69.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Cruz Gorda	299
Tabla 70.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada El Mudo....	300
Tabla 71.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada El Mudo.....	301
Tabla 72.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada El Pescador....	302
Tabla 73.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada El Pescador.....	305
Tabla 74.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Calzada	305

Tabla 75.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Calzada	308
Tabla 76.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Cristalina	308
Tabla 77.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Cristalina	311
Tabla 78.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Florida .	311
Tabla 79.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Florida	313
Tabla 80.	Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Víbora .	314
Tabla 81.	Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Víbora	316
Tabla 82.	Anchos, longitud y áreas de la ronda hídrica de las corrientes priorizadas	317
Tabla 83.	Anchos, longitud y áreas de los elementos constituyentes de la ronda hídrica de las corrientes priorizadas	335
Tabla 84.	Tipología y Categorías de actores	339
Tabla 85.	Número de actores por municipio y sector	342
Tabla 86.	Actores con actividades socioeconómicas en la ronda hídrica.....	347
Tabla 87.	Reclamos o denuncias aprovechamiento forestal.....	357
Tabla 88.	Priorización de actores por áreas críticas	357
Tabla 89.	Ruta y grupos en estrategia de participación	361
Tabla 90.	Numero de encuentros por municipio	363
Tabla 91.	Servicios ecosistémicos identificados en los Encuentros a nivel municipal	375
Tabla 92.	Coberturas de la tierra presentes en las rondas hídricas de los tramos priorizados, clasificadas según metodología Corine Land Cover	391
Tabla 93.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Boquerón y medidas de manejo por zona homogénea	423
Tabla 94.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Quindío y medidas de manejo por zona homogénea	424
Tabla 95.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Navarco y medidas de manejo por zona homogénea	427
Tabla 96.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Verde y medidas de manejo por zona homogénea	428
Tabla 97.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia y medidas de manejo por zona homogénea	430
Tabla 98.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Boquía y medidas de manejo por zona homogénea	431
Tabla 99.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas y medidas de manejo por zona homogénea	432
Tabla 100.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Corozal y medidas de manejo por zona homogénea	434

Tabla 101.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda y medidas de manejo por zona homogénea.....	435
Tabla 102.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo y medidas manejo por zona homogénea.....	436
Tabla 103.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador y medidas manejo por zona homogénea	438
Tabla 104.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada y medidas de manejo por zona homogénea.....	440
Tabla 105.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina y medidas de manejo por zona homogénea.....	442
Tabla 106.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Florida y medidas de manejo por zona homogénea.....	443
Tabla 107.	Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Víbora y medidas de manejo por zona homogénea	445
Tabla 108.	Indicadores de estado para el seguimiento y evaluación del impacto de la implementación de las medidas de manejo ambiental propuestas para las rondas hídricas.	447
Tabla 109.	Valor de los indicadores para el río Boquerón.	449
Tabla 110.	Valor de los indicadores para el río Quindío	451
Tabla 111.	Valor de los indicadores para el río Navarco	452
Tabla 112.	Valor de los indicadores para el río Verde	454
Tabla 113.	Valor de los indicadores para la quebrada Bolivia	455
Tabla 114.	Valor de los Indicadores para la quebrada Boquía	456
Tabla 115.	Valor de los indicadores para la quebrada Cárdenas.....	458
Tabla 116.	Valor de los indicadores para la quebrada Corozal.....	459
Tabla 117.	Valor de los indicadores para la quebrada Cruz Gorda.....	460
Tabla 118.	Valor de los indicadores para la quebrada El Mudo.....	462
Tabla 119.	Valor de los indicadores para la quebrada El Pescador.....	463
Tabla 120.	Valor de los indicadores para la quebrada La Calzada.....	465
Tabla 121.	Valor de los indicadores para la quebrada La Cristalina	466
Tabla 122.	Valor de los indicadores para la quebrada La Florida	467
Tabla 123.	Valor de los indicadores para la quebrada La Víbora.....	469

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica en el departamento del Quindío.....	3
Figura 2. Componentes físico-bióticas mínimas a ser consideradas para definir el límite físico de las rondas hídricas desde su funcionalidad.....	8
Figura 3. Fases y actividades para el acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para su manejo ambiental.....	9
Figura 4. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico).....	15
Figura 5. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico).....	15
Figura 6. Proceso metodológico para la identificación de los servicios ecosistémicos	17
Figura 7. Ruta metodológica para la definición de las estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica	20
Figura 8. Cobertura de la cartografía base a escala 1:25.000 para el proyecto.	31
Figura 9. Listado de planchas recopiladas a escala 1:10.000 y cobertura de estas con respecto al polígono de tramos priorizados para el proyecto.	32
Figura 10. Geodatabase inicial para el proyecto.	33
Figura 11. Mosaico de imágenes de Google Maps.	33
Figura 12. Mosaico de imágenes de ArcGIS online.	34
Figura 13. Polígonos para el levantamiento de información de detalle	38
Figura 14. Modelo digital de terreno MDT correspondiente a los tramos priorizados en el departamento del Quindío.....	39
Figura 15. MDT (Izquierda) y MDS (Derecha) con sombreado aplicado para apreciar el efecto tridimensional.....	40
Figura 16. Ortofoto correspondiente a los tramos priorizados en el departamento del Quindío.	41
Figura 17. Curvas de nivel espaciadas 1m entre sí. Las curvas fueron generadas para todo el polígono de estudio, pero se muestra un sector para apreciarlas mejor.....	42
Figura 18. Geodatabase cartográfica entregada.....	43
Figura 19. Mapa de coberturas.....	44

Figura 20.	Ortofotomosaico 1950, mostrando el río Quindío enmarcado en el recuadro rojo donde se evidencia la calidad de la imagen para la interpretación geomorfológica... 46
Figura 21.	Río Boquerón, mostrando el desfaz entre las temporalidades por un error de georreferenciación. En rojo la interpretación para la temporalidad de 2010 y en azul la de 1950. 47
Figura 22.	Sectorización del río Boquerón de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo. 50
Figura 23.	Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 1 del río Boquerón. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022..... 51
Figura 24.	Delimitación del cauce permanente del río Boquerón, tramo 1. 51
Figura 25.	Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 2 del río Boquerón. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022 52
Figura 26.	Delimitación del cauce permanente del río Boquerón, tramo 2. 53
Figura 27.	Sectorización del río Quindío de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo. 54
Figura 28.	Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 1 parte alta. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022. 54
Figura 29.	Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 2 parte media. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022. 55
Figura 30.	Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 3 parte baja. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022. 56
Figura 31.	Delimitación del cauce permanente del río Quindío tramo 3 parte baja. 57
Figura 32.	Sectorización del río Navarco de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo. 58
Figura 33.	Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 1 del río Navarco. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022..... 58
Figura 34.	Delimitación del cauce permanente del río Navarco, tramo 1. 59
Figura 35.	Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 2 del río Navarco. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022. 60
Figura 36.	Delimitación del cauce permanente del río Navarco, tramo 2. 60
Figura 37.	Sectorización del río Verde de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo. 61
Figura 38.	Análisis multitemporal del tramo 1 del río Verde. En azul la interpretación para la temporalidad de 2010 y en amarillo la de 2022 62
Figura 39.	Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 1. 63

Figura 40.	Análisis multitemporal del tramo 2 del río Verde. En rojo la interpretación para la temporalidad de 1950, en azul la de 2010 y en amarillo la de 2022.	63
Figura 41.	Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 2.	64
Figura 42.	Análisis multitemporal del tramo 3 del río Verde. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022.	65
Figura 43.	Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 3.	65
Figura 44.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Bolivia. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	66
Figura 45.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada Bolivia.	67
Figura 46.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Boquía. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022.	68
Figura 47.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada Boquía.	68
Figura 48.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Cárdenas. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022.	69
Figura 49.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada Cárdenas.	70
Figura 50.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Corozal. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	71
Figura 51.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada Corozal.	71
Figura 52.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	72
Figura 53.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda.	73
Figura 54.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada El Mudo. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	74
Figura 55.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada El Mudo.	74
Figura 56.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada El Pescador. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	75
Figura 57.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada El Pescador.	76
Figura 58.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Calzada. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	77
Figura 59.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Calzada.	77
Figura 60.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Cristalina. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	78
Figura 61.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Cristalina.	79
Figura 62.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Florida. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	80
Figura 63.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Florida.	80

Figura 64.	Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Víbora. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.	81
Figura 65.	Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Víbora.	82
Figura 66.	Corrientes seleccionadas para la simulación hidráulica.	85
Figura 67.	Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Boquerón.	89
Figura 68.	Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Quindío.	90
Figura 69.	Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Navarco.	91
Figura 70.	Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Verde.	92
Figura 71.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Bolivia.	93
Figura 72.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Boquía.	94
Figura 73.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Cárdenas.	95
Figura 74.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Corozal. ...	96
Figura 75.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Cruz Gorda.	97
Figura 76.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada El Mudo....	98
Figura 77.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada El Pescador	99
Figura 78.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Calzada...	100
Figura 79.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Cristalina.	101
Figura 80.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Florida....	102
Figura 81.	Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Víbora.	103
Figura 82.	Condiciones geométricas medias en canales naturales para cada enfoque (tomado y adaptado de Leopold et al., 1964).	106
Figura 83.	Cauce permanente del río Boquerón	108
Figura 84.	Cauce permanente del río Quindío	109
Figura 85.	Cauce permanente del río Navarco	109
Figura 86.	Cauce permanente del río Verde	110
Figura 87.	Cauce permanente de la quebrada Bolivia	110
Figura 88.	Cauce permanente de la quebrada Boquía	111
Figura 89.	Cauce permanente de la quebrada Cárdenas	111
Figura 90.	Cauce permanente de la quebrada Corozal	112
Figura 91.	Cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda	112

Figura 92.	Cauce permanente de la quebrada El Mudo.....	113
Figura 93.	Cauce permanente de la quebrada El Pescador.....	113
Figura 94.	Cauce permanente de la quebrada La Calzada.....	114
Figura 95.	Cauce permanente de la quebrada La Cristalina	114
Figura 96.	Cauce permanente de la quebrada La Florida	115
Figura 97.	Cauce permanente de la quebrada La Víbora	115
Figura 98.	Vegetación asociada a los cauces de las corrientes objeto del acotamiento de la ronda hídrica.....	121
Figura 99.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:25.000 del POMCA río La Vieja.	127
Figura 100.	Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Boquerón, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022. El cuadro rojo indica la desembocadura en 1950, la cual cambió para el 2010	128
Figura 101.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Boquerón, parte alta.	129
Figura 102.	Tramo 2 del río Boquerón. Se trata de una zona encañonada, con pendientes altas, limitado por laderas erosivas y escarpes. Las flechas azules indican la dirección de la corriente y marcan el cambio de dirección que sufre el río cerca a Salento	130
Figura 103.	Parte baja del río Boquerón. Se ve la formación de llanuras de inundación en zonas amplias del cañón del río. La línea azul marca el curso de la corriente	130
Figura 104.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Boquerón, parte baja.	131
Figura 105.	Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 1 parte alta de las temporalidades 2010 y 2022.....	132
Figura 106.	Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 2 parte media de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.....	133
Figura 107.	Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 3 parte baja de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.....	134
Figura 108.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del río Quindío tramo 1 parte alta.....	135
Figura 109.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del río Quindío tramo 2 parte media.....	136
Figura 110.	Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Navarco, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022. Los cuadros rojos indican zonas que han presentado migración a lo largo de las temporalidades analizadas.	137
Figura 111.	Corrientes de la unidad 1, mostrando la profundidad de los cañones y su espesa cobertura vegetal.....	138

Figura 112. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Navarco, parte alta.....	138
Figura 113. Zona baja del río Navarco. Se observa el valle amplio del río en donde se forman diferentes geoformas fluviales como llanuras de inundación. La línea azul marca el cauce, y las líneas amarillas los bordes de las llanuras de inundación.	139
Figura 114. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Navarco, parte baja.....	140
Figura 115. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Verde, parte media, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.....	141
Figura 116. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 3 del río Verde, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.....	142
Figura 117. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Verde, parte alta.	143
Figura 118. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Verde, parte media.	143
Figura 119. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 3 del río Verde, parte baja.	144
Figura 120. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Bolivia.....	145
Figura 121. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas de la quebrada Boquía de las temporalidades 2010 y 2022.	146
Figura 122. A. Cañón de la quebrada Boquía, mostrando la profundidad de los cañones y su espesa cobertura vegetal.	146
Figura 123. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Boquía en su parte baja.....	147
Figura 124. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Cárdenas en su parte baja.....	148
Figura 125. Corrientes de la unidad 2.	149
A: Quebrada Corozal parte alta, cauce encajado en roca	149
Figura 126. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Corozal.....	149
Figura 127. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Cruz Gorda.....	150
Figura 128. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada El Mudo.	151
Figura 129. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada El Pescador.	152

Figura 130.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Calzada.	153
Figura 131.	Corrientes de la unidad 2.	154
B:	Quebrada Cristalina parte alta, cauce encajado en roca y con bloques provenientes de la vertiente.	154
Figura 132.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Cristalina.....	154
Figura 133.	Quebrada La Florida parte baja, semi-sinuosa y limitada por escarpes, en algunas zonas desarrolla pequeñas llanuras de inundación.	155
Figura 134.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Florida.....	156
Figura 135.	Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Víbora.	157
Figura 136.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Boquerón, parte alta.	158
Figura 137.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Boquerón, parte baja.	158
Figura 138.	Delimitación del componente geomorfológico, mostrando el río Quindío en su parte baja.	159
Figura 139.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Navarco, parte alta.	160
Figura 140.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Navarco, parte baja.	160
Figura 141.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Verde, parte alta.	161
Figura 142.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Verde, parte media.	162
Figura 143.	Delimitación del componente geomorfológico del tramo 3 del río Verde, parte baja.	162
Figura 144.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Bolivia. ..	163
Figura 145.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Boquía... ..	164
Figura 146.	Delimitación del componente geomorfológico, mostrando la quebrada Cárdenas.	165
Figura 147.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Corozal..	166
Figura 148.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Cruz Gorda.	167
Figura 149.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada El Mudo.	168

Figura 150.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada El Pescador.	169
Figura 151.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Calzada. .	170
Figura 152.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Cristalina.	171
Figura 153.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Florida. ...	172
Figura 154.	Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Víbora. ...	173
Figura 155.	Metodología empleada para estimar caudales máximos.	174
Figura 156.	Estaciones de precipitación en el departamento del Quindío.	178
Figura 157.	Estaciones limnimétrica en el departamento del Quindío.	180
Figura 158.	Series mensuales de precipitación para el periodo de registro disponible de cada estación.	182
Figura 159.	Curva de masa de precipitación para cada estación.	184
Figura 160.	Diagramas de caja y bigotes series de precipitación.	186
Figura 161.	Metodología para la delimitación de unidades hidrográficas.	192
Figura 162.	Metodología para la delimitación de unidades hidrográficas con Stream Burning	193
Figura 163.	Unidades hidrográficas aferentes a los tramos priorizados.	197
Figura 164.	Curvas hipsométricas de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología.	199
Figura 165.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica del río Boquerón.	204
Figura 166.	Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Boquerón..	204
Figura 167.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde y la quebrada Cárdenas.	205
Figura 168.	Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Quindío.....	206
Figura 169.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde, y la quebrada Cárdenas.	207
Figura 170.	Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Navarco....	208

Figura 171.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde.	209
Figura 172.	Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Verde.	210
Figura 173.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Bolivia	211
Figura 174.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Bolivia.. ..	211
Figura 175.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Boquía.	212
Figura 176.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Boquía.	213
Figura 177.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Cárdenas.	214
Figura 178.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cárdenas.	214
Figura 179.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Corozal.	215
Figura 180.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Corozal.	216
Figura 181.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Cruz Gorda	217
Figura 182.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cruz Gorda.	218
Figura 183.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada El Mudo	219
Figura 184.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada El Mudo.	219
Figura 185.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 años y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada El Pescador	220

Figura 186.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada El Pescador.	221
Figura 187.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Calzada	222
Figura 188.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Calzada.	222
Figura 189.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Cristalina	223
Figura 190.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cristalina.	224
Figura 191.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Florida	225
Figura 192.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Florida.	225
Figura 193.	Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Víbora	226
Figura 194.	Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Víbora.	227
Figura 195.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Boquerón.	229
Figura 196.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Quindío.	231
Figura 197.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Navarco.	232
Figura 198.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Verde.	233
Figura 199.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia.	234
Figura 200.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Boquía.	235
Figura 201.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas.	236
Figura 202.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Corozal.	237

Figura 203.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda.	238
Figura 204.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo.	239
Figura 205.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo.	240
Figura 206.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada	241
Figura 207.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina.	242
Figura 208.	Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Florida.	243
Figura 209.	Delimitación de la componente hidrológica de la quebrada La Víbora... ..	244
Figura 210.	Diagrama para la clasificación de zonas de vida.	246
Figura 211.	Pisos altitudinales en las cuencas de interés.	247
Figura 212.	Biotemperatura para el cálculo de la zona de vida (°C).	248
Figura 213.	Precipitación media anual multianual para el cálculo de la zona de vida.	249
Figura 214.	Evapotranspiración potencial (mm).	249
Figura 215.	Distribución espacial de las zonas de vida en los tramos de interés para el acotamiento de la ronda hídrica.	250
Figura 216.	Localización de puntos de reconocimiento en campo para el componente ecosistémico.	253
Figura 217.	Vegetación riparia en el tramo del río Quindío.	254
Figura 218.	Espacialización de la altura media del dosel (variable H) del componente ecosistémico	266
Figura 219.	Unidades Geomorfológicas Cuenca Hidrográfica del río La Vieja	267
Figura 220.	Unidades hidrográficas utilizadas para el cálculo de Dd.....	267
Figura 221.	Densidad de drenaje (Dd) por unidad geomorfológica	271
Figura 222.	Áreas Acumuladas	271
Figura 223.	Valor de N.....	272
Figura 224.	Delimitación del componente ecosistémico del río Boquerón.....	274
Figura 225.	Dinámica del componente ecosistémico del río Boquerón	275
Figura 226.	Delimitación del componente ecosistémico del río Quindío.....	277
Figura 227.	Dinámica del componente ecosistémico del río Quindío	278
Figura 228.	Delimitación del componente ecosistémico del río Navarco	280
Figura 229.	Dinámica del componente ecosistémico del río Navarco.....	281

Figura 230.	Delimitación del componente ecosistémico del río Verde.....	283
Figura 231.	Dinámica del componente ecosistémico del río Verde	284
Figura 232.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Bolivia	286
Figura 233.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Bolivia.....	287
Figura 234.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Boquía	289
Figura 235.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Boquía.....	290
Figura 236.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Cárdenas ..	292
Figura 237.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Cárdenas.....	293
Figura 238.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Corozal.....	295
Figura 239.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Corozal	296
Figura 240.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Cruz Gorda	298
Figura 241.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Cruz Gorda....	299
Figura 242.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada El Mudo.....	300
Figura 243.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada El Mudo	301
Figura 244.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada El Pescador	303
Figura 245.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada El Pescador ...	304
Figura 246.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Calzada	306
Figura 247.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Calzada	307
Figura 248.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Cristalina....	309
Figura 249.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Cristalina ..	310
Figura 250.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Florida..	312
Figura 251.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Florida	313
Figura 252.	Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Víbora ..	315
Figura 253.	Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Víbora.....	316
Figura 254.	Ronda hídrica del río Boquerón.....	318
Figura 255.	Ronda hídrica del río Quindío.....	318
Figura 256.	Ronda hídrica del río Navarco.....	319
Figura 257.	Ronda hídrica del río Verde	319
Figura 258.	Ronda hídrica de la quebrada Bolivia.....	320
Figura 259.	Ronda hídrica de la quebrada Boquía	320
Figura 260.	Ronda hídrica de la quebrada Cárdenas	321
Figura 261.	Ronda hídrica de la quebrada Corozal	321
Figura 262.	Ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda	322
Figura 263.	Ronda hídrica de la quebrada El Mudo	322

Figura 264.	Ronda hídrica de la quebrada El Pescador	323
Figura 265.	Ronda hídrica de la quebrada La Calzada	323
Figura 266.	Ronda hídrica de la quebrada La Cristalina.....	324
Figura 267.	Ronda hídrica de la quebrada La Florida	324
Figura 268.	Ronda hídrica de la quebrada La Víbora	325
Figura 269.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Boquerón	327
Figura 270.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Quindío	327
Figura 271.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Navarco	328
Figura 272.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Verde	328
Figura 273.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia ...	329
Figura 274.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Boquía...	329
Figura 275.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas	330
Figura 276.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Corozal..	330
Figura 277.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda .	331
Figura 278.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo.	331
Figura 279.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador.	332
Figura 280.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada..	332
Figura 281.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina	333
Figura 282.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Florida	333
Figura 283.	Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Víbora	334
Figura 284.	Metodología para la identificación, caracterización y priorización de actores	337
Figura 285.	Contexto de los actores.....	339
Figura 286.	Mapa de pertenencia de los actores.....	341
Figura 287.	Actores por municipio.....	343
Figura 288.	Actores según el Género.....	344
Figura 289.	Actores según sector	345
Figura 290.	Mapeo de actores	345
Figura 291.	Uso de la ronda hídrica según los actores sociales entrevistados.....	349

Figura 292.	Número de respuestas sobre problemas ambientales relacionados con la ronda hídrica por municipios	350
Figura 293.	Asentamientos informales dentro de la ronda hídrica. Ortofotografía LIDAR..	353
Figura 294.	Estrategia de participación	361
Figura 295.	Consolidación de las estrategias para el manejo de las rondas hídricas propuestas por los participantes a los Encuentros	369
Figura 296.	Nube de palabras sobre los servicios ecosistémicos en rondas hídricas, de acuerdo con las entrevistas realizadas	374
Figura 297.	Pintura río Quindío, Juan Carlos Suárez	374
Figura 298.	Integración de la cartografía social de los servicios ecosistémicos	376
Figura 299.	Aprovisionamiento de recursos minerales. Cortesía de la Asociación de Barequeros Artesanales del Río Quindío.	379
Figura 300.	Zonas homogéneas del río Boquerón	394
Figura 301.	Zonas homogéneas del río Quindío	395
Figura 302.	Zonas homogéneas del río Navarco.....	395
Figura 303.	Zonas homogéneas del río Verde	396
Figura 304.	Zonas homogéneas de la quebrada Bolivia.....	396
Figura 305.	Zonas homogéneas de la quebrada Boquía.....	397
Figura 306.	Zonas homogéneas de la quebrada Cárdenas.....	397
Figura 307.	Zonas homogéneas de la quebrada Corozal.....	398
Figura 308.	Zonas homogéneas de la quebrada Cruz Gorda.....	398
Figura 309.	Zonas homogéneas de la quebrada El Mudo	399
Figura 310.	Zonas homogéneas de la quebrada El Pescador	399
Figura 311.	Zonas homogéneas de la quebrada La Calzada	400
Figura 312.	Zonas homogéneas de la quebrada La Cristalina	400
Figura 313.	Zonas homogéneas de la quebrada La Florida	401
Figura 314.	Zonas homogéneas de la quebrada La Víbora.....	401
Figura 315.	Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Boquerón	407
Figura 316.	Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Quindío	408
Figura 317.	Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Navarco	408
Figura 318.	Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Verde	409
Figura 319.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia	409

Figura 320.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Boquía	410
Figura 321.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas	410
Figura 322.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Corozal	411
Figura 323.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda	411
Figura 324.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo	412
Figura 325.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador	412
Figura 326.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada	413
Figura 327.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina	413
Figura 328.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Florida	414
Figura 329.	Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada la Víbora	414
Figura 330.	Datos outlier.....	449
Figura 331.	Espacialización de los indicadores para el río Boquerón.....	450
Figura 332.	Espacialización de los indicadores para el río Quindío.....	452
Figura 333.	Espacialización de los indicadores para el río Navarco.....	453
Figura 334.	Espacialización de los indicadores para el río Verde.....	455
Figura 335.	Espacialización de los indicadores para la quebrada Bolivia.....	456
Figura 336.	Espacialización de los indicadores para la quebrada Boquía.....	457
Figura 337.	Espacialización de los indicadores para la quebrada Cárdenas.....	459
Figura 338.	Espacialización de los indicadores para la quebrada Corozal.....	460
Figura 339.	Espacialización de los indicadores para la quebrada Cruz Gorda.....	461
Figura 340.	Espacialización de los indicadores para la quebrada El Mudo.....	463
Figura 341.	Espacialización de los indicadores para la quebrada El Pescador.....	464
Figura 342.	Espacialización de los indicadores para la quebrada La Calzada.....	466
Figura 343.	Espacialización de los indicadores para la quebrada La Cristalina.....	467
Figura 344.	Espacialización de los indicadores para la quebrada La Florida.....	469
Figura 345.	Espacialización de los indicadores para la quebrada La Víbora.....	470

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Revisión información secundaria
- Anexo 2. Inventario Obras Hidráulicas
- Anexo 3. Registro H media
- Anexo 4. Base datos actores
- Anexo 5. Entrevista semiestructurada
- Anexo 6. Encuentro 1
- Anexo 7. Encuentro 2
- Anexo 8. Encuentro 3
- Anexo 9. Coordenadas cauce permanente y elementos constituyentes de la ronda hídrica

INTRODUCCIÓN

La Ley 1450 de 2011 que corresponde al Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”, establece en su artículo 206 que “Corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el área de protección o conservación aferente, para lo cual debe realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el gobierno nacional”. Dichos criterios fueron definidos por el Decreto 2245 de 2017, los cuales fueron incorporados en la "Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia", adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) mediante la Resolución 0957 de 2018.

En cumplimiento de Ley 1450 de 2011 y lo establecido en la Guía Técnica, la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) realizó en 2018 la priorización de los cuerpos para el acotamiento de su ronda hídrica su jurisdicción, la cual fue adoptada por la CRQ mediante la Resolución número 3541 del 29 de noviembre de 2018.

Siguiendo con el proceso de acotamiento de la ronda hídrica, la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) y la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, suscribieron el Convenio Interadministrativo número 005 de 2021, que tiene como objeto: “Aunar esfuerzos técnicos, administrativos, financieros y académicos para realizar el acotamiento de la ronda hídrica del río Quindío y prioritarios priorizados en cumplimiento del proyecto “Formulación de una estrategia de planificación y manejo ambiental de la ronda hídrica de la unidad hidrográfica del río Quindío en el departamento del Quindío” y del Plan de Acción Institucional 2020 – 2023”. En este convenio se priorizaron 15 corrientes superficiales para el acotamiento de la ronda hídrica.

Es de aclarar que el Convenio Interadministrativo número 005 de 2021 incluye los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo específico 1: Acotar la ronda hídrica en las fuentes hídricas priorizadas.
- Objetivo específico 2: Generar información sobre zonificación de áreas de amenaza por avenidas torrenciales e inundaciones en las fuentes hídricas.

El presente documento, que corresponde al informe final del objetivo 1, contiene los productos establecidos en la cláusula segunda del Convenio Interadministrativo 005 de

2021, se estructura de acuerdo con las diferentes fases y componentes que establece la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, en los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Localización de los tramos priorizados: se muestra espacialmente la localización de cada uno de los tramos priorizados.
- Capítulo 2. Marco metodológico y conceptual: se hace una síntesis del marco metodológico y conceptual desarrollado en la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, con algunos ajustes realizados al mismo dada las características propias de las corrientes priorizadas.
- Capítulo 3. Acciones previas: se describe las acciones que son necesarias realizar para iniciar el proceso de acotamiento de la ronda hídrica de los cuerpos de agua priorizados, las cuales son: priorización de los cuerpos de agua, revisión de información secundaria y levantamiento de información de detalle.
- Capítulo 4: Delimitación del cauce permanente: en este capítulo se presenta la definición del cauce permanente para cada una de las corrientes priorizadas delimitada a partir de criterios geomorfológicos e hidrológicos. La integración de estos criterios permitió la delimitación final del cauce permanente, el cual se presenta para cada una de las corrientes priorizadas.
- Capítulo 5. Definición del límite físico de la ronda hídrica. Se describen los resultados obtenidos en cada uno de los pasos realizados para la delimitación de los polígonos correspondientes a los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico. Finalmente, se muestra el polígono que define la ronda hídrica para cada una de las corrientes priorizadas.
- Capítulo 6. Directrices para el manejo ambiental de las rondas hídricas: aquí se presenta la identificación y espacialización de los elementos constituyentes de la ronda hídrica, la identificación de actores y la implementación de la estrategia de participación, al igual que la identificación de los servicios ecosistémico, para finalizar con la definición de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas de las corrientes objeto del presente estudio.
- Capítulo 7. Indicadores para el seguimiento y evaluación de las estrategias para el manejo ambiental: aquí se diseñan y calculan los indicadores con los cuales se propone hacer seguimiento a las estrategias. Se presentan sus valores para cada una de las corrientes priorizadas.

1. LOCALIZACIÓN DE LOS TRAMOS PRIORIZADOS

Los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica fueron el río Quindío y 14 de sus afluentes: ríos Boquerón, Navarco y Verde, y las quebradas Boquía, La Florida, Corozal, Cristalina, El Pescador, Cárdenas, La Víbora, Cruz Gorda, El Mudo, La Calzada y Bolivia (Figura 1). Estas corrientes se localizan en jurisdicción de los municipios de Armenia, Calarcá, Salento, La Tebaida, Córdoba y Buenavista en el departamento del Quindío. Según la zonificación hidrográfica estas corrientes se localizan en el área hidrográfica Magdalena Cauca, zona hidrográfica Cauca y subzona hidrográfica río La Vieja.

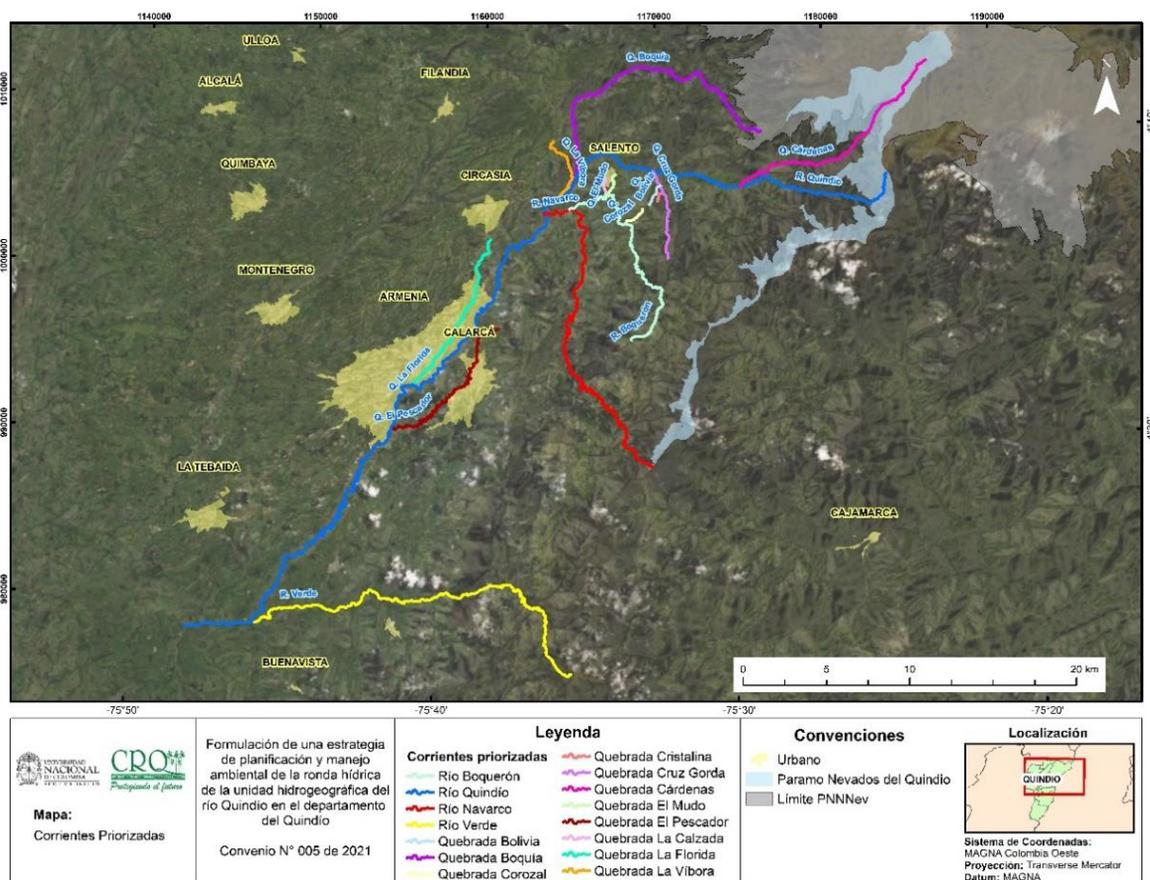


Figura 1. Tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica en el departamento del Quindío.

A continuación, se hace una breve descripción de las corrientes priorizadas:

▪ Río Boquerón

El río Boquerón nace en la cota 2.913 m.s.n.m., en las coordenadas magna sirgas oeste 1168902 O y 69995141,965 N, y se une con el río Navarco en la cota 1.680 m.s.n.m. y coordenadas 1164964,892 O y 1002824,744 N. Con una longitud desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Navarco de 18,27 km. La totalidad de su recorrido lo hace en jurisdicción del municipio de Salento, por su suelo rural, con una trayectoria de sur a norte. Entre sus afluentes están las quebradas Corozal, El Mudo y La Calzada. A lo largo de su ronda hídrica predominan las coberturas de la tierra de Bosques y áreas seminaturales y se localiza al interior del Distrito Regional de Manejo Integrado de la cuenca alta del río Quindío de Salento.

▪ Río Quindío

El río Quindío recorre el departamento del Quindío de norte a sur, pasando por los municipios de Salento, Armenia, Calarcá y La Tebaida, con una longitud de 71,47 km, nace en el páramo Los Nevados (cota 3.652 m.s.n.m., coordenadas magna sirgas oeste 1183864,439 O y 1004663,709 N) en el extremo nororiental del municipio de Salento y desemboca en el río Barragán (cota 1.051 m.s.n.m., coordenadas magna sirgas oeste 1141662,397 O y 977768,515 N) dando origen al río La Vieja (Corporación Autónoma Regional del Quindío [CRQ], 2011). La mayor parte de su recorrido por el municipio de Salento, lo hace dentro del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de la cuenca alta del río Quindío de Salento. Entre sus principales afluentes están: ríos Boquerón, Navarco y Verde, los cuales se incluyeron dentro de los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica. Predominan a lo largo de su ronda hídrica las coberturas de la tierra de pastos y Bosques y áreas seminaturales.

▪ Río Navarco

El río Navarco nace en la cota 3164 m.s.n.m. con las coordenadas magna sirgas oeste 1169773,934 O y 987406,24 N, y descarga al río Quindío en la cota 1.642 m.s.n.m., en las coordenadas magna sirgas oeste 1163454,05 O y 1002396,42 N. Al igual que el río Boquerón, todo su recorrido, que es de 27,65 km, lo hace en jurisdicción del municipio de Salento, en suelo rural, y dentro del Distrito Regional de Manejo Integrado de la cuenca alta del río Quindío de Salento. Su principal afluente es el río Boquerón. Predominan a lo largo de su ronda hídrica las coberturas de la tierra de pastos y Bosques y áreas seminaturales.

▪ Río Verde

El río Verde nace en el municipio de Córdoba en la cota 3.615 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1164955,813 O y 974852,115 N), y recorre además los municipios de Calarcá y Buenavista hasta su confluencia con el río Quindío en la cota 1.073 m.s.n.m.

(coordenadas magna sirgas oeste: 1164955,813 O y 974852,115 N). Su recorrido lo hace por suelo rural con una longitud de 28,65 km. Entre sus principales afluentes están el río Santo Domingo y la quebrada La Española. Predominan a lo largo de su ronda hídrica las coberturas de la tierra de Bosques (agrupa la vegetación secundaria) y Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

▪ **Quebrada Bolivia**

La quebrada Bolivia nace en la cota 2.382 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1169804,282 O y 1003291,86 N) y desemboca en la quebrada Cruz Gorda en la cota 2.027 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1170373,091 O y 1004203,128 N) , con recorrido total de 1,25 km en el suelo rural del municipio de Salento y en el Distrito Regional de Manejo Integrado de la cuenca alta del río Quindío de Salento. Predominan a lo largo de su ronda hídrica las coberturas de la tierra de Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada Boquía**

La quebrada Boquía nace en el Parque Nacional Natural Los Nevados, al norte del departamento del Quindío, en el municipio de Salento a una altura de 3.034 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1176309,288 O y 1007441,083 N). El resto de su recorrido, hasta su confluencia con el río Quindío en la cota 1717 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1165123,867 O y 1004287,306 N), lo hace por el Distrito Regional de Manejo Integrado de la cuenca alta del río Quindío de Salento. Tiene una longitud de 22,28 km. A lo largo de su ronda hídrica se encuentran los centros poblados de Boquía y La Explanación. El resto de la ronda hídrica se localiza en suelo rural, con un predominio de coberturas de la tierra en Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada Cárdenas**

La quebrada Cárdenas es un afluente del río Quindío, nace en la cota 4.587 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1187463,393 O y 1013176,826 N), en el páramo Los Nevados, recorriendo este paramo y DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento en jurisdicción del municipio de Salento. Desemboca en el río Quindío en la cota 2.250 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1175315,349 O y 1004190,762 N). Su longitud es de 18,70 km. La ronda hídrica se localiza en suelo rural, con un predominio de coberturas de la tierra en Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada Corozal**

La quebrada Corozal nace en la cota 2.253 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1169102,809 O y 1002476,276 N) y descarga al río Boquerón en la cota 1.956 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1168283,772 O y 1001908,709 N). Todo su trayecto que

es de 1,20 km, lo hace en jurisdicción del municipio de Salento, en suelo rural, y en al interior del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento. La ronda hídrica presenta un predominio de coberturas de le tierra en Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada Cruz Gorda**

La quebrada Cruz Gorda nace en la cota 2705 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1170767,384 O y 1000140,201 N) y desemboca en la cota 1.936 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1169935,908 O y 1005071,237 N) en el río Quindío. Se localiza en suelo rural del municipio de Salento y en el DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, con un recorrido de 6,19 km. Entre sus afluentes están las quebradas Bolivia y La Cristalina. La ronda hídrica presenta un predominio de coberturas de le tierra en Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada El Mudo**

La quebrada El Mudo tiene un recorrido de 1,48 km, nace en la cota 1971 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1167566,262 O y 1004735,321 N) y desemboca en el río Boquerón en la cota 1.773 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1167190,783 O y 1003575,996 N). La ronda hídrica se localiza en suelo rural y urbano del municipio de Salento, al interior del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, y predominan las coberturas de la tierra en Bosques y áreas seminaturales.

▪ **Quebrada El Pescador**

La quebrada El Pescador nace en la cota 1.657 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1160428,456 O y 995490,374 N) en el municipio de Calarcá, recorriéndolo por el costado noroeste hasta su confluencia con el río Quindío en la cota 1.297 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1154212,595 O y 989602,239 N). Su longitud es de 13,85 km y recorre tanto suelo urbano como rural del municipio de Calarcá. En la ronda hídrica predominan las coberturas de la tierra de pastos y áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

▪ **Quebrada La Calzada**

La quebrada La Calzada, con una longitud de 1,42 km, desde su nacimiento en la cota 1.967 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1167036,114 O y 1004767,434 N) hasta su confluencia con el río Boquerón en la cota 1.767 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1167072,336 O y 1003582,079 N), recorre suelo urbano y rural del municipio de Salento y el DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento. En la ronda hídrica predominan las coberturas de la tierra de Bosques (agrupa la vegetación secundaria).

▪ **Quebrada La Cristalina**

La quebrada La Cristalina, con una longitud de 0,63 km, desde su nacimiento en la cota 2.432 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1170211,101 O y 1003346,796 N) hasta su confluencia con la quebrada Cruz Gorda en la cota 2.062 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1170529,977 O y 1003769,686 N), se localiza en suelo rural del municipio de Salento y el DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento. En la ronda hídrica predominan las coberturas de la tierra de Bosques (agrupa la vegetación secundaria).

▪ **Quebrada La Florida**

La quebrada La Florida nace en la cota 1.754 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1160204,067 O y 1000964,507 N), en el municipio de Calarcá, pasando por el costado este de la cabecera urbana de Armenia hasta su confluencia con el río Quindío en la cota 1.348 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1155516,638 O y 992243,15 N). Su longitud es de 13,80 km y recorre suelo urbano y rural del municipio de Armenia. En la ronda hídrica predominan las coberturas de la tierra de vegetación herbácea y/o arbustiva.

▪ **Quebrada La Víbora**

La quebrada La Víbora tiene un recorrido de 4,72 km, nace en la cota 1.991 m.s.n.m. coordenadas magna sirgas oeste: 1163926,785 O y 1006806,586 N) y desemboca en el río Quindío en la cota 1.684 m.s.n.m. (coordenadas magna sirgas oeste: 1164389,295 O y 1164389,295 N). La ronda hídrica se localiza en suelo rural del municipio de Salento, al interior del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, y predominan áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

2. MARCO METODOLÓGICO Y CONCEPTUAL

Es importante resaltar que el marco metodológico para la delimitación de la ronda hídrica, se soporta en el reconocimiento de que: *“el funcionamiento del sistema fluvial requiere de continuidad longitudinal y conectividad vertical y lateral entre el cauce y la ribera, y que ésta sea bañada de agua, de sedimentos y de nutrientes durante los eventos de inundaciones”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], 2018, p34). Dado lo anterior, el marco metodológico considera en primer lugar la perspectiva funcional para definir el límite físico de la ronda hídrica, dentro del cual se definirán las estrategias para el manejo ambiental pertinentes considerando las condiciones actuales del estado de su funcionalidad y los servicios ambientales que éstas proveen (Minambiente, 2018b).

Para la delimitación física se tiene en cuenta tres (3) aspectos físico-bióticos relacionados con el entendimiento de la dinámica natural del cuerpo de agua: el geomorfológico, el hidrológico y el ecosistémico, como se representa en la Figura 2. La ronda hídrica, así definida, *“se convierte en el espacio necesario para que puedan darse sin restricciones las funciones: geomorfológicas, hidrológico-hidráulicas y ecosistémicas. Por ello, la ronda hídrica puede variar ampliamente entre sectores, dependiendo de la dinámica particular del cuerpo de agua y de las condiciones geomorfológicas de su entorno”* (Minambiente, 2018, p34).

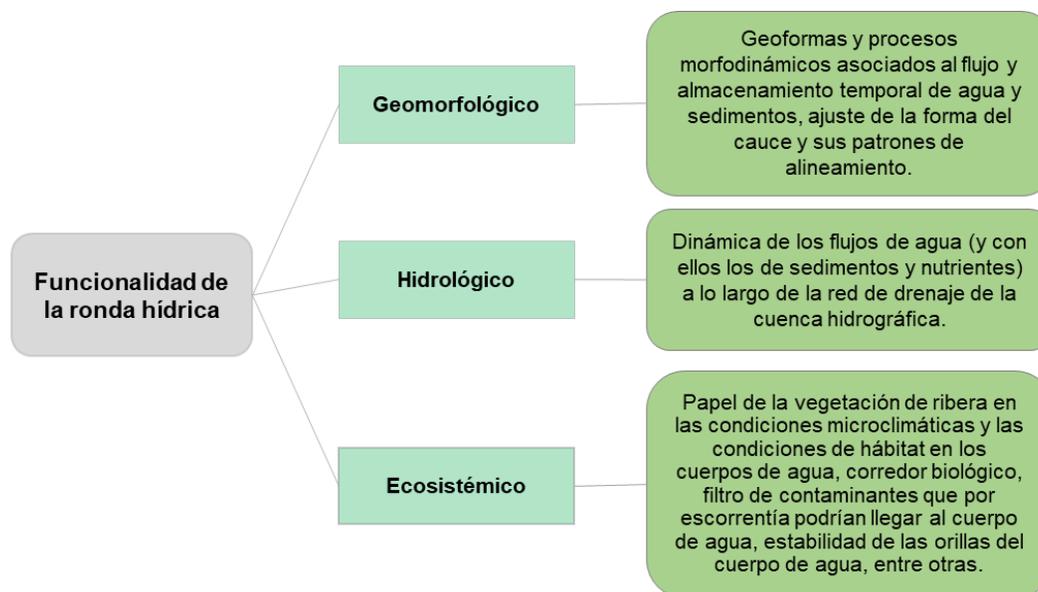


Figura 2. Componentes físico-bióticas mínimas a ser consideradas para definir el límite físico de las rondas hídricas desde su funcionalidad. Tomado de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018, p34).

La guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2018 y adoptada mediante Resolución No. 957 de 2018, define para el acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para su manejo ambiental, un marco metodológico que comprenden varias fases: acciones previas, delimitación del cauce permanente o de la línea de mareas máximas y definición del límite físico y de estrategias para el manejo de la ronda hídrica, como se ilustra en la Figura 3 (Minambiente, 2018). Cada una de estas fases comprende contempla una serie de actividades, que se describen brevemente a continuación y que se complementan con los procesos metodológicos desarrollados en el acotamiento de la ronda hídrica del río Quindío y sus afluentes priorizados, dadas las características biofísicas propias de los mismos y la información con la que se cuenta para el acotamiento de su ronda hídrica.



Figura 3. Fases y actividades para el acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para su manejo ambiental. Tomado de la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018, p35).

2.1 FASE 0. ACCIONES PREVIAS

En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Priorización de cuerpos de agua para el acotamiento de su ronda hídrica: se retomaron los criterios de priorización propuestos por la guía técnica para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia. Este estudio se realizó mediante el Convenio interadministrativo número 004-2018 suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) y la Universidad del Tolima.

- Recopilación información secundaria: la CRQ suministró la información con la que contaba, la cual fue revisada y analizada. Su descripción en detalle se encuentra en el Anexo 1.
- Información topográfica de detalle: para el levantamiento de esta información la CRQ contrató a la empresa SIGLA S.A.S, la cual entregó imágenes LIDAR (por sus siglas en inglés de "Light Detection and Ranging"), y los Modelos Digital del Terreno (MDT) y Digital de Superficie (MDS). Insumos básicos para la definición de los componentes geomorfológico e hidrológico – hidráulico en la escala de detalle que define la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.
- Alistamiento institucional: se incluyen actividades previas a la firma del Convenio Interadministrativo 005 de 2021, suscrito entre la CRQ y la Universidad Nacional de Colombia, que la CRQ realizó internamente, entre ellas los estudios previos para dicho Convenio.

2.2 FASE 1. DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE O DE LA LÍNEA DE MAREAS MÁXIMAS

Por definición el cauce permanente en los sistemas lóticos es una cicatriz visible en el terreno, ya que ha sido moldeado naturalmente en el paisaje como resultado de la acción del flujo de agua y el consecuente transporte de sedimentos durante eventos de crecida frecuentes relacionados con el ciclo hidrológico intra-anual principalmente. Eventualmente, cuando los caudales son de gran magnitud, el cauce no tiene capacidad para transportarlos, éstos desbordan sobre el terreno e inundan las riberas. Dada la menor frecuencia de presentación de tales eventos, sus huellas en el terreno son borradas con el paso del tiempo, estableciéndose allí vegetación como un primer rasgo diferenciador (Minambiente, 2018b).

Dado lo anterior, para su definición se utilizaron criterios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos. Desde la geomorfología se realizó un análisis de sensores remotos para el análisis multitemporal, lo cual permitió una clasificación morfológica de los cauces de toda la red de drenaje en términos de incisión, pendiente, ancho y relieve relativo.

Por su parte, desde la dinámica hidrológica e hidráulica el cauce permanente se asocia al espacio ocupado por el tránsito hidráulico de la avenida correspondiente al caudal de un período de retorno de 2,33 años aproximadamente. Además de la modelación hidráulica unidimensional o bidimensional, según el caso, para la delimitación del cauce permanente en cada uno de los tramos priorizados, se utilizó como criterio para definir los polígonos de cauce permanente en las zonas bajas, en donde la topografía LiDAR presenta limitaciones de identificación, el concepto de banca llena. Esta metodología consiste en conocer el área correspondiente al cauce actual, y que coincide con el cauce permanente, con la salvedad

que, posiblemente el cauce permanente pueda ser de una extensión incluso mayor a la estimada, debido a la incertidumbre por las limitaciones de la tecnología LiDAR o por ser una zona donde la corriente divaga cambiando de cauce permanente dejando madres viejas.

A partir de los criterios antes descritos se definió un cauce permanente geomorfológico y otro hidrológico, los cuales se espacializaron, donde estos coinciden espacialmente queda definido el cauce permanente. Donde no hay coincidencia se hizo un análisis de los resultados y a criterio de los expertos se determinó el cauce permanente. Adicionalmente, y dada la dificultad con la información topográfica producto del LIDAR 2022, se realizaron correcciones manuales a lo largo de los cauces buscando coherencia entre lo que se observa en la ortofoto, el MDT y cauce permanente obtenido a partir de los criterios geomorfológico e hidrológico.

2.3 FASE 2. DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO Y DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA RONDA HÍDRICA

La ronda hídrica tiene los siguientes elementos constituyentes: *"la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho, y el área de protección o conservación aferente. El punto de partida es definir el límite físico desde el punto de vista funcional y establecer dentro de éste las estrategias para su manejo ambiental"* (Minambiente, 2018, p36). Para ello, se definió espacialmente los componentes hidrológico, geomorfológico y ecosistémico a partir de la metodología que se describe detalladamente en la guía técnica y que se sintetiza a continuación. Luego, utilizando la herramienta SIG se construyó la envolvente de los tres (3) polígonos, la cual determinó el límite físico de la ronda hídrica a partir de la línea de cauce permanente.

2.3.1 Definición del límite físico de la ronda hídrica

Se describe la metodología aplicada en la delimitación de los componentes geomorfológico, hidrológico – hidráulico, ecosistémico y la ronda hídrica.

2.3.1.1 Componente geomorfológico

La delimitación del componente geomorfológico se definió teniendo en cuenta los procesos morfodinámicos. Las unidades morfológicas básicas típicamente asociadas a las rondas hídricas de estos tipos de cuerpos de agua son: llanura inundable actual, terraza reciente, escarpes, depósitos fuera del cauce permanente, islas (de llanura o de terraza), cauces secundarios, meandros abandonados, sistemas lénticos relacionados con la dinámica fluvial y aquellas porciones de la llanura inundable antropizadas (Minambiente, 2018b). Para la definición de estas unidades se utilizó el modelo digital del terreno (MDT) de 1 m de

resolución, perfiles topográficos, los cambios de pendiente (mapa del índice morfométrico de pendiente), los tres ortofotomosaicos que permiten identificar cambios en la cobertura y en las unidades fluviales, las curvas de nivel, los drenajes y el glosario de unidades y subunidades geomorfológicas (Servicio Geológico Colombiano [Sgc], 2015).

Por otro lado, para realizar la verificación en campo de las unidades morfológicas asociadas a las rondas hídricas, se consideró: i) los procesos morfodinámicos relacionados con la socavación, erosión y sedimentación; y ii) los ajustes a la forma de la sección, la pendiente, la sinuosidad, la migración y el movimiento lateral. Igualmente, se identificaron las intervenciones antrópicas que determinan cambios geomorfológicos y fluviales. Finalmente, se definió en campo la franja requerida para el desarrollo de los procesos morfodinámicos en cada tramo por tipología de unidad morfológica. La franja se trazó a partir del cauce permanente de la corriente.

2.3.1.2 Componente hidrológico

Para la definición del componente hidrológico de la ronda hídrica de los tramos priorizados, se siguió el proceso metodológico descrito a detalle en los numerales 6.1.2.2 de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018). Este proceso se fundamenta en la representación espacial de las áreas inundadas durante eventos de periodo de retorno de 15 y 100 años (numeral 5.2.3). El primero aplica a sistemas loticos poco intervenidos o sin modificaciones considerables en su morfología, mientras que los de 100 años se utilizan en zonas urbanas y de expansión urbana o en zonas con una alta presión antropogénica sobre el suelo.

Por otra parte, en campo se levantó información detallada de obras hidráulicas de mayor envergadura como puentes (Anexo 2), la cual fue incluida en las modelaciones hidráulicas de periodo de retorno de 15 y 100 años, ya que éstas pueden representar un control hidráulico para el flujo durante el tránsito de los caudales de grandes magnitudes y de baja frecuencia. Igualmente, se tomó información de rugosidad de Manning. Para ello se tomó como punto de partida mediciones hechas en diferentes corrientes con características similares a las que son objeto del presente estudio, principalmente del trabajo realizado por Yochum et al. (2014) para la United States Department of Agriculture (USDA), el cual se basa en el criterio de clasificación de corrientes propuesto por Rosgen (1994) y asociarlo con la resistencia al flujo. Este trabajo abarcó múltiples mediciones en campo que permiten definir este parámetro de resistencia al flujo en eventos máximos. La aplicación se presenta en el numeral 5.2.4.

Para la obtención de las manchas de inundación se partió de la modelación hidrológica, numeral 5.2.3, con la cual se obtuvieron los caudales para los periodos de retorno de 15 y 100 años. Se utilizó el modelo precipitación - escorrentía HEC-HMS 4.8 desarrollado por el

Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers para la modelación hidrológica de los tramos de estudio.

En la modelación hidráulica se utilizó el software HEC RAS. La mancha de inundación correspondiente al caudal del periodo de retorno de 15 años, se empleó para delimitar el componente hidrológico de la ronda hídrica en los tramos poco intervenidos, es decir en aquellos tramos donde no se han ejecutados obras que afecten el cauce o dinámica natural de la corriente, y de 100 años para los tramos intervenidos por obras de protección o hidráulicas que afectan la dinámica natural de la corriente como es el caso de las quebradas El Mudo y El Pescador. También se incluyó en este escenario de modelación, las quebradas La Calzada y La Florida por precaución. Esta última dado su recorrido urbano con viviendas cercanas al cauce en la invasión del barrio Giraldo.

2.3.1.3 Componente ecosistémico

La delimitación del componente ecosistémico se inició con la identificación de las zonas de vida, las cuales se definieron a partir de la integración de variables climáticas obtenidas de la información hidroclimática utilizada en la modelación hidrológica y de la información altitudinal de las cuencas asociadas a los tramos priorizados.

Luego se procedió al cálculo de H (altura del dosel medio de la comunidad vegetal representativa de la zona de vida). Para ello, se revisó información secundaria y se realizó levantamiento de información en campo. En el trabajo de campo se registraron datos sobre el estado de intervención de las coberturas vegetales adyacentes a los cauces de las corrientes priorizadas.

Una vez calculada la H, se definió N (densidad de drenaje (Dd) por unidad geomorfológica), para ello, se utilizaron las unidades geomorfológicas cartografiadas en el POMCA del río La Vieja, y homologadas en el presente estudio. Con H y N se procedió a la delimitación del Componente Ecosistémico de la ronda hídrica, que es igual al producto de estas dos variables.

2.3.1.4 Definición del límite físico de la ronda hídrica

Una vez delimitados los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico se realizó la superposición de las superficies obtenidas para los mismos mediante la herramienta SIG, y se trazó la envolvente externa a dichos polígonos, la cual definió el polígono o superficie de la ronda hídrica.

2.3.2 Directrices para el manejo ambiental de las rondas hídricas

El alcance de esta actividad es definir unas directrices mínimas para el manejo ambiental de la ronda hídrica a través de estrategias de preservación, restauración o usos sostenibles. Para ello, la Guía técnica propone la realización de las actividades que a continuación se describen.

2.3.2.1 Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica

Según lo establecidos en el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, dentro del límite físico de la ronda hídrica se encuentran sus dos elementos constituyentes: i) *“la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974”*, ii) *“y el área de protección o conservación aferente”*. Según la Guía Técnica, la identificación de estos elementos se realiza una vez se define el límite físico de la ronda hídrica. El componente hidrológico (tanto para cuerpos de agua con modificaciones considerables en su morfología o los que no) es el criterio base para definir el primer elemento de la ronda hídrica, esto es, la faja paralela. Si el componente hidrológico es mayor o igual 30 metros, “la faja paralela” será igual a 30 metros, medidos estos desde el borde del cauce permanente, y la extensión restante de la ronda hídrica será “el área de protección o conservación aferente” (Figura 4). Si el componente hidrológico es menor de 30 metros, medido desde el borde del cauce permanente, “la faja paralela” será igual a éste, y el “área de protección o conservación aferente” corresponderá al resto del área de la ronda hídrica, tal como se observa en la Figura 5 (Minambiente, 2018).

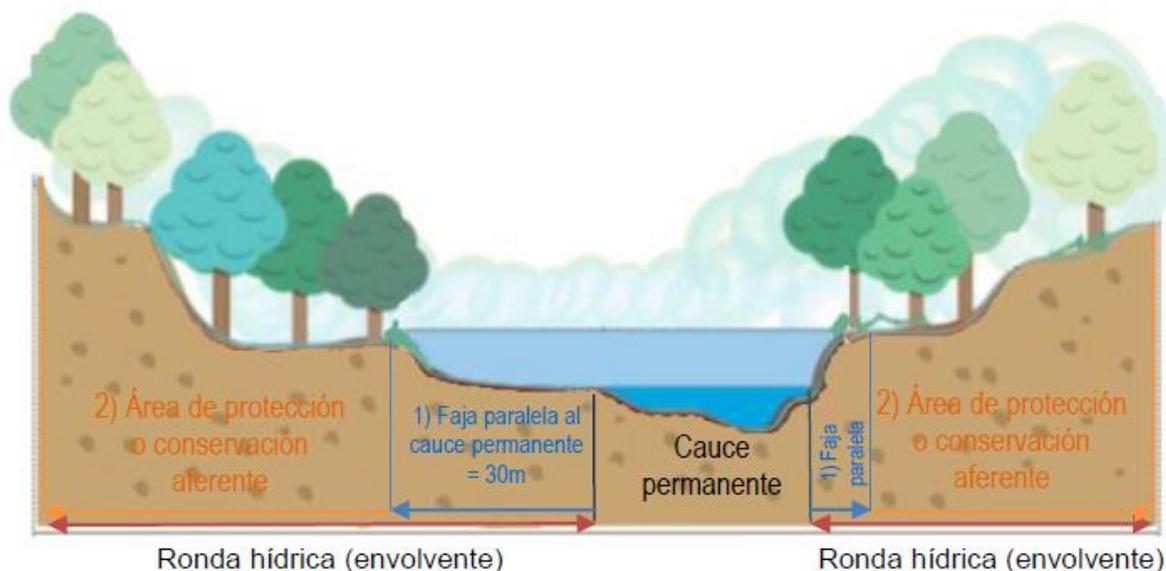


Figura 4. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico). Tomado de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018, p106).

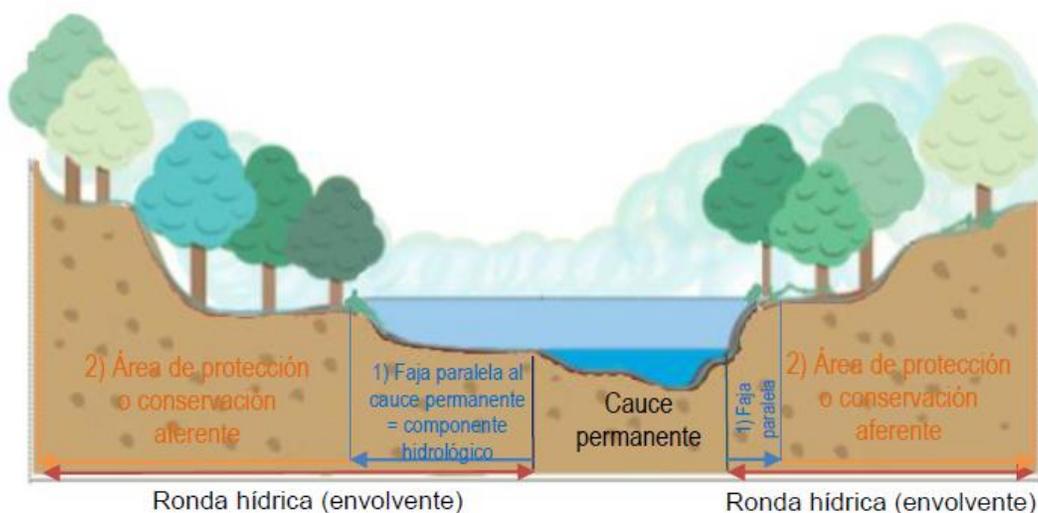


Figura 5. Identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica (flecha roja) cuando el primero (flecha azul) es igual al componente hidrológico (< 30 metros) y el resto es hasta el límite de la envolvente de los otros dos componentes (geomorfológico y ecosistémico). Tomado de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018, p107).

2.3.2.2 Identificación de actores y estrategia de participación

La ruta metodológica para la identificación de actores comprendió tres momentos: i) la identificación de actores donde a partir de información secundaria y la recopilada en campo se construyó una base de datos, que se presenta en el Anexo 3; ii) la caracterización de actores, lo cual se hizo a partir del contexto, tipología y relación de los actores con la ronda hídrica; y iii) la priorización que se realizó a partir de un análisis cualitativo permitió entender las posiciones, tensiones y conflictos de los actores en la ronda hídrica.

Por su parte, para el diseño e implementación de la estrategia de participación se realizaron las siguientes actividades: i) revisión de información existente, ii) estructuración o diseño del esquema: estrategia de participación, iii) implementación de herramientas y técnicas de trabajo comunitario, iv) desarrollo de espacios de encuentro y v) socialización del informe final.

El proceso metodológico para la identificación de actores y el diseño e implementación de la estrategia de participación se presenta en detalle en los numerales 6.2.1 y 6.2.3.

2.3.2.3 Identificación de servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen los ecosistemas. En este estudio se identificó y espacializó los servicios ecosistémicos de la ronda hídrica del río Quindío y sus tributarios priorizados para el acotamiento de su ronda hídrica, para lo cual se consideraron los servicios de soporte, aprovisionamiento, regulación y culturales de la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos, definición y servicios ecosistémicos

Tipo	Definición	Servicios
Servicios Soporte	Servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y la existencia de los demás servicios ecosistémicos. Estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás.	Formación del suelo, ciclos de los nutrientes, producción de materias primas, provisión de hábitat para especies.
Servicios de Aprovisionamiento.	Constituidos por el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas (Evaluación de Ecosistemas del Milenio [MEA], 2003).	Alimentos, agua, madera y leña, Fibras, Recursos genéticos, bioquímicos (ingredientes naturales plantas medicinales, productos farmacéuticos y productos cosméticos), pieles, mascotas.
Servicios de regulación	Beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas (MEA, 2003).	Mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima, control de la erosión, control de enfermedades, purificación del agua.

Tipo	Definición	Servicios
Servicios Culturales.	Beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas (MEA, 2003).	Espirituales y religiosos, recreación y ecoturismo, estéticos, inspiración, educacionales, sentido de identidad y pertenencia a un lugar, herencia cultural.

Fuente: Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación (MEA, 2003).

Para la identificación de los servicios ecosistémicos se diseñó una ruta metodológica (Figura 6), que partió de la identificación preliminar de los servicios ecosistémicos asociados a la ronda hídrica de los tramos priorizados para el acotamiento de la misma, lo cual se realizó mediante la revisión de información secundaria de los instrumentos de gestión ambiental y la información socioeconómica. Posteriormente, esta identificación se complementó con la información obtenida mediante las siguientes herramientas:

- Mapeo participativo: se refiere a la construcción colectiva de mapas, con la finalidad de representar el conocimiento espacial de los participantes sobre los servicios ecosistémicos. De acuerdo con la estrategia de participación se organizaron encuentros para el diálogo de saberes sobre las rondas hídricas. En el Encuentro 1, los participantes ubicaron espacialmente los beneficios que reciben de las rondas hídricas (Anexo 6).

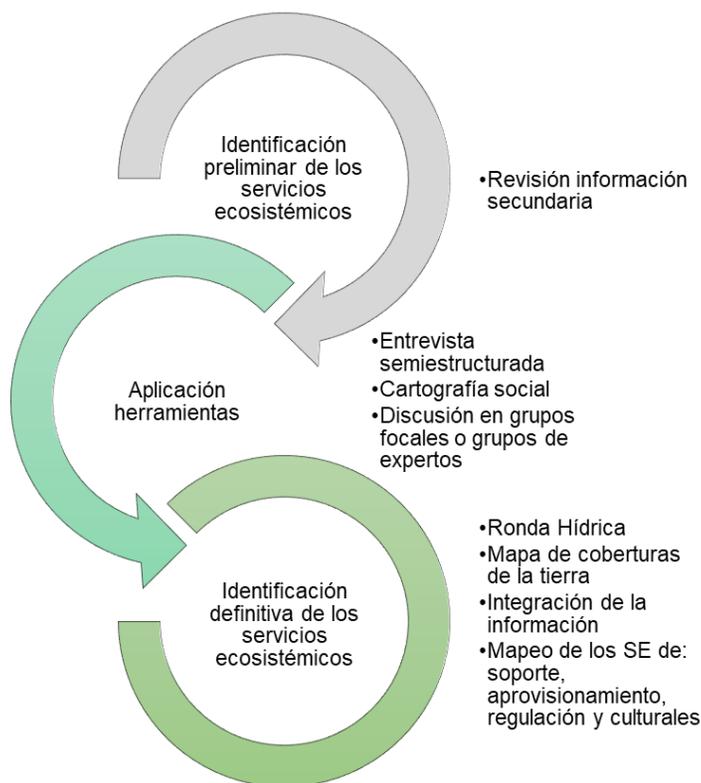


Figura 6. Proceso metodológico para la identificación de los servicios ecosistémicos

- Entrevistas: son un método clave para obtener información de primera mano y datos de campo sobre cualquier aspecto que sea de interés. Una adecuada aplicación y análisis permite avanzar significativamente en la comprensión de temas complejos. Existen varios formatos: una entrevista en profundidad, entrevista semiestructurada y entrevista estructurada (ValuES, 2021a). Para este estudio se utilizaron entrevistas semiestructuradas. En el Anexo 5, se encuentra el formato de la entrevista, el listado de las personas entrevistadas y un registro fotográfico de las entrevistas.
- Discusión en grupos focales o grupos de expertos: este método permite recopilar datos cualitativos en forma de una discusión planificada. Es una reunión de un pequeño número de personas convocada por un facilitador, en torno a un tema en particular (ValuES, 2021b). En este caso el grupo de expertos serán los profesionales de las diferentes disciplinas que participan en el estudio. La discusión girará en torno a la identificación de los servicios ecosistémicos de la ronda hídrica de los tramos priorizados objeto del presente estudio, su estado, presión antrópica sobre los servicios ecosistémicos y tendencia.

Finalmente, y una vez que se definió el límite físico de la ronda hídrica se hizo la identificación definitiva de los servicios ecosistémicos para cada uno de los tramos priorizados y el mapeo de los mismos, integrando los resultados que se obtuvieron con cada una de las herramientas utilizadas mediante un SIG y el mapa de coberturas de la tierra. Esta información fue uno de los insumos para la determinación de directrices para el manejo ambiental de la ronda hídrica.

2.3.2.4 Estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas

La Guía establece que se deben definir unas directrices mínimas para el manejo ambiental de la ronda hídrica a través de las siguientes estrategias, las cuales contribuyen al logro del objetivo de conservación planteado en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos:

- Preservación: con esta estrategia se busca mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme a su dinámica natural y evitando los posibles disturbios que ocasionen las acciones humanas (Minambiente, 2018). Para su definición se debe identificar, dentro de la ronda hídrica, áreas a ser preservadas evitando la ocupación humana.
- Restauración: esta estrategia se enfoca en restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, en áreas de la ronda hídrica que hayan sido alteradas o degradadas que contribuyan a la conectividad ecológica (Minambiente, 2018). Para su definición se debe identificar, dentro de la ronda hídrica,

áreas que hayan tenido algún tipo de intervención y donde pueda restituirse el ecosistema natural a través de acciones de restauración.

- **Uso sostenible:** corresponde a áreas donde se permite actividades que no afectan la funcionalidad de la ronda hídrica (Minambiente, 2018). Para su definición se debe identificar, dentro de la ronda hídrica, áreas, que puedan destinarse a usos sostenibles compatibles con el objeto de conservación de la ronda hídrica.

Con estas estrategias se busca evitar la generación de condiciones de riesgos por inundación, avenidas torrenciales y estabilidad geotécnica al prevenir la exposición de personas, bienes o servicios, así como orientar su aprovechamiento de manera sostenible (Minambiente, 2018).

Para la definición de las estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica se siguió la ruta metodológica que se presenta en el esquema de la Figura 7, donde se inició con la definición de las zonas homogéneas a partir de los siguientes insumos: la definición del límite físico de la ronda hídrica, sus componentes y elementos constituyentes, mapa de cobertura de la tierra y la clasificación morfológica de los cauces.

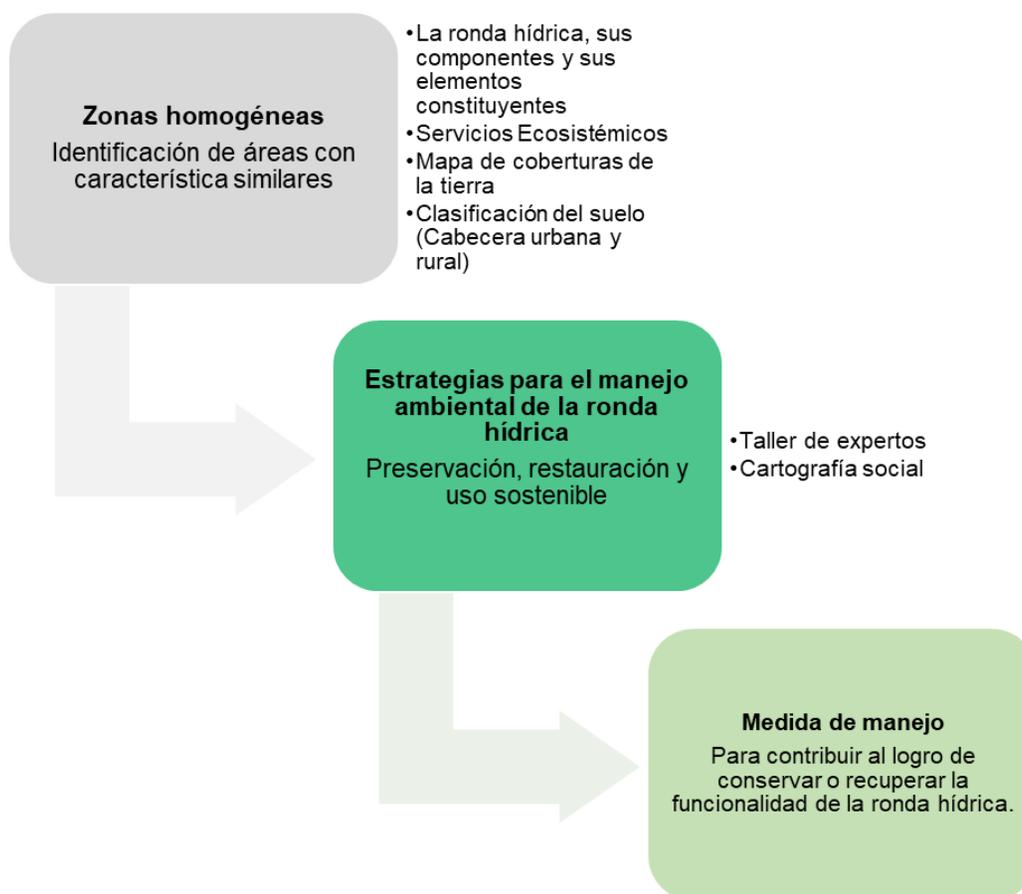


Figura 7. Ruta metodológica para la definición de las estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica

Una vez delimitadas las zonas homogéneas se definieron y espacializaron las estrategias de manejo ambiental, siguiendo los lineamientos propuestos en la Guía para tal fin, a través de los ejercicios participativos (Encuentro 2) y la discusión técnica. Finalmente, se formularon medidas o lineamientos generales para para el logro de las estrategias de manejo ambiental definidas para cada uno de los tramos en estudio.

A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de las etapas anteriormente mencionadas:

▪ Zonas homogéneas

Para la definición de las zonas homogéneas se utilizaron dos (2) criterios básicos que permitieron identificar áreas con características similares que permitiesen zonificar la ronda hídrica: las coberturas de la tierra y las unidades de análisis según la clasificación

morfológica de los cauces de las corrientes priorizadas que se desarrolla en el numeral 4.1.4.

Para efectos de la definición de las zonas homogéneas, las coberturas de la tierra se agruparon como se muestra en la Tabla 2, y para el caso de las unidades morfológicas, se unen las unidades 1 y 2 que se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, y las unidades 3 y 4, que corresponde a cauces que divagan por zonas amplias, llanuras.

A partir de los criterios antes descritos y mediante algebra de mapas en la herramienta SIG se delimitaron 9 zonas homogéneas, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios para la definición de las zonas homogéneas

Zonas homogéneas	Clasificación morfológica de los cauces	Coberturas de la tierra
ZH1	Cauces encañonados y encajados (unidad 1 y 2)	Bosques y áreas seminaturales Bosque denso (3.1.1), Bosque de galería y ripario (3.1.4), Plantación forestal (3.1.5), 3.2.1. Herbazal (3.2.1), Vegetación secundaria o en transición (3.2.3), Zonas arenosas naturales (3.3.1), Afloramientos rocosos (3.3.2) y Tierras desnudas y degradadas (3.3.3).
ZH2	Cauces encañonados y encajados (unidad 1 y 2)	Zonas urbanizadas Tejido urbano continuo (1.1.1) y Tejido urbano discontinuo (1.1.2).
ZH3	Cauces encañonados y encajados (unidad 1 y 2)	Otros territorios artificializados Zonas industriales o comerciales (1.2.1), Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2), Zonas de extracción minera (1.3.1) e Instalaciones recreativas (1.4.2).
ZH4	Cauces encañonados y encajados (unidad 1 y 2)	Territorios agrícolas Otros cultivos transitorios (2.1.1), Cultivos permanentes herbáceos (2.2.1), Cultivos permanentes arbustivos (2.2.2), Cultivos permanentes arbóreos (2.2.3), Cultivos agroforestales (2.2.4), Cultivos confinados (2.2.5), Pastos limpios (2.3.1), Pastos arbolados (2.3.2) y Pastos enmalezados (2.3.3).
ZH5	Cauces en llanuras y planicies (unidades 3 y 4)	Bosques y áreas seminaturales Bosque denso (3.1.1), Bosque de galería y ripario (3.1.4), Plantación forestal (3.1.5), 3.2.1. Herbazal (3.2.1), Vegetación secundaria o en transición (3.2.3), Zonas arenosas naturales (3.3.1), Afloramientos rocosos (3.3.2) y Tierras desnudas y degradadas (3.3.3).

Zonas homogéneas	Clasificación morfológica de los cauces	Coberturas de la tierra
ZH6	Cauces en llanuras y planicies (unidades 3 y 4)	Zonas urbanizadas Tejido urbano continuo (1.1.1) y Tejido urbano discontinuo (1.1.2).
ZH7	Cauces en llanuras y planicies (unidades 3 y 4)	Otros territorios artificializados Zonas industriales o comerciales (1.2.1), Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2), Zonas de extracción minera (1.3.1) e Instalaciones recreativas (1.4.2).
ZH8	Cauces en llanuras y planicies (unidades 3 y 4)	Territorios agrícolas Otros cultivos transitorios (2.1.1), Cultivos permanentes herbáceos (2.2.1), Cultivos permanentes arbustivos (2.2.2), Cultivos permanentes arbóreos (2.2.3), Cultivos agroforestales (2.2.4), Cultivos confinados (2.2.5), Pastos limpios (2.3.1), Pastos arbolados (2.3.2) y Pastos enmalezados (2.3.3).
ZH9	Cauces en llanuras y planicies (unidades 3 y 4) y Cauces encañonados y encajados (unidad 1 y 2)	Áreas húmedas y superficies de agua. En esta se incluye el cauce permanente.

▪ Estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas

Para delimitación de estas estrategias, y teniendo en cuenta lo ya establecido en la Guía Técnica, se definieron unos criterios que permitiesen determinar qué estrategia aplicaba a cada zona homogénea. Para esto, se realizó una discusión técnica con los profesionales del equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia, los cuales desde su experticia y conocimiento obtenido en campo y a través de este estudio, definieron una serie de criterios generales a aplicar, los cuales fueron socializados y discutidos con los funcionarios de la CRQ. Estos criterios se describen en el numeral 6.4.2 y se sintetizan según la zona homogénea en la Tabla 3.

Adicionalmente, se incluyó como criterio las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones asociadas a las rondas hídricas.

Tabla 3. Criterios para la definición de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas según zonas homogéneas

Zona Homogénea	Criterios
ZH1	Preservación: en el suelo rural se aplicará la estrategia de preservación en toda la ronda hídrica y en el urbano, en el componente ecosistémico. Aplica

Zona Homogénea	Criterios
	también, tanto en suelo rural como urbano, en las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones, paramo de Los Nevados y nacimientos.
ZH2 y ZH6	Restauración: en el componente hidrológico, en las áreas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones donde deberán hacerse estudios detallados de riesgo. Aplica al suelo rural y urbano. Adicionalmente, en el páramo de Los Nevados y la ronda de los nacimientos. Suelo rural y cabecera urbana Uso sostenible: por fuera del componente hidrológico y dentro de la ronda hídrica, que no esté en zonas de amenaza alta por inundaciones y avenidas torrenciales y ronda de nacimientos. Suelo rural y urbano.
ZH3 y ZH7	Uso sostenible: en toda la ronda hídrica. Aplica en el suelo rural y urbano.
ZH4	Restauración: en el suelo rural se aplica en componente ecosistémico. Si este es menor de 30 metros, hasta 30 metros, medidos desde el cauce permanente. En el suelo urbano en el componente ecosistémico. Uso sostenible: se aplica el uso sostenible para las áreas que quedan por fuera del componente ecosistémico o la faja de 30 metros, pero al interior de la ronda hídrica.
ZH5	Preservación: en el suelo rural se aplica la estrategia de preservación en toda la ronda hídrica y en el urbano, en la faja paralela. Aplica también, tanto en suelo rural como urbano, en las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones, paramo de Los Nevados y nacimientos.
ZH8	Restauración: en suelo rural se aplica en la faja paralela. Si esta es menor de 30 metros, hasta 30 metros, medidos desde el cauce permanente. En el suelo urbano se aplica a la faja paralela. Uso sostenible: en el área de protección o conservación aferente o área que queda por fuera del buffer de 30 metros, y que estén por fuera de zonas de amenaza alta por inundaciones y avenidas torrenciales y ronda de nacimientos.
ZH9	Preservación: en todas áreas que se localiza dentro de la ronda hídrica. Aplica en el suelo rural y urbano. Incluye el cauce permanente.

Definidos los criterios y a partir de la herramienta SIG se espacializaron las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas de las corrientes priorizadas, las cuales fueron contrastadas con los mapas obtenidos a partir de la cartografía social realizados en el Encuentro 2, encontrándose similitud sobre todo en las partes altas de las corrientes, donde las comunidades participantes las definen como de preservación, y en este estudio se determinaron de preservación y restauración.

▪ Medidas de manejo

Una vez definidas las estrategias, se formulan una serie de lineamientos generales o medidas de manejo que tienen la finalidad del logro del objetivo de conservación o recuperación de la funcionalidad de los cuerpos de agua priorizados y sus servicios

ecosistémicos. Lo anterior se realizó a partir de los aportes realizados en los espacios de participación del Encuentro 2, la reunión de socialización con los funcionarios de la CRQ y la discusión técnica realizada al interior del equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia. Dichas medidas se describen en el numeral 6.4.3.

3. ACCIONES PREVIAS

3.1 PRIORIZACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA PARA EL ACOTAMIENTO DE SU RONDA HÍDRICA EN JURISDICCIÓN DE LA CRQ

Esta actividad fue adelantada por la CRQ en 2018, la cual se realizó aplicando los lineamientos propuestos para tal fin en la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Universidad Nacional de Colombia (2018), y fue adoptada por la CRQ mediante la Resolución número 3541 del 29 de noviembre de 2018.

En el documento soporte de dicha priorización, se hizo una descripción de los lineamientos de priorización propuestos por la guía técnica para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia y de la propuesta metodológica para la redefinición de los pesos de ponderación a través de la Matriz de Análisis de Jerarquía Analítica, lo cual permitió involucrar la valoración de las particularidades regionales en la definición de la importancia relativa de cada criterio de priorización para el acotamiento de las rondas hídricas en jurisdicción de la CRQ.

Del ejercicio de priorización realizado, donde se evaluaron 64 cuerpos de agua, se identificó que el acotamiento de la ronda hídrica es prioritario para el río Quindío, río Roble, quebrada Boquía, quebrada El Bosque, quebrada Cajones (Circasia), río Lejos, río Santo Domingo, río Gris, quebrada La Arenosa, quebrada Buenavista, quebrada Cristales, río Espejo, río San Juan, río Navarco, quebrada La Española y quebrada el Naranjal. Estas fuentes hídricas representan el 25% de los cuerpos de agua evaluados y presentan los valores más altos de importancia y corresponden a cauces naturales alterados de interés para ser renaturalizados o restaurados, porque presentan conflictos ambientales por ocupación antrópica de áreas inundables, y/o porque la mayoría tienen importancia para el abastecimiento de acueductos (CRQ & Universidad del Tolima, 2018b). De estas fuentes hídricas fueron seleccionadas para el acotamiento de la ronda hídrica en el marco del Convenio 005 de 2021, los ríos Quindío y Navarco, y la quebrada Boquía.

3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para la realización de esta actividad se solicitó a la CRQ, la información requerida que se lista en la Guía técnica, página 42, adicionando otra que el equipo técnico de la Universidad consideró de importancia. La CRQ suministró la información con la que contaba, la cual fue revisada y analizada. Es de aclarar que, dada la escala del presente estudio, la información secundaria, excepto la hidrológica, es una información de contexto que permitió un

conocimiento preliminar del territorio pero que no es utilizada para la definición del límite físico de la ronda hídrica.

Se realizó una revisión de los instrumentos de planificación ambiental y territorial, los cuales son importantes para la articulación con las estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica, la información cartográfica, hidrometeorológica, geológica y geomorfológica, ecosistémica, social y de participación. Para su sistematización se utilizaron unas fichas bibliográficas, las cuales se encuentran en el Anexo 1, al igual que la descripción detallada de la información revisada, que se resume a continuación.

3.2.1 Instrumentos de planificación

Se realizó la revisión de los siguientes instrumentos de planificación ambiental:

- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río La Vieja. Este instrumento se desarrolló siguiendo la propuesta metodológica desarrollada en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (Minambiente, 2014a). Según esta Guía su formulación comprende las siguientes fases: Aprestamiento, Diagnóstico, Prospectiva/Zonificación Ambiental, Formulación, Ejecución y Seguimiento. Es de interés para la delimitación de las rondas hídricas: el Diagnóstico, la Zonificación Ambiental y el componente programático de la Formulación.
- Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Quindío. El presente estudio se desarrolló según lo establecido en la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en diciembre de 2014 (Minambiente, 2014b). De acuerdo con dicha Guía en este estudio se realizó: i) un diagnóstico donde se hizo una caracterización, un diseño de la estrategia de participación y la construcción de la línea base; ii) la identificación de usos potenciales; y iii) la elaboración del plan de ordenamiento. Estos temas en el PORH del río Quindío se distribuyeron en doce (12) capítulos (Jardín Botánico Medellín et al., 2015). De estos temas es de interés para el acotamiento de la ronda hídrica el diagnóstico.
- Plan de Manejo Integral del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables de Salento Quindío (CRQ, 2007). Este plan fue adoptado mediante el Acuerdo No. 012 de diciembre 28 de 2007. Más adelante mediante el Acuerdo No. 002 de febrero de 2009 se modifica, en lo que respecta a la consolidación del Comité Interinstitucional para el ordenamiento Ambiental del Territorial de la CRQ. Las estrategias de manejo de la ronda hídrica en estos tramos deberán articularse con la zonificación propuesta en este instrumento de planificación, teniendo en cuenta las áreas destinadas a la protección, restauración y uso sostenible propuestas en la guía

técnica para el acotamiento de la ronda hídrica, y que las categorías de manejo utilizadas en este Plan de Manejo están desactualizadas con respecto a las nuevas categorías establecidas en el Decreto 2372 de 2010, razón por la cual se deberá hacer una reinterpretación de dichas categorías con respecto al Decreto en mención y lo definido en la Guía.

- Propuesta de Zonificación y Regímenes de Uso del Complejo de Páramo Los Nevados. En este estudio que fue realizado por Wildlife Conservation Society (WCS) y adoptado por la Comisión Conjunta mediante el Acuerdo No. 003 del 26 de junio de 2020, se desarrollan los siguientes temas: i) objetivos; ii) generación de información para la zonificación; iii) zonificación y lineamientos para el régimen de usos; iv) zonificación y conflictos; v) preferencias de prácticas productivas alternativas; y vi) conclusiones y recomendaciones.
- Reserva Forestal Central – Ley 2ª de 1959. La Reserva cubre 1.496.512,95 ha, presentando la mayor incidencia en los procesos de ordenamiento territorial que se adelantan, dado que se localiza una de las zonas más densamente pobladas del país (Minambiente, 2013). Entre los 79 municipios de la Cordillera Central que se encuentran total o parcialmente bajo la influencia de esta reserva están los municipios de Armenia, Calarcá, Buenavista y Salento, coincidiendo geográficamente con la ronda hídrica de los ríos Navarco, Verde, Boquerón y Quindío, y de las quebradas Cruz Gorda, Cárdenas y Boquía, principalmente. Por otra parte, mediante la Resolución No. 1922 de diciembre 27 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal Central establecida en la Ley 2ª de 1959, donde se define tres (3) tipos de zonas: Zona A, Zona B y Zona C (Minambiente, 2013).

3.2.2 Otras áreas y ecosistemas estratégicos

Para identificar las demás áreas y ecosistemas estratégicos se hizo la superposición de estos mediante la herramienta SIG con los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica. Se encontró los siguientes ecosistemas estratégicos:

- Humedales Ramsar: Laguna de Otún.
- Amplia zona registrada en el Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA).

3.2.3 Planes de Ordenamiento Territorial (POT)

Se realizó la revisión de los POT de los municipios que se localizan en el área de influencia de los municipios que se localizan en el área de influencia de los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica, los cuales son:

- Plan de Ordenamiento Territorial Armenia 2009 – 2023. El documento final fue adoptado por Acuerdo Municipal No. 019 de 2009 y está conformado por 10 volúmenes, a saber:

evaluación, ruta metodológica y socialización, diagnóstico municipal 2008, componentes general, urbano y rural, cartografía general, instrumentos, norma urbana - ficha normativa, documento resumen y proyecto de acuerdo. En este instrumento, las rondas hidráulicas se consideran como elementos estructurantes del espacio público, por lo que el POT señala como zonas de interés los corredores y zonas ecológicas. Estos corredores presentan un valor paisajístico, por lo que además de ser de interés ambiental, también son de valor cultural y turístico (Alcaldía Municipal de Armenia, 2008).

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Calarcá. Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Calarcá para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2009, aún vigente, fue adoptado mediante el Acuerdo No. 15 de octubre 31 de 2000 del Concejo de Calarcá (Alcaldía de Calarcá, 2000). En general, El PBOT estableció usos del suelo y reglamentaciones urbanísticas asociados a las rondas hídricas y el riesgo de inundaciones y avenidas torrenciales, que deberán ser evaluadas y ajustadas, si es del caso, una vez se defina el límite físico de la ronda hídrica, las estrategias de manejo y las amenazas por inundación y avenidas torrenciales de los tramos priorizados en el presente estudio.
- Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Salento. Se revisó el Acuerdo No. 020 del 10 de enero de 2001 que adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Salento, los documentos del componente urbano y rural. El EOT considera las rondas hídricas y las zonas de amenaza como suelos de importancia ambiental que requieren ser protegidos y un manejo especial, es así que, establece usos y reglamentaciones urbanísticas en rondas hídricas y zonas con riesgo de inundaciones y avenidas torrenciales. En el componente urbano se define las rondas hídricas como espacio público y suelo de protección en el caso urbano de Salento y en el componente rural, se establecen los retiros de 30 metros como zonas de protección y conservación hídrica (Alcaldía Municipal de Salento, 2000).
- Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Buenavista. Acuerdo No. 009 de junio 29 de 2000, que adopta el EOT 2000-2009, contiene los siguientes títulos: disposiciones generales, clasificación del suelo, planes estructurantes, usos del suelo, equipamientos, infraestructura de servicios públicos, vías, espacio público, normas urbanísticas e instrumentos de gestión y financiación. Este acuerdo corresponde al Tomo II, documento reglamentario.
- Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Córdoba. Se revisó el Acuerdo No. 015 de junio 30 de 2000 mediante el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Córdoba 2000-2008, y los acuerdos posteriores que lo modifica. Estos son: el Acuerdo No. 011 de agosto 19 de 2004, el Acuerdo No. 023 de noviembre 30 de 2010 y el Acuerdo No. 01 de enero 28 de 2015.

Todos obtenidos de la Página Web CRQ. Los ajustes realizados en estos acuerdos están relacionados con modificaciones a los perímetros del suelo urbano y el suelo rural.

En el Acuerdo No. 015 de junio 30 de 2000, con respecto a la ronda hídrica se resalta, el artículo 16 en donde se define las zonas de especial significancia ambiental en las cuales se incluyen las áreas de protección y conservación hídrica dentro de las cuales están las franjas de retiro obligatorio de las ríos y quebradas en un espacio de 30 m paralelo al cauce de estos. Delimita como áreas de protección del municipio el corredor que comprende el eje central del río Verde y sus principales afluentes.

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de La Tebaida. Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2000 -2009 (PBOT), que fue adoptado mediante el Acuerdo 026 de 2000. En el componente rural se define las zonas de especial significancia ambiental dentro del sistema físico geográfico, y en estas se reglamenta el manejo de los nacimientos de quebradas en suelo urbano, así: “se deberá respetar un área o espacio de 100 m., en distancia horizontal, tomado a partir del respectivo nacimiento, dicha área será considerada como protectora, en donde solamente se permitirán actividades de reforestación con plantas propias del sitio, todos los nacimientos de agua deberán tener un cerramiento ubicado en el límite del área de protección (Alcaldía Municipal de La Tebaida, 2000).

Es de anotar que ninguno de los planes de ordenamiento territorial mencionados presenta cartografía digital en formato que pueda ser utilizado como insumo en la definición de las estrategias de manejo o lineamientos generales. Contar con la cartografía de la clasificación del suelo según el artículo 30 de la Ley 388 de 1997 (suelo urbano, rural y de expansión urbana), permite definir lineamientos para cada clase de suelo.

3.2.4 Normas de la CRQ

Se hizo una revisión de los acuerdos y resoluciones expedidos por la CRQ cuya aplicación coincide con el mismo espacio geográfico de las rondas hídricas de las corrientes priorizadas en el presente estudio, con el fin de tener presente esta reglamentación en el momento de definir las estrategias de manejo ambiental y en lo posible articularlas con estos instrumentos normativos.

- Acuerdo 007 de 2021. En este acuerdo que tiene como objeto adoptar la metodología para definición del área de protección de nacimientos y/o afloramientos de agua dentro del perímetro urbano de los municipios del departamento del Quindío.
- Resolución No. 2605 de 2021. En esta resolución se establece el procedimiento para la solicitud de la definición del área de protección de nacimientos y/o afloramientos de agua en los predios ubicados en los perímetros urbanos de los municipios del

departamento del Quindío, conforme a la metodología establecida en el Acuerdo del Consejo Directivo 007 de 2021.

- Norma Unificada para el Manejo y Aprovechamiento de la Guadua. En esta norma que fue adoptada mediante Resolución por las Corporaciones Autónomas Regionales de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, se declaran la guadua y especies afines como especies forestales, dada sus propiedades físico mecánicas, bondades ambientales y económicas y la particularidad de formar bosques de galería. La CRQ la adopto mediante la Resolución No. 666 de 2008.
- Determinantes Ambientales para el Ordenamiento Territorial Municipal en el Departamento del Quindío. Los determinantes ambientales para el ordenamiento territorial municipal en jurisdicción del departamento del Quindío fueron expedidos por la CRQ en 2010 y adoptados mediante la Resolución No. 720 de 2010.

3.2.5 Otros estudios e instrumentos

En estos se encuentran los siguientes estudios:

- Evaluación Regional del Agua del Departamento del Quindío. Las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) tienen como objetivo evaluar el estado, dinámica y tendencia de los sistemas hídricos como resultado de los procesos naturales y antrópicos para una adecuada administración, uso y manejo sostenible de los mismos. En tal sentido, la Evaluación Regional del Agua del Departamento del Quindío incluye: la oferta hídrica, indicadores del régimen hidrológico natural, la demanda de agua, presión por el uso del agua, calidad del agua, los ecosistemas acuáticos y los indicadores de riesgo. Además, el estudio incluyó la evaluación de las principales fuentes abastecedoras de acueductos del departamento (CRQ & Universidad del Tolima, 2018a).
- Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Quindío. En este plan realizado por la Gobernación del Quindío en 2015 se inicia con un marco conceptual y normativo pasando por conceptos básicos, metodología, características del departamento, condiciones de riesgo e identificación de los sectores de desarrollo territorial, identificación y priorización de escenarios de riesgo, estructura plan, procesos de reducción del riesgo, análisis de vulnerabilidad, estimación del riesgo y aspectos fundamentales para la implementación del plan (Gobernación del Quindío, 2015).
- Planes Municipales para la Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD). Se revisaron los planes de los municipios de Calarcá, Buenavista, La Tebaida y Córdoba.

3.2.6 Información cartográfica

Para el proyecto se seleccionó el sistema de coordenadas Magna Sirgas Oeste, sistema en el cual la CRQ tiene toda la información cartográfica base entregada. No obstante, también se entregará la cartografía en el sistema de coordenadas con origen Nacional.

3.2.6.1 Cartografía base

La cartografía base del proyecto se definió a escala 1:25.000 adoptada del POMCA del río La Vieja (CVC et al., 2015), cuya geodatabase abarca todo el polígono de interés del proyecto (Figura 8). Adicionalmente, se realizó la búsqueda de todas las planchas cartográficas a escala 1:10.000 del IGAC buscando generar una cartografía base con mayor detalle, haciendo la revisión con el visor de planchas disponible en la página web y a través de la revisión de planchas históricas. Como resultado se obtuvieron la gran mayoría de planchas que abarcan toda el área de estudio a excepción de algunas que contaban con la información incompleta y no cubrían el área total de la plancha, y otras que poseen licencia restringida y por lo tanto no hay acceso libre a ellas (Figura 9).

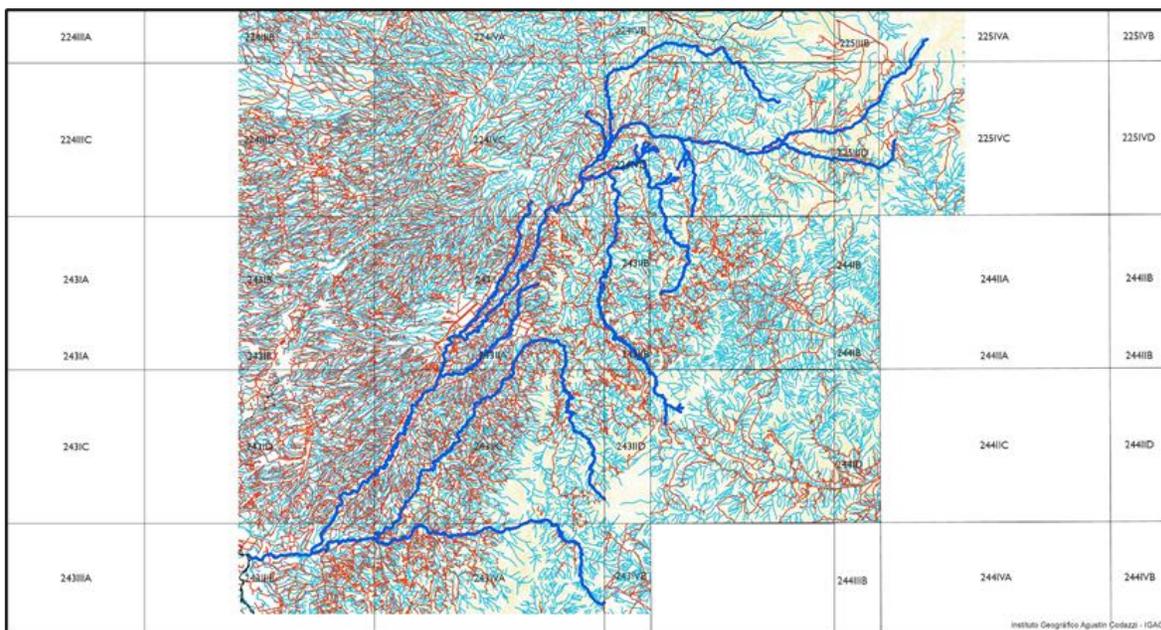


Figura 8. Cobertura de la cartografía base a escala 1:25.000 para el proyecto.

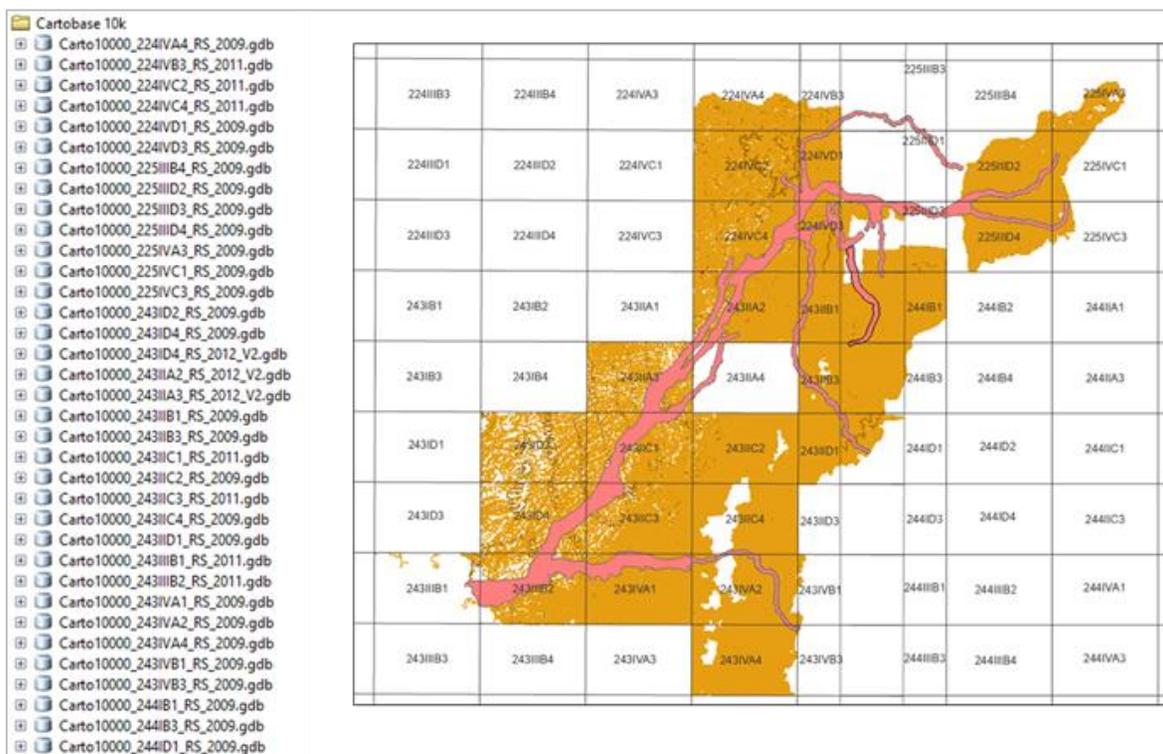


Figura 9. Listado de planchas recopiladas a escala 1:10.000 y cobertura de estas con respecto al polígono de tramos priorizados para el proyecto.

3.2.6.2 Geodatabases temáticas

A partir de la información recopilada de la geodatabase del POMCA del río La Vieja se generó una geodatabase de cartografía base para el proyecto en la cual se almacenaron las capas de curvas de nivel, drenajes sencillos, drenajes dobles y vías a escala 1:10.000 (información encontrada) y 1:25.000, que fue actualizada en la medida que se avanzó en el acotamiento de la ronda hídrica (Figura 10).

Adicionalmente se hizo la revisión de información cartográfica de los instrumentos planeación descritos en el numeral 3.2.1.

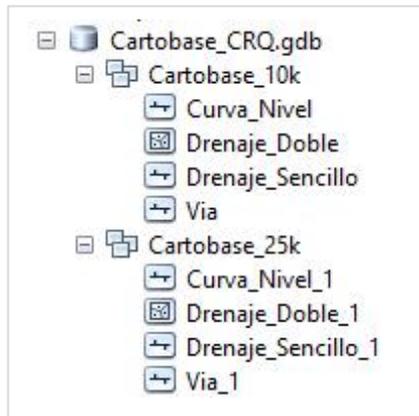


Figura 10. Geodatabase inicial para el proyecto.

3.2.6.3 Sensores remotos

Con el objetivo de tener imágenes satelitales para estudios iniciales y acercamientos al área de estudio en las disciplinas que lo requieran, se generaron dos (2) foto-mosaicos utilizando los servicios de Google Maps y de ArcGIS online, que se muestran en la Figura 11 y la Figura 12.

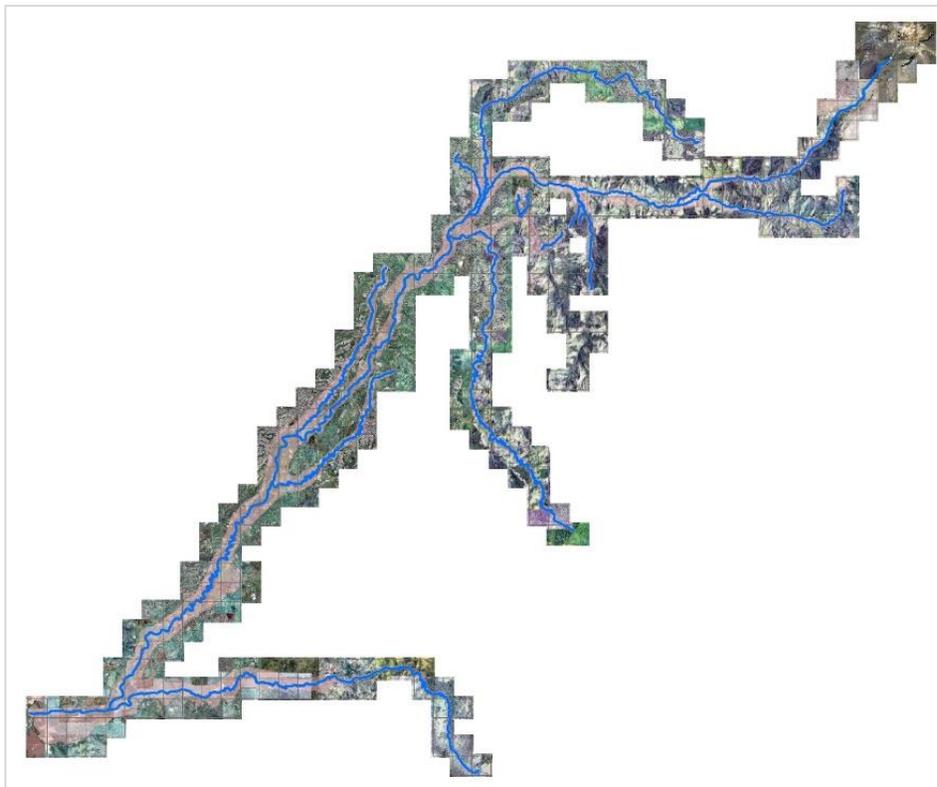


Figura 11. Mosaico de imágenes de Google Maps.

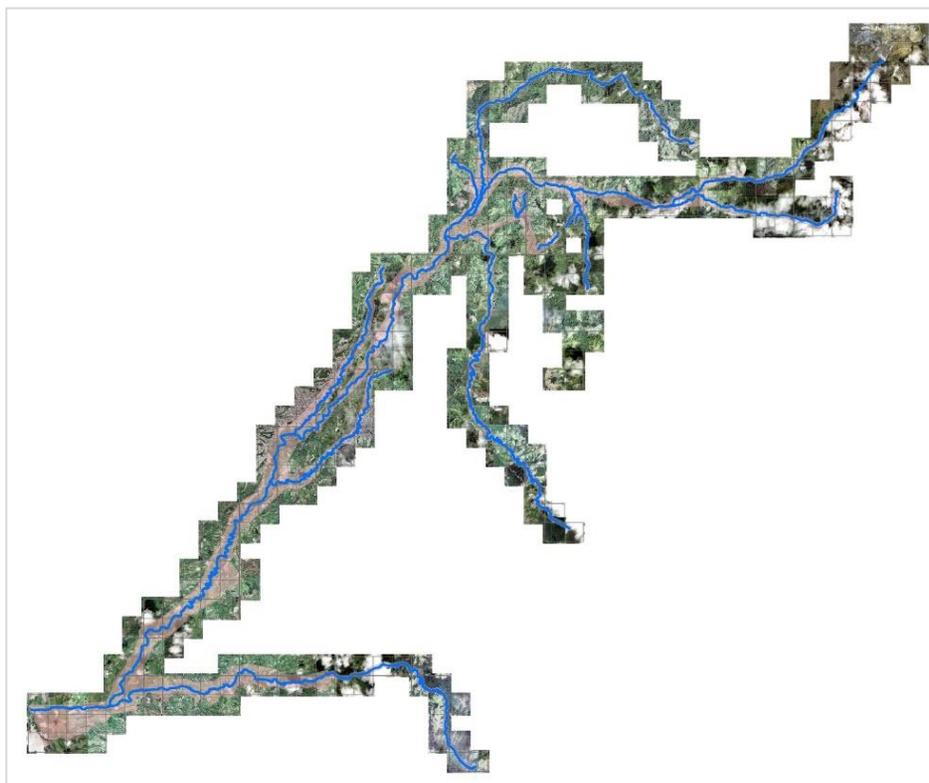


Figura 12. Mosaico de imágenes de ArcGIS online.

Además de los dos sensores remotos disponibles en las redes, se identificó en la información del POMCA del río La Vieja una serie de imágenes satelitales de la zona obtenida entre los años 2012 y el 2013, la cual fue consolidada en un mosaico para el área de estudio. Igualmente se analizó el ortofotomosaico que hace parte de otros insumos de la cartografía del POMCA.

3.2.7 Información hidrometeorológica

Se descargó la información de todas las estaciones en la zona de estudio que tienen registros de precipitación y temperatura, dicha información es de acceso libre a través de la página web del IDEAM, allí se encuentran estaciones operadas por el IDEAM y por otras entidades. Para esta zona de estudio, se accedió a la información de las estaciones operadas por IDEAM y por CRQ. La descripción de esta información, al igual que su análisis se hace en el numeral 5.2.1.

3.2.8 Información geológica y geomorfológica

En este tema se revisó los siguientes estudios y cartografía:

- Estudio de identificación de procesos erosivos en la unidad hidrográfica del río Navarco en el departamento del Quindío. Este estudio fue elaborado por la Corporación Autónoma Regional del Quindío y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2019), y partió de la necesidad de realizar un estudio de identificación, caracterización y especialización cartográfica a escala apropiada (1:10.000) de los procesos erosivos en la unidad hidrográfica del río Navarco en el municipio de Salento, departamento del Quindío
- Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja. Se revisó información de interés para el componente geomorfológico, tales como la geología, geomorfología, pendientes y estudio de riesgo a escala 1:25.000, la cual cubre toda el área de estudio y sus alrededores.
- Información obtenida del Servicio Geológico Colombiano (SGC). De esta entidad se revisó:
 - Cartografía geológica 1:100.000, Planchas 224, 225, 243, 244.
 - Cartografía geomorfológica, aplicada a movimientos en masa 1:100.000, planchas 225 y 243
 - Zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa, planchas 225, 243, 244
- Reporte de registros de catálogo, departamento del Quindío, SIMMA. Corresponde a la información consultada en el Sistema de Información de Movimientos en Masa-Simma, (2022), del Servicio Geológico Colombiano para el departamento del Quindío. Para recopilar esta información se acude a las entidades locales, regionales o nacionales que registran o atienden las emergencias o realizan visitas técnicas asociadas a la inestabilidad de laderas, como Bomberos, Defensa Civil, Oficina de Gestión del Riesgo de los municipios, oficina de Planeación Municipal, Corporación Autónoma Regional, Crepad, gobernación, SINA, SGC - SIMMA, o a reportes en periódicos, entre otros.

Esta información fue útil para dar un contexto histórico de los movimientos en masa de la zona, y poder ubicar zonas de inestabilidad cerca de las corrientes priorizadas; sin embargo, se hizo una cuidadosa interpretación de los datos en cuanto a localización, causas y efectos, debido a las limitaciones de las fuentes consultadas.
- Zonificación de amenazas geológicas para los municipios del Eje Cafetero afectados por el sismo del 25 de enero de 1999. Corresponde al estudio de amenazas geológicas (sismos, movimientos en masa e inundaciones) en los 26 municipios del Eje Cafetero afectados por el sismo del 25 de enero de 1999, a una escala de 1:50.000 (Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero [Forec] & Ingeominas, 2000).

- Zonificación sismo geotécnica indicativa para la reconstrucción de Armenia. Corresponde al segundo volumen del informe técnico-científico del terremoto del Quindío del 25 de enero de 1999 (Ingeominas, 1999). Este volumen del estudio trata en detalle (1:15.000), la respuesta local del subsuelo y su comportamiento en caso de un terremoto. Igualmente, constituye la integración de diversas coberturas de información para servir de manera concreta a los propósitos de ingenieros y planificadores en general. Dentro del estudio se analizaron temas como la geología local y tectónica, el análisis del movimiento fuerte, exploración geofísica del subsuelo, efectos del sismo, caracterización geotécnica general del subsuelo, modelación dinámica del subsuelo y zonificación geodinámica indicativa de Armenia, en la zona localizada sobre el gran depósito vulcano-sedimentario conocido como “Glacis del Quindío”.
- Datos históricos reportados en el DesInventar. Se realizó una consulta en la plataforma del DesInventar, acerca de los eventos reportados en el departamento del Quindío, filtrando los correspondientes a avenidas torrenciales, movimientos en masa e inundaciones, encontrando 19 reportes de avenidas torrenciales desde 1949, 196 registros de inundaciones desde 1922 y 362 reportes de movimientos en masa desde 1929 para todo el departamento del Quindío (UNDRR DesInventar Sendai n.d.).

3.3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE DETALLE

Según la Guía Técnica de Criterios para el acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, para la definición del límite físico de estas rondas hídricas se requiere de información topográfica de detalle, la cual se puede obtener mediante imágenes LIDAR (por sus siglas en inglés de "Light Detection and Ranging"), o de tecnologías similares, y sus correspondientes productos (Modelo Digital del Terreno y Modelo Digital de Superficie). Con esta herramienta se puede obviar el levantamiento altimétrico y se hace un mejor análisis geomorfológico ya que se hacen más visibles los elementos geomorfológicos presentes. Dado lo anterior, la CRQ mediante el Contrato de Prestación de Servicios CPS 829 de 2021 con la empresa SIGLA S.A.S., contrató el levantamiento y procesamiento topográfico por tecnología LIDAR en la unidad hidrográfica del río Quindío, incluyendo todas las corrientes priorizadas objeto del Convenio Interadministrativo 005 de 2021.

Por otra parte, en el Convenio Interadministrativo 005 de 2021 se incluye la actividad 1: Definición de las especificaciones técnicas para el levantamiento de topografía de alta resolución y revisión del modelo digital de alta resolución y cartografía de los tramos de interés suministrados por la CRQ, la cual se relaciona con el levantamiento de la información de detalle y que contiene las siguientes subactividades:

- Delimitar el área de interés de acuerdo con la revisión de información secundaria y la priorización de las fuentes hídricas objeto del acotamiento.

- Definir las especificaciones, evaluación de procedimientos de levantamiento de la información topográfica con tecnología LIDAR y evaluación de las metodologías de procesamiento de los modelos de elevación del terreno y de superficie.
- Revisar el modelo de elevación digital entregado por la CRQ con verificación de información tomada en campo.

3.3.1 Delimitación del área de interés para la obtención de la información de detalle

Responde a la subactividad 1.1 del Convenio Interadministrativo 005 de 2021, la cual hace referencia a la definición de los polígonos asociados a cada una de las corrientes hídricas priorizadas para toma del LIDAR, ya que esta tecnología es costosa se realizó un ejercicio que permitiese definir un área aproximada que cubriese toda la ronda hídrica de dichas corrientes a partir de la delimitación de los polígonos adyacentes al cauce. Para ello, se utilizó el modelo Height Above the Nearest Drainage (HAND), con el cual se generó un mapa de alturas que corresponde a la distancia vertical entre una ubicación (de cualquier celda) y su cauce (celda de cauce a la cual drena), es decir, se normaliza la topografía respecto a las alturas relativas locales de la red drenaje.

El HAND se utilizó para estimar rápidamente las áreas transversales de llanuras de inundación hidráulica para los tramos priorizados y así identificar las zonas que serían inundables para alturas de lámina de agua de 6 y 8 m respecto al cauce, luego se dibujaron los polígonos cerrados con el fin de definir las áreas para el levantamiento de información de detalle a partir del LIDAR aerotransportado. Las áreas con mayor amplitud de llanura identificadas en la envolvente, corresponde a las zonas de confluencia de quebradas y a zonas relativamente planas, como se observa en la Figura 13, donde se muestra los polígonos para cada tramo priorizado, que en total suman 9.502 ha.

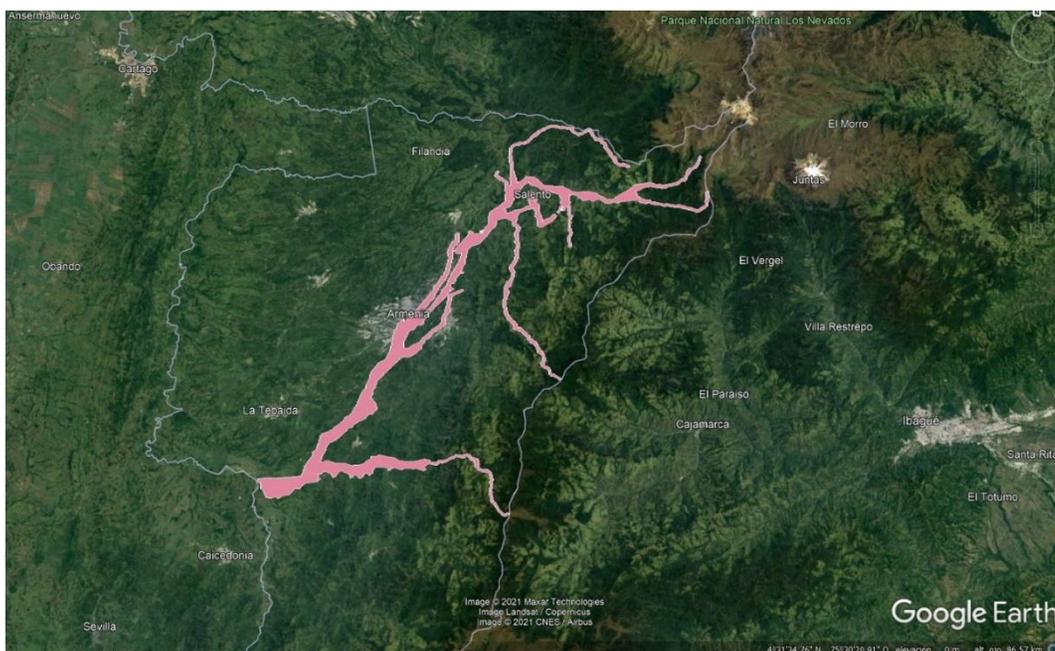


Figura 13. Polígonos para el levantamiento de información de detalle

3.3.2 Especificaciones técnicas para el levantamiento topográfico de alta resolución

Esta subactividad que corresponde a la 1.2 de la actividad 1, consistió en definir las especificaciones para el levantamiento de la información topográfica con tecnología LIDAR, la cual incluye la evaluación de procedimientos y evaluación de las metodologías de procesamiento de los modelos de elevación del terreno y de superficie. El producto correspondiente a esta subactividad hace parte del informe 1, el cual fue enviado a la CRQ el 23 de noviembre de 2021 mediante el oficio con radicado M.DGMAFMI-069 de 2021.

3.3.3 Revisar el modelo de elevación digital entregado por la CRQ con verificación de información tomada en campo

Una vez levantada y procesada la información levantada mediante la tecnología LIDAR, se generan diferentes productos, entre ellos, el Modelo Digital de Terreno (MDT) y Modelo Digital de Superficie (MDS), insumos básicos para el acotamiento de la ronda hídrica.

Ambos modelos digitales (de terreno MDT y de superficie MDS) cuentan con una resolución de espacial de 1m x 1m, en formato TIFF, obtenidos a partir de la nube de puntos LIDAR que genera un modelo tridimensional en X, Y y Z (Figura 14 y Figura 15). Para el caso del MDT el rango altitudinal va desde 1049.43 m hasta 4774.9 m, mientras que el MDS varía entre 1050.16 m y 4775.25 m. el MDT se realizó para un área de 10.742,92 ha y el MDS en

10744,56 ha. Estos productos son usados para determinar la topografía de detalle para el modelamiento hidráulico y la identificación de las geoformas asociadas a la ronda hídrica.

Inicialmente, se realizó una revisión general de los productos solicitando algunos ajustes, los cuales fueron acatados. Después del trabajo de campo que se realizó del 24 de abril al 06 de mayo de 2022 donde se levantó información de las geoformas asociadas al cauce y ronda hídrica, ocupación de cauces, características generales de los cauces y coberturas aledañas a los cauces, entre otros, se inició el trabajo con los modelos de elevación digital y de superficie, obteniendo: i) clasificación morfológica de los cauces de toda la red de drenaje, ii) la identificación de geoformas asociadas a la ronda hídrica, iii) secciones transversales y demás información topográfica para la modelación hidráulica. Una vez finalizado el trabajo de oficina se hizo una verificación en campo de la información y los resultados obtenidos, sobre todo en aquellos puntos donde se presentaban inconsistencias o se tenían dudas. Este nuevo trabajo de campo de verificación se realizó del 19 al 23 de agosto de 2022.

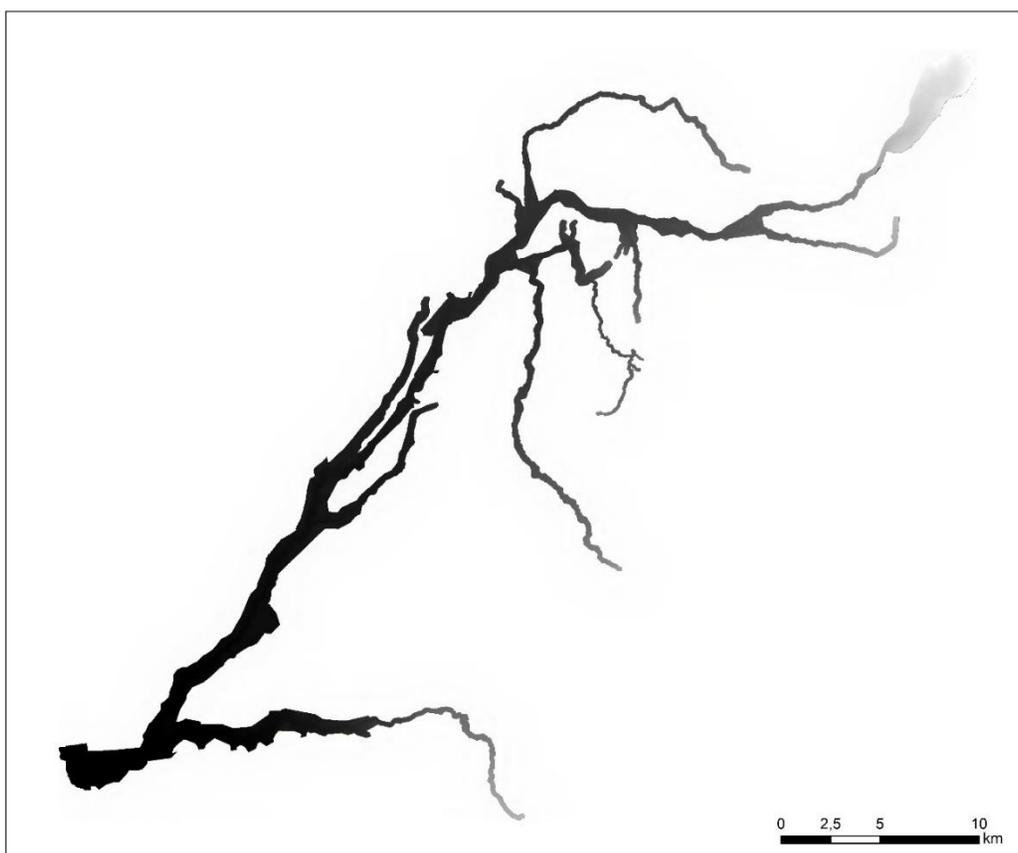


Figura 14. Modelo digital de terreno MDT correspondiente a los tramos priorizados en el departamento del Quindío.

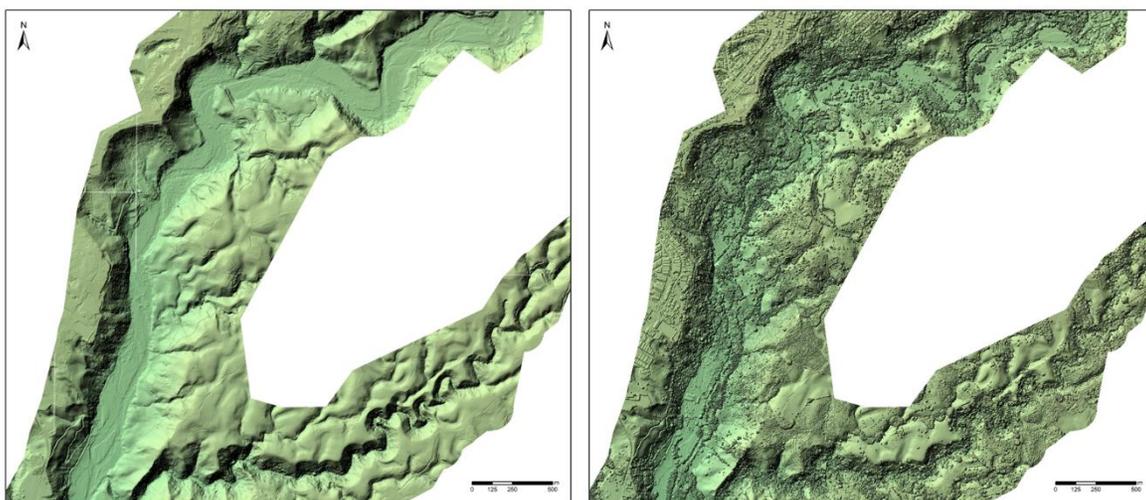


Figura 15. MDT (Izquierda) y MDS (Derecha) con sombreado aplicado para apreciar el efecto tridimensional.

3.3.4 Otros productos provenientes del LIDAR

A continuación, se describen la entrega de otros productos adicionales al MDT y MDS realizada por SIGLA S.A.S., por lo que se da por enterado la recepción de todos los elementos incluidos en los términos definidos en las especificaciones técnicas para el levantamiento topográfico de alta resolución y cartografía de detalle en el polígono definido como zona de estudio para el acotamiento de la ronda hídrica, los cuales fueron revisados y utilizados en los diferentes procesos que se establecen en la metodología para el acotamiento de la ronda hídrica.

3.3.4.1 Ortofotografía

Corresponde a una ortofotografía a color RGB en infrarrojo IR en escala 1:1000 y con resolución espacial de 6 cm por píxel. Consiste en un mosaico compuesto por 885 imágenes fotográficas de tipo ráster en formato ECW con sistema de coordenadas MAGNA Colombia Oeste (3115) y MAGNA SIRGAS Origen Nacional (Figura 16). La ortofoto presenta sectores, particularmente en zonas urbanas, donde algunos edificios no representan o ilustran una imagen ortogonal, sin embargo, solo es un efecto visual que no afecta los análisis. Esta ortofoto, que se realizó para un área de 10642,38 ha, es de utilidad en la fotointerpretación y análisis multitemporal realizado para definir el cauce permanente y complementar el análisis de la geomorfología fluvial.

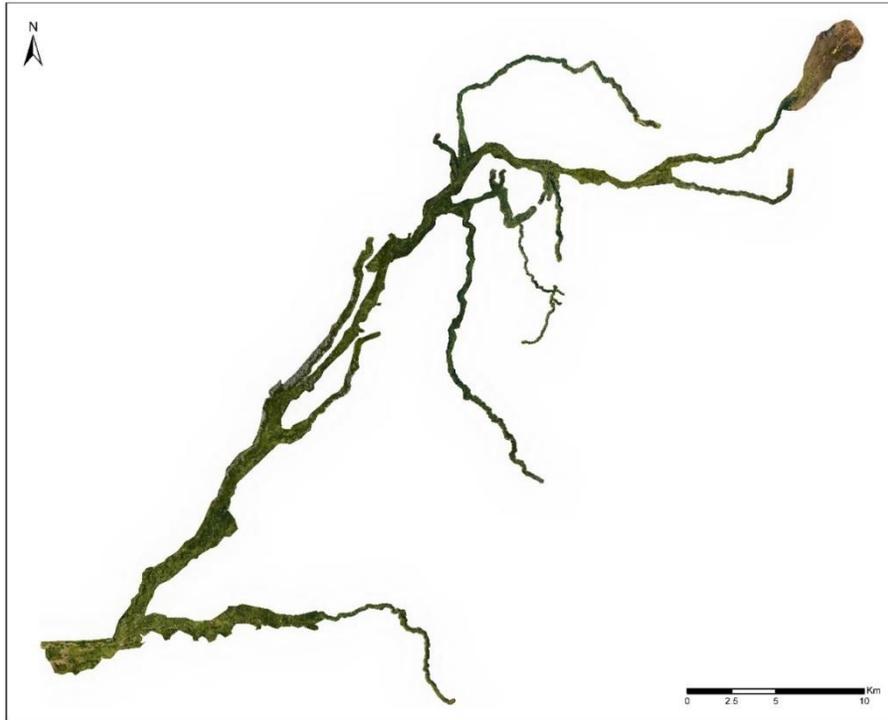


Figura 16. Ortofoto correspondiente a los tramos priorizados en el departamento del Quindío.

3.3.5 Curvas de nivel

Para el área de estudio se generaron las curvas de nivel a partir del modelo digital de elevación con un espaciado de 1 metro entre ellas (Figura 17).

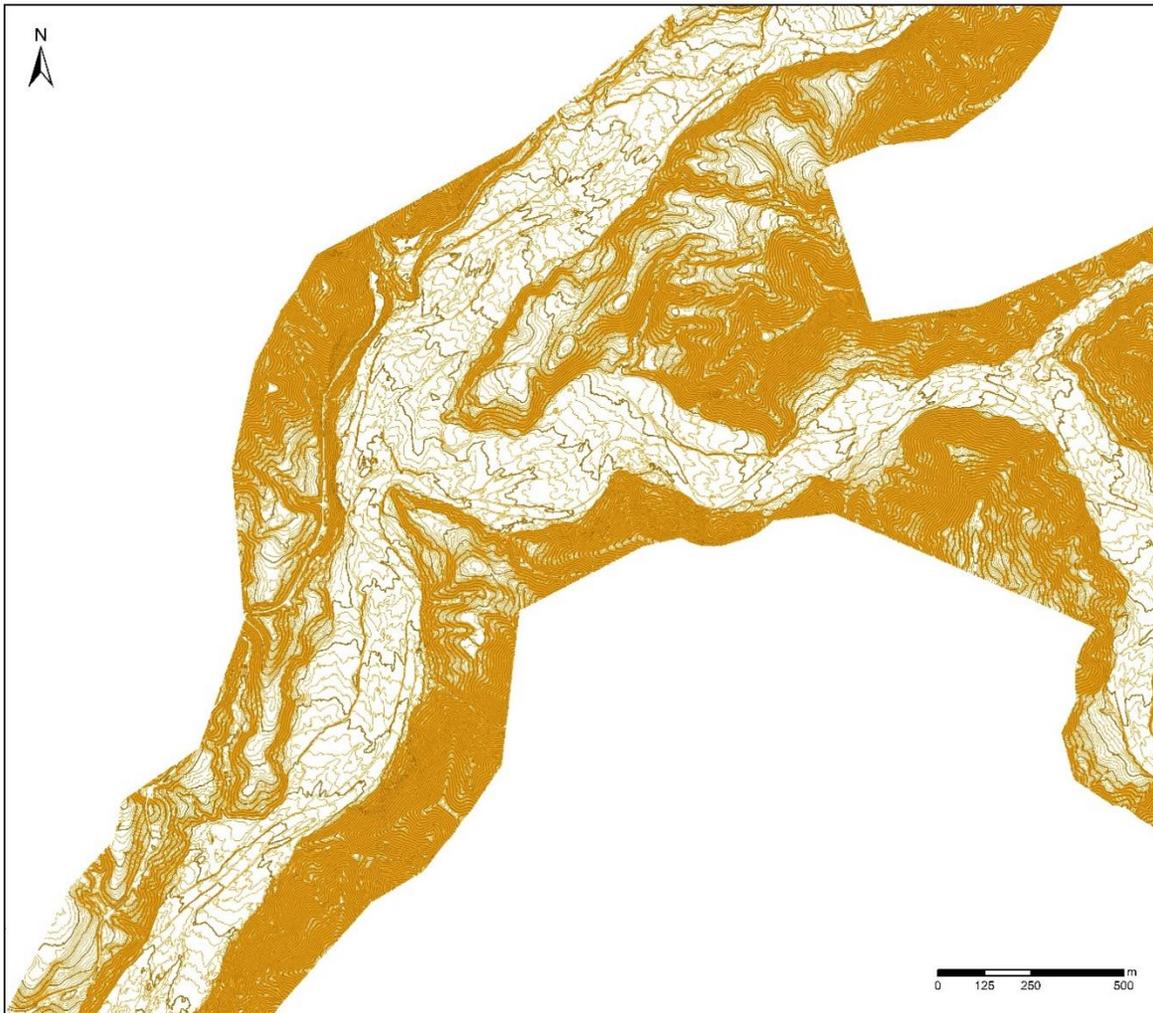


Figura 17. Curvas de nivel espaciadas 1m entre sí. Las curvas fueron generadas para todo el polígono de estudio, pero se muestra un sector para apreciarlas mejor.

3.3.6 Geodatabase cartográfica

Para todo el polígono de estudio se generó una geodatabase (GDB) con todos los archivos vectoriales para cumplir con el estándar del modelo de datos del IGAC, en una escala 1:1.000.

Dentro de esta GDB encontramos información acerca de la cobertura vegetal, edificaciones, instalaciones o construcciones, relieve, superficies de agua y transporte terrestre (Figura 18).

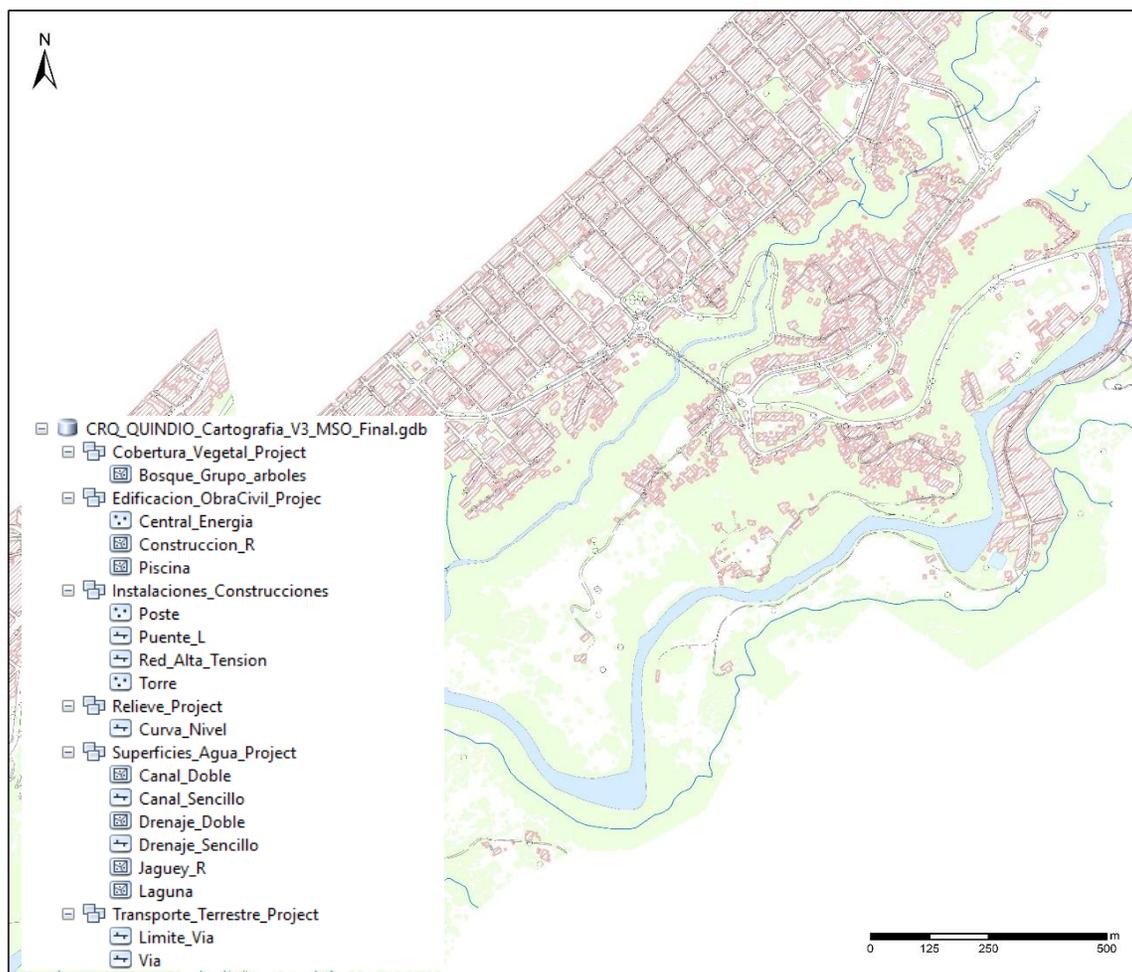


Figura 18. Geodatabase cartográfica entregada.

3.3.7 Mapa de coberturas

Se generó una GDB correspondiente al mapa de coberturas terrestres utilizando la metodología “CORINE Land Cover” que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra (Figura 19). La cual se presenta en su totalidad hasta el nivel 3. Esta información es útil en la definición de servicios ecosistémicos y estrategias de manejo y se realizó para una extensión de 10.644,23 ha.

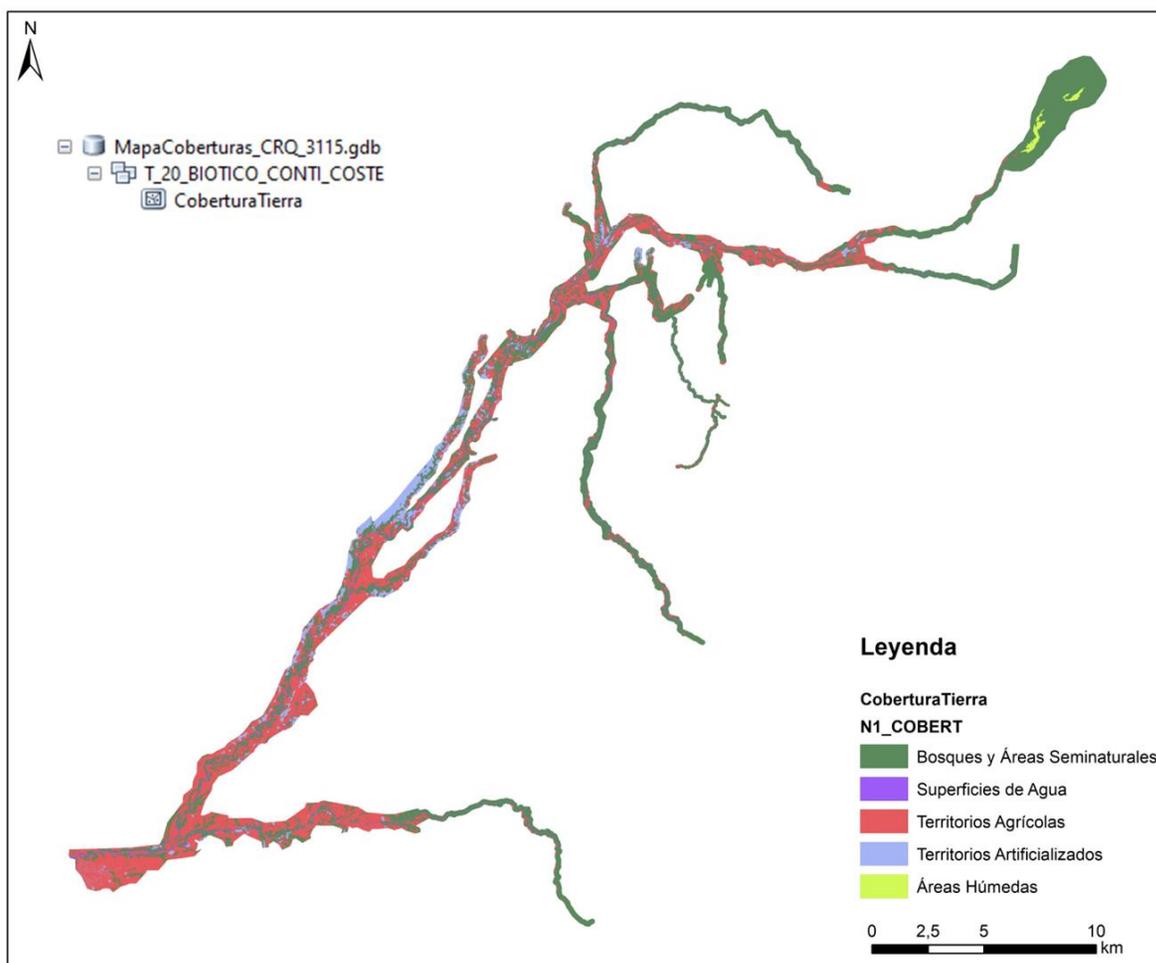


Figura 19. Mapa de coberturas.

4. DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE

Se hace primero la delimitación del cauce permanente utilizando criterios geomorfológicos e hidrológicos, y luego a partir del análisis de los mismos y el criterio de expertos se delimita el cauce permanente final.

4.1 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE A PARTIR DE CRITERIOS GEOMORFOLÓGICOS

Con el fin de delimitar el cauce permanente desde los rasgos geomorfológicos dentro del paisaje, se realizó un análisis de los ortofotomosaicos disponibles en distintos años y un reconocimiento y verificación en campo de la geomorfología. A continuación, se describe con mayor detalle lo realizado para obtener el cauce permanente desde este componente.

4.1.1 Modelos de elevación digital para toda la unidad hidrográfica río Quindío

La información topográfica que se utilizó para la simulación se extrajo del Modelo Digital del Terreno (MDT) obtenido a partir del levantamiento LIDAR de la zona de estudio realizado por SIGLA S.A.S., a partir de este se definió el dominio espacial de la simulación. En total se simuló un tramo de 71,13 kilómetros del río Quindío y 153,7 km de canal correspondiente a los afluentes priorizados para el presente estudio.

4.1.2 Análisis de sensores remotos

Siguiendo lo que indica la Guía Técnica para la definición del cauce permanente, se realizó un análisis multitemporal a partir de tres ortofotomosaico y los recursos LIDAR 2022. El primero corresponde a fechas entre 1940 y 1960, que se encuentra dentro de la información del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja y con una resolución espacial de 0,6 m. El segundo ortofotomosaico fue suministrado por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), tiene una resolución espacial de 0,3 m y temporalidad de 2010 y el tercero fue entregado junto con el levantamiento LIDAR 2022, con una resolución espacial de 0,06 m; para el ajuste de la información de este último, se tuvieron en cuenta el mapa de pendientes, el mapa de sombras y los perfiles topográficos obtenidos a partir del MDT, con resolución de 1 m, entregado por la CRQ (LIDAR 2022). A continuación, se presentan las limitaciones encontradas en las ortofotos analizadas.

En la ortofoto de 1950, dado que las imágenes son en blanco y negro, es difícil diferenciar las coberturas, el borde del río o algunas geoformas fluviales como barras y llanuras de inundación (Figura 20). Asimismo, existen zonas en donde se observan marcas que

obedecen al deterioro de la imagen original y/o a errores al momento de escanearla, lo que dificulta su interpretación, especialmente en el borde nororiental de la ortofoto entre el norte de Circasia y el sector Boquía. Por otra parte, se encontraron errores de georreferenciación y procesamiento de la imagen al comparar esta temporalidad con el ortofotomosaico de 2010, mostrando que, en zonas encañonadas de los tramos priorizados, hay una variación de la posición de la corriente sin corresponder a una divagación natural de la misma (Figura 21). Estos errores fueron evidentes en los siguientes tramos: cerca de la desembocadura del río Boquerón, la parte alta de los ríos Verde y Navarco, y algunos tramos del río Quindío a medida que se alejaban de centros poblados como Armenia o Salento.

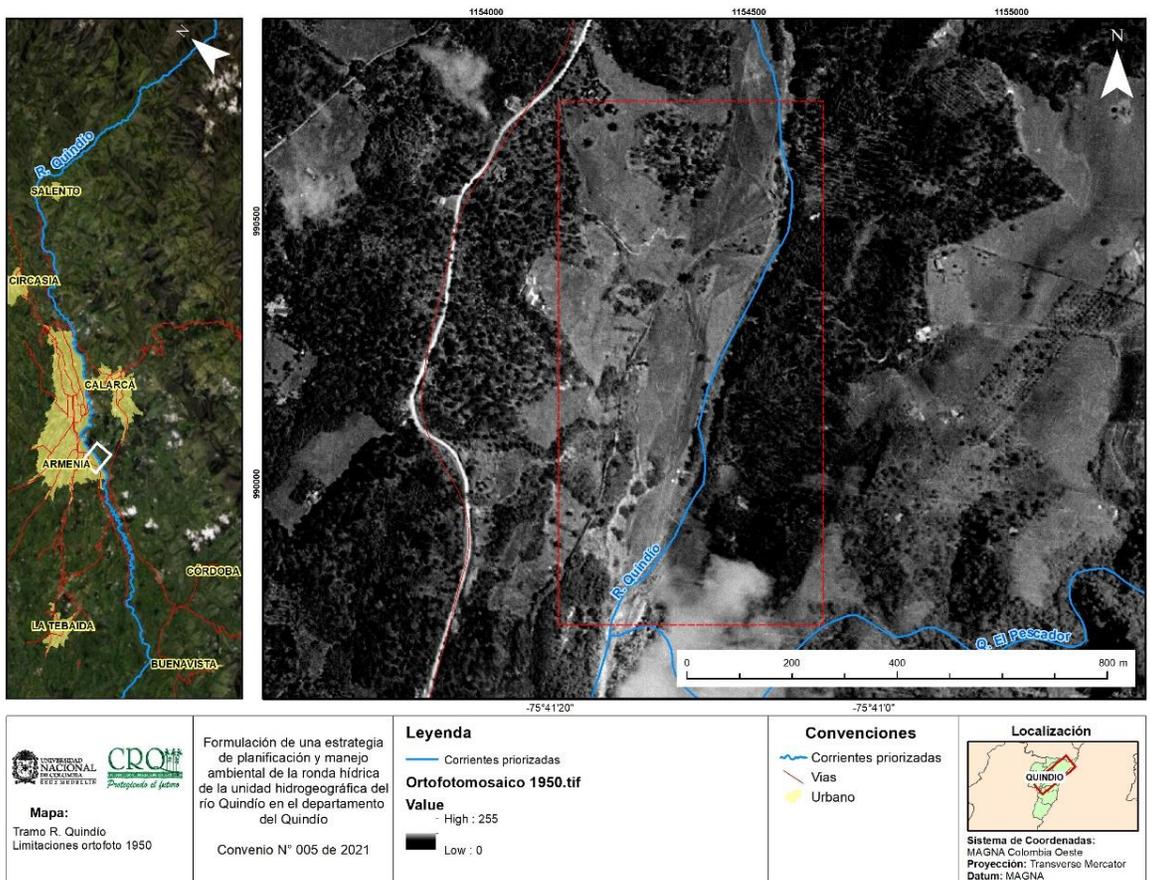


Figura 20. Ortofotomosaico 1950, mostrando el río Quindío enmarcado en el recuadro rojo donde se evidencia la calidad de la imagen para la interpretación geomorfológica.

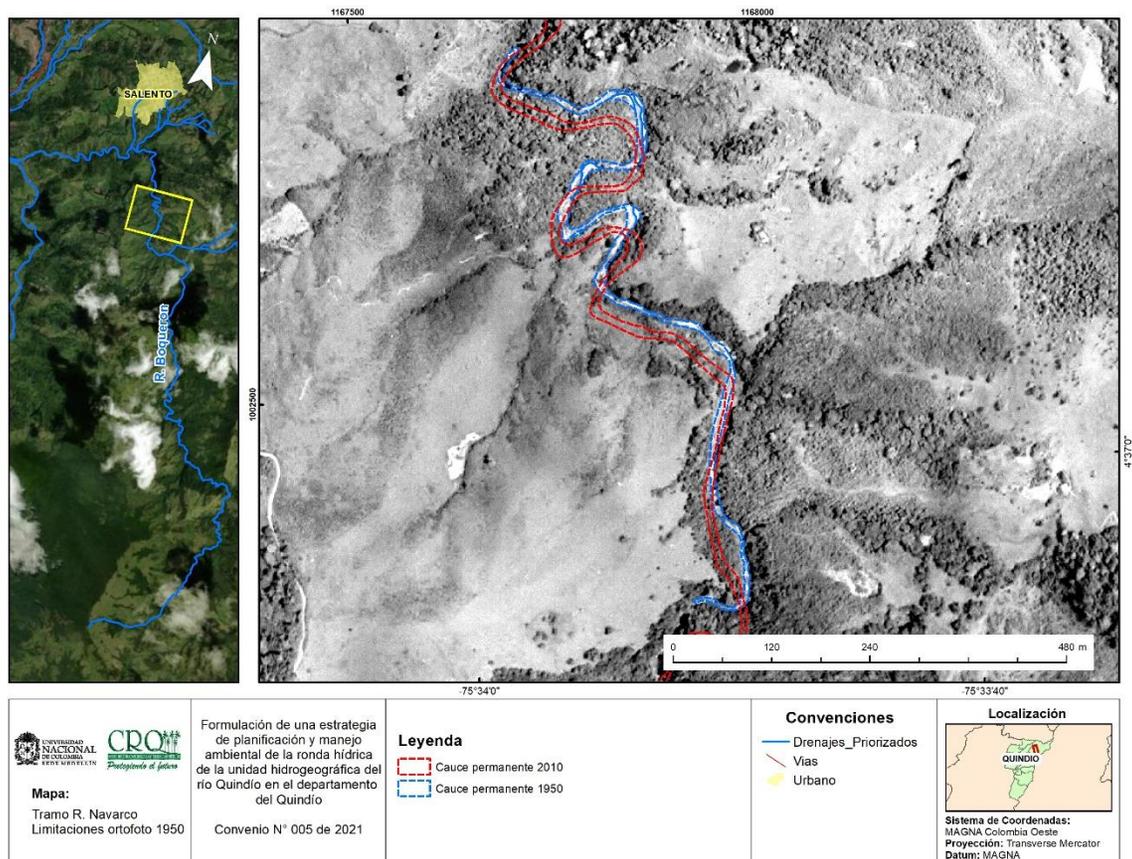


Figura 21. Río Boquerón, mostrando el desfaz entre las temporalidades por un error de georreferenciación. En rojo la interpretación para la temporalidad de 2010 y en azul la de 1950.

Estos errores en la imagen de 1950 impidieron la correlación con las interpretaciones realizadas sobre las imágenes de 2010 y 2022; por esta razón, esta imagen no se utilizó para estimar la migración del cauce u otro tipo de cambios que dependan de una comparación directa con otra temporalidad, aunque se tuvo en cuenta para tener un contexto geomorfológico de la zona en esta época.

Por otra parte, los ortofotomosaicos de 1950 y 2010, no cubren en su totalidad la zona de estudio. Otra limitante consistió en que el análisis es basado en una imagen y no en un modelo digital del terreno; por ello, es complejo diferenciar geoformas fluviales como llanuras o abanicos dado que no se tiene información clara de la pendiente y las coberturas pueden enmascarar rasgos del paisaje.

4.1.3 Verificación y validación de campo

Para este proceso del componente geomorfológico, se realizaron dos (2) campañas de campo, la primera consistió en reconocer y definir las franjas de influencia de los cuerpos

de agua priorizados, la clasificación de los mismos de acuerdo a la forma de sus cauces, las geoformas aluviales y denudacionales que rodean dichos cauces. En la segunda campaña se validó la información procesada, la cual fue analizada mediante el uso sistemático del modelo de elevación digital obtenido del LIDAR 2022 (perfiles topográficos), los cambios de pendiente (mapa del índice morfométrico de pendiente) y las ortofotos. Con estas herramientas se establecieron los cauces dobles y sencillos actuales de los tramos priorizados.

En cada uno de los tramos priorizados se hizo la clasificación morfológica de acuerdo con las características de pendiente, ancho, tipo y forma, y posteriormente se definió una franja alrededor de los mismos. Se encontraron cauces que se ajustan a las definiciones de cauce recto encajado, cauces rectos sinuosos, cauces con llanuras y terrazas bajas y cauces semi-sinuosos a sinuosos.

4.1.4 Clasificación morfológica de los cauces de toda la red de drenaje

Morfológicamente, en términos de incisión, pendiente, ancho y relieve relativo, en general se identificaron cuatro (4) tipos de cauce (Tabla 4). En la unidad 1 se tienen cauces encajados en geoformas de cañón, estrechos, tramos rectos a sinuosos encajados, relativamente profundos y de relieve relativo alto de la parte alta y media de los ríos Boquerón, Navarco y de las quebradas Boquía y Cárdenas. También se incluyen la parte alta de los ríos Quindío y Verde, y los tramos completos de las quebradas La Víbora y Cruz Gorda. En la segunda unidad están los cauces encajados, estrechos, rectos con algunos tramos semi-sinuosos y de relieve relativo medio de la parte baja de las quebradas Boquía y Cárdenas, parte media del río Verde y los tramos completos de las quebradas Bolivia, Corozal, La Cristalina, El Mudo, El Pescador, La Calzada y La Florida. Un tercer tipo de cauces se encuentran en la parte baja de los ríos Boquerón, Navarco y Verde, los cuales son zonas que se amplían desarrollando llanuras aluviales, barras, con algunas terrazas y separadas entre sí por tramos estrechos, todo esto enmarcado en un paisaje de lomos y lomeríos. En la cuarta unidad se tiene el río Quindío desde su zona media hasta la baja en la desembocadura en el río Barragán.

Tabla 4. Clasificación de los tramos priorizados de acuerdo con las características de su cauce permanente.

Unidad	Tipo de cauce	Tramo priorizado
1	Encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso encajado y relativamente profundos	Parte alta y media de los ríos Boquerón, Navarco y de las quebradas Boquía y Cárdenas
		Parte alta de los ríos Quindío y Verde
		Quebrada La Víbora
		Quebrada Cruz Gorda

Unidad	Tipo de cauce	Tramo priorizado
2	Encajados, estrechos, rectos con tramos semi-sinuosos y de relieve relativo medio	Parte baja de las quebradas Boquía, Cárdenas
		Parte media del río Verde
		Quebrada Bolivia
		Quebrada Corozal
		Quebrada Cristalina
		Quebrada El Mudo
		Quebrada El Pescador
		Quebrada La Calzada
		Quebrada La Florida
3	Zonas que se amplían y separadas entre sí por tramos estrechos enmarcados en un paisaje de lomos y lomeríos	Parte baja de los ríos Boquerón, Navarco y Verde
4	Tramos con mayor grado de incisión, zonas con llanuras de inundación separadas por tramos estrechos	Río Quindío desde la su zona media hasta la baja en la desembocadura sobre el río Barragán.

4.1.5 Análisis multitemporal de imágenes satelitales disponibles para los cauces priorizados y definición cauce permanente geomorfológico

De la clasificación y análisis de todos los tramos desde el punto de vista geomorfológico, se determinó que para aquellos tramos encañonados y encajados (unidad 1 y 2), el cauce actual coincide con el cauce permanente. Cabe anotar que, en las zonas altas, en donde no fue posible determinar un cauce doble a partir de la interpretación del MDT, se tomaron los resultados de la modelación hidráulica para el cauce permanente, entendiendo que el concepto detrás de la modelación es equivalente al del cauce activo en estas zonas. En tramos donde el cauce ocurre en llanuras y planicies el cauce permanente geomorfológico es el resultado de la integración de las diferentes geoformas fluviales en donde ocurren procesos activos de flujo de agua o movilización de sedimentos, como las barras y los cauces activos e inactivos.

El análisis multitemporal se realiza para cada corriente priorizada con el fin de caracterizar su dinámica a lo largo del tiempo y reconocer zonas de migración del cauce; sin embargo, la posición del cauce observada en temporalidades anteriores puede tener su expresión en la actualidad en cauces abandonados o llanuras de inundación, los cuales no se incluyen dentro del concepto de cauce permanente, por lo tanto, para su delimitación, solo se tuvo en cuenta la interpretación geomorfológica del MDT de 2022.

A continuación, se presentan los resultados del análisis multitemporal y el cauce permanente definido con criterios geomorfológicos para cada corriente priorizada.

4.1.5.1 Río Boquerón

El río Boquerón fluye en dirección S-N desde su nacimiento y cerca de la cabecera municipal de Salento, cambia abruptamente su dirección de flujo hacia el oeste, hasta su desembocadura en el río Navarco. A lo largo de su trayecto el río tiene varios cambios abruptos de dirección en sentido W-E, dándole una apariencia escalonada en planta. Este río se puede dividir en dos tramos principales, el primero desde su nacimiento hasta aproximadamente 800 m aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Corozal en las coordenadas (1167942.107, 1002374.695, MAGNA SIRGAS, Origen Oeste) y el segundo desde este punto hasta su desembocadura (Figura 22).

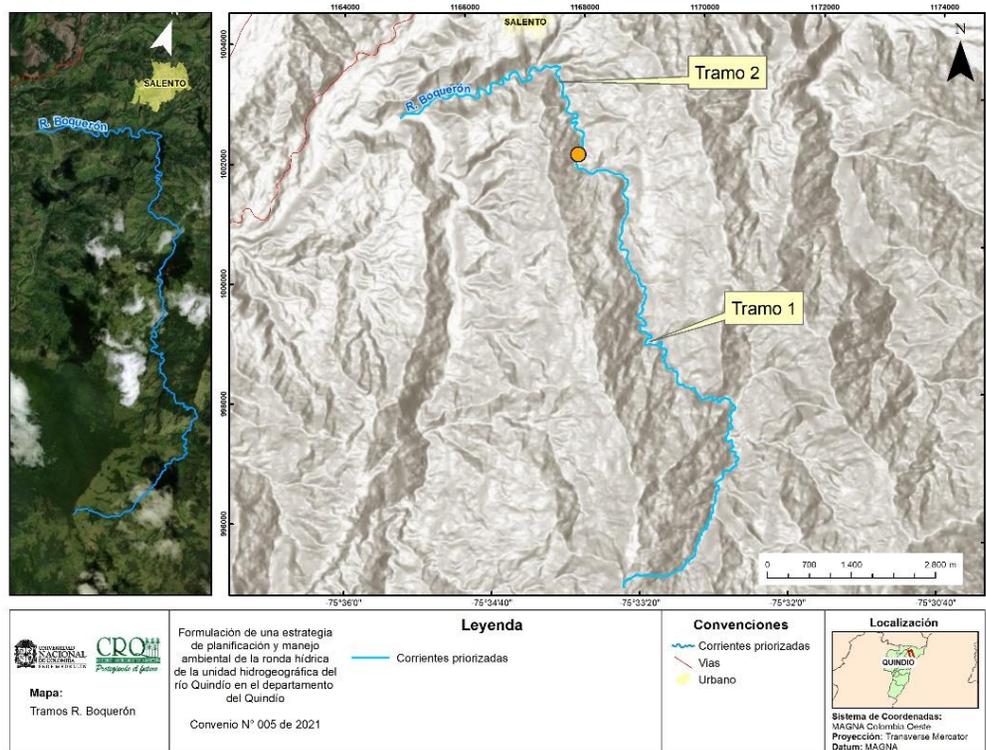


Figura 22. Sectorización del río Boquerón de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo.

En el primer tramo el río es semi-sinuoso y encajado en un cañón profundo con relieve relativo alto. En este primer tramo no fue posible determinar su cauce doble en las imágenes de 1950 y 2010 debido a su cobertura vegetal espesa y a la resolución de las imágenes (Figura 23). Dado que el río en esta zona corresponde a un río encajado, el cauce permanente corresponde al cauce activo (Figura 24).

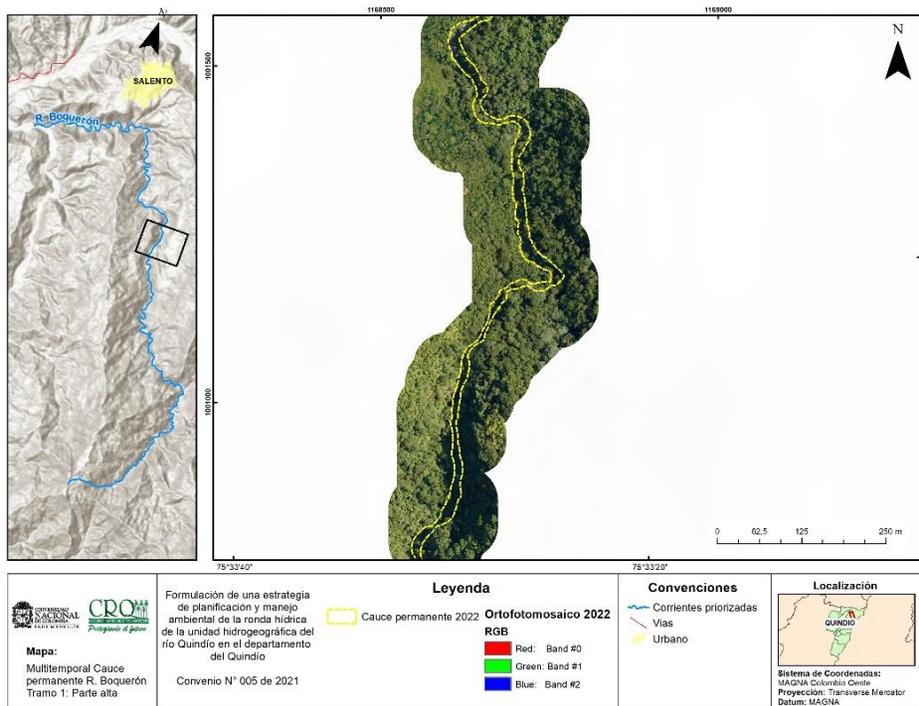


Figura 23. Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 1 del río Boquerón. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

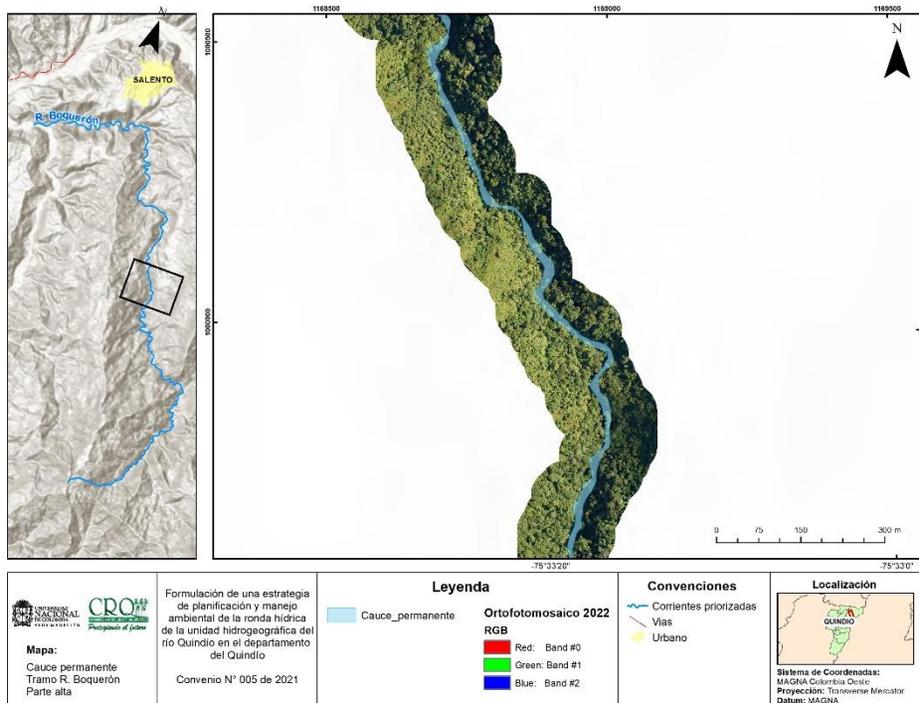


Figura 24. Delimitación del cauce permanente del río Boquerón, tramo 1.

El segundo tramo del río es sinuoso y en su mayor parte encajado en un cañón profundo rodeado de un paisaje de lomos y lomeríos, que en algunos tramos se amplía posibilitando que se desarrollen barras de mayor tamaño y llanuras de inundación. Analizando las diferentes temporalidades disponibles, se puede ver que, en los tramos más anchos, el cauce del río ha divagado lateralmente hasta 35 m, mientras que en los sectores encañonados no presenta divagación (Figura 25). Debido a que el río en este tramo presenta diferentes geoformas en donde ocurre movilización de agua y sedimentos, el cauce permanente se delimita unificando estas geoformas, las cuales corresponden a barras y cauces aluviales activos e inactivos. (Figura 26).

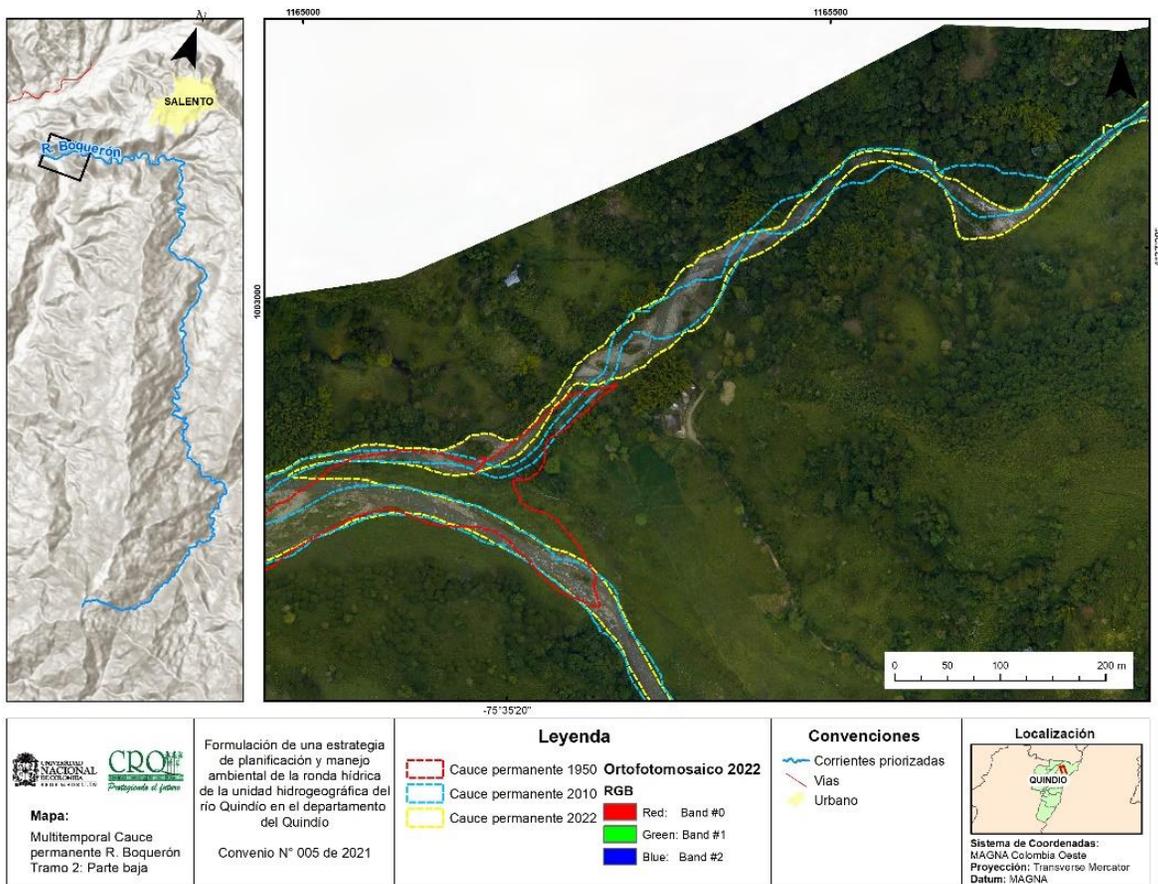


Figura 25. Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 2 del río Boquerón. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022

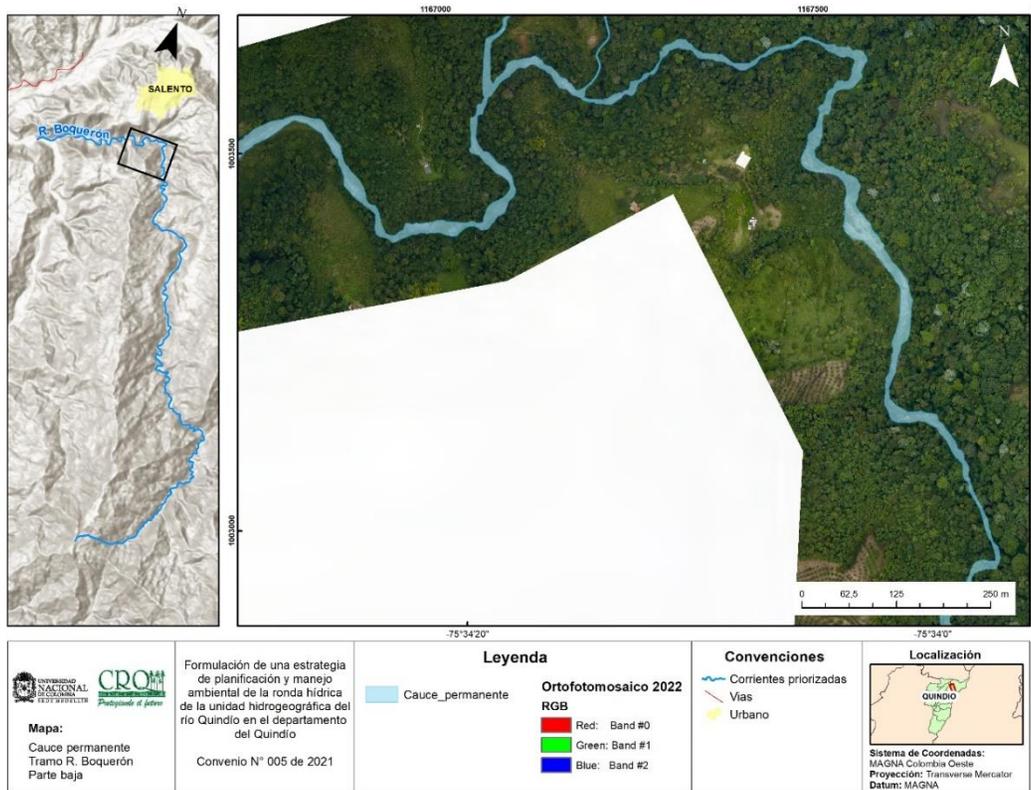


Figura 26. Delimitación del cauce permanente del río Boquerón, tramo 2.

4.1.5.2 Río Quindío

El río Quindío en su primer recorrido desde su nacimiento en el páramo Los Nevados, tiene una orientación predominante Este – Oeste hasta su confluencia con la quebrada Boquía donde el río cambia a una dirección Sur – Sur Oeste hasta su desembocadura en el río Barragán. Para un adecuado análisis el río se dividió en tres grandes tramos de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. El primer tramo es la parte alta del río y está comprendido desde su nacimiento hasta la confluencia con la quebrada Cárdenas (en las coordenadas 1175319.653, 1004195.379, MAGNA SIRGAS, Origen Oeste), el segundo tramo corresponde a la parte media que cubre desde la confluencia con la quebrada Cárdenas hasta la altura del municipio de La Tebaida, (en las coordenadas 1149134.251, 982545.385, MAGNA SIRGAS, Origen Oeste) y el tercero desde este último punto hasta la desembocadura del río Quindío sobre el río Barragán (Figura 27).

El primer tramo de la parte alta se caracteriza por tener un cauce encajado, recto, que se encuentra con un alto grado de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal. En la Figura 28, se muestra hacia la altura del Valle del Cocora, el análisis multitemporal del cauce permanente para 2010 y

2022 donde hay migraciones de hasta 20 m, evidenciando que es la franja donde el canal del río encuentra una zona más amplia comparado con su parte alta.

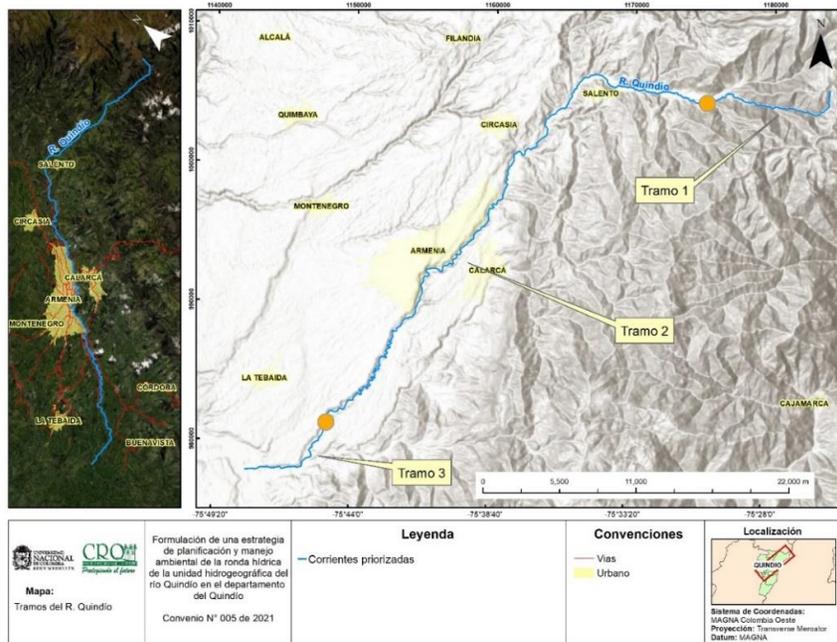


Figura 27. Sectorización del río Quindío de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo.

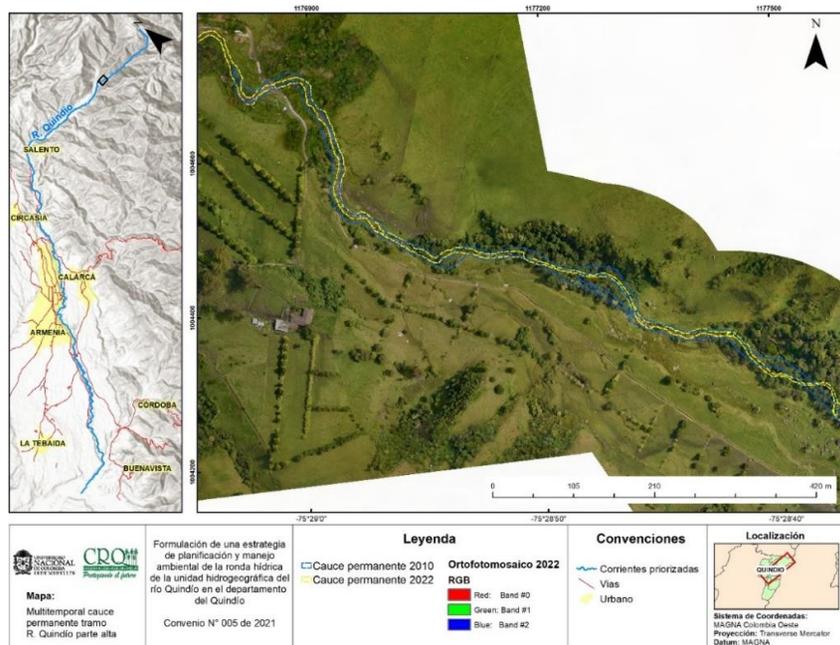


Figura 28. Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 1 parte alta. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022.

Geomorfológicamente para el segundo tramo de la zona media del río, este tiene sectores estrechos intercalados con otros más amplios definidos por las llanuras, el relieve relativo y su grado de incisión se define como medio. Comparando las temporalidades 1950 y 2022 el cauce permanente tiene variaciones de hasta 50 m con respecto a las márgenes del canal y se observa una fragmentación de las barras compuestas (Figura 29).

En el tercer tramo que corresponde a la parte baja del río, se define como de tipo sinuoso y fluye en dirección NE-SW, girando hacia el W cerca de la desembocadura sobre el río Barragán. Su valle es extenso con un relieve relativo bajo, lo que permite que el río fluya por distintos canales dando la característica de río trenzado (Figura 30), originando canales inactivos y depositando barras compuestas de gran tamaño. Esta dinámica permite que el río tenga una importante divagación lateral, evidenciado por geoformas de canales y meandros abandonados sobre las llanuras de inundación.

En general, para el cauce permanente en la temporalidad de 1950 el río deposita barras de hasta 100 m de largo y 50 m de ancho, mientras que, en el 2010 y 2022, las barras son de mayor tamaño con longitudes de hasta 300 m de largo y 65 m de ancho (Figura 30). En cuanto a la divagación de las márgenes estas son del orden de entre 100 y 500 m dentro de las llanuras de inundación, generando grandes sectores de depositación (barras).

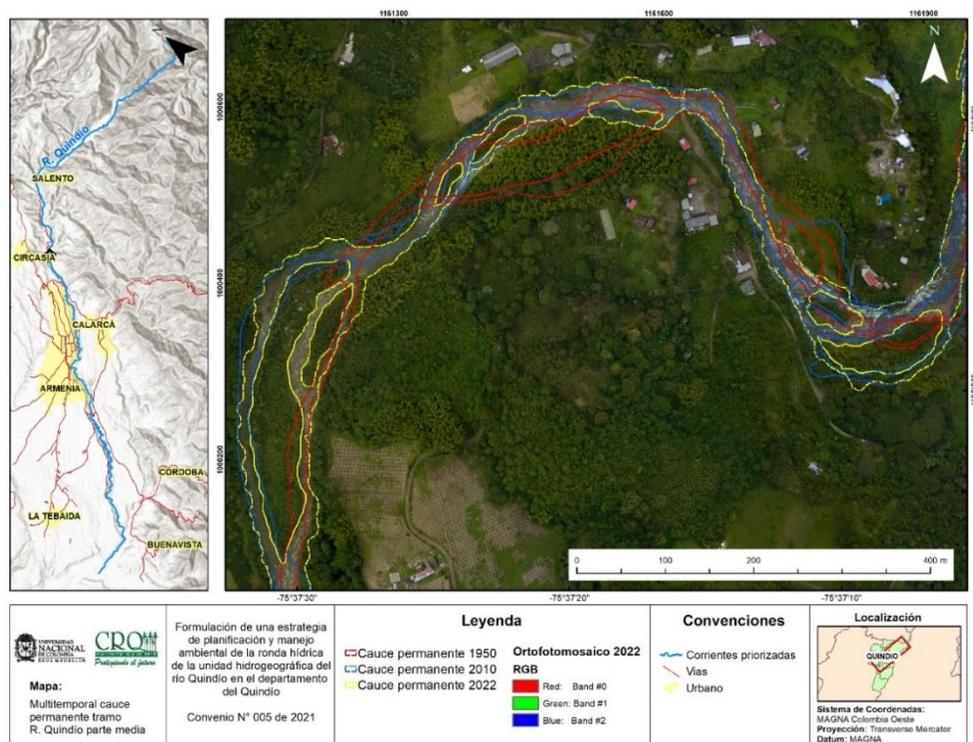


Figura 29. Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 2 parte media. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022.

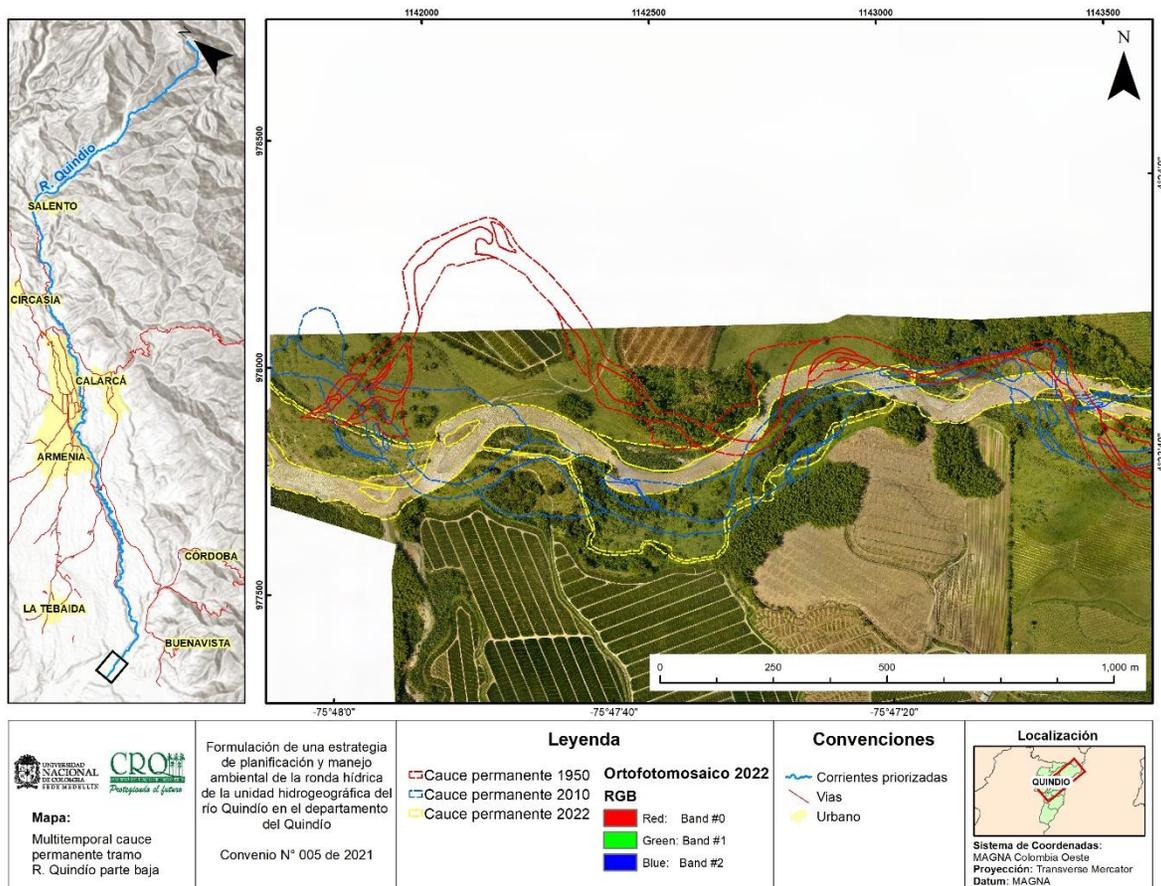


Figura 30. Análisis multitemporal del cauce permanente del río Quindío tramo 3 parte baja. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022.

Concluyendo, en gran parte del tramo 1 el cauce permanente coincide con el cauce activo actual y en los tramos 2 y 3, el cauce permanente es el resultado de la integración de las diferentes geformas donde actualmente hay flujo de agua, o transporte y acumulación de sedimentos, las cuales corresponderían a las barras puntuales, longitudinales y compuestas, el cauce activo y los cauces inactivos. Para ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos se muestra como ejemplo la parte baja del río Quindío (Figura 31) donde la dinámica de este es más activa dadas sus condiciones geomorfológicas.

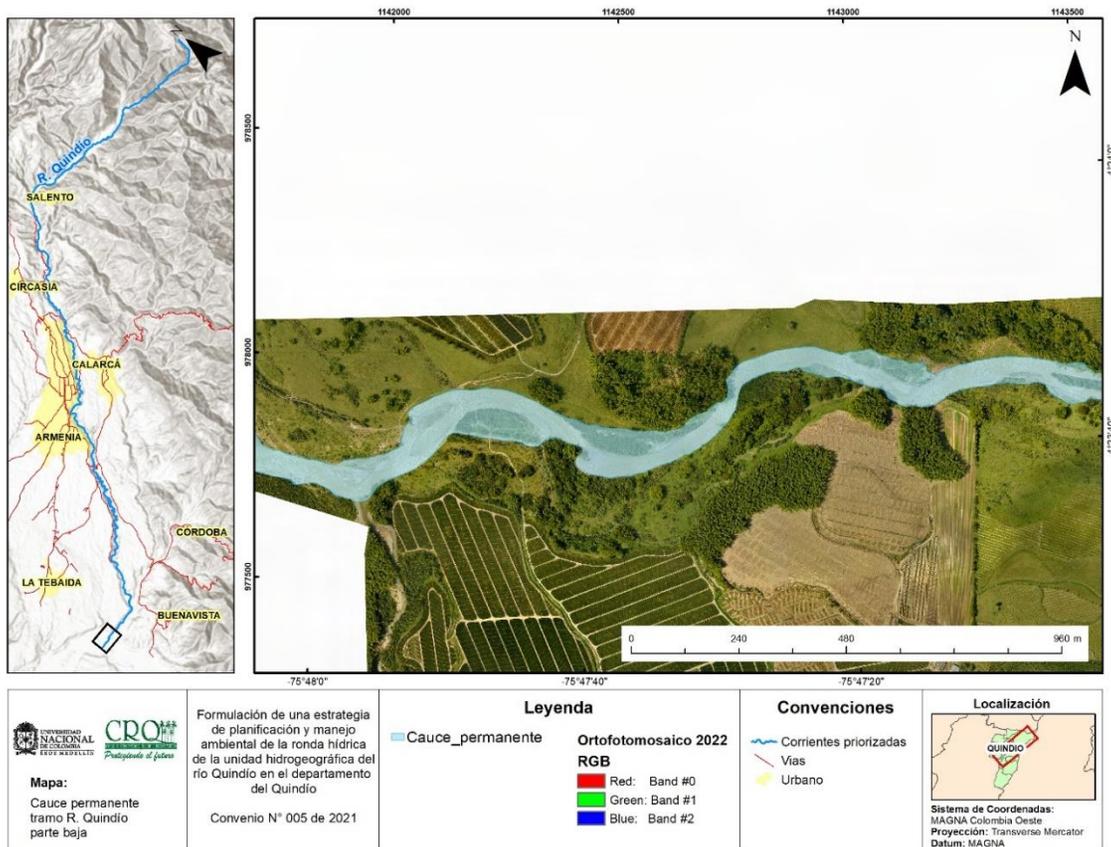


Figura 31. Delimitación del cauce permanente del río Quindío tramo 3 parte baja.

4.1.5.3 Río Navarco

El río Navarco inicia fluyendo en dirección SE-NW, girando suavemente hacia el norte, en unos 8 km al NW de su nacimiento. Desde aquí sigue en dirección S-N y gira abruptamente hacia el oeste cerca de la desembocadura del río Boquerón, y se mantendrá en dirección E-W hasta su desembocadura en el río Quindío. El río se puede dividir en 2 tramos principales, el primero comprende la parte alta y media del río, desde su nacimiento hasta la coordenada 1165694.6, 9998605.2 (MAGNA SIRGAS, Origen Oeste) y el segundo tramo comprende desde este último punto hasta su desembocadura (Figura 32).

En el primer tramo el río Navarco es sinuoso y encajado en un cañón profundo con un relieve relativo alto. Al comparar la geomorfología en las diferentes ortofotos disponibles, se determina que el río no presenta divagación lateral en su parte alta, y puede llegar a tener una divagación pequeña de hasta 8 m en las zonas más abiertas del valle (Figura 33). El cauce permanente en este tramo corresponde principalmente a su cauce activo, y en las zonas más amplias, correspondería a la integración de las diferentes barras y cauces aluviales activos e inactivos (Figura 34).

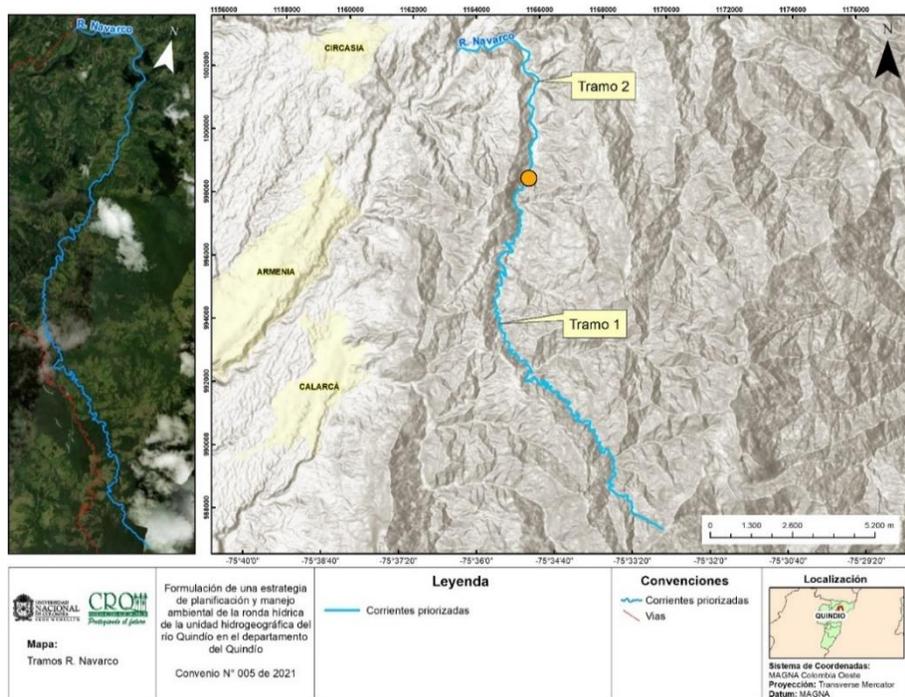


Figura 32. Sectorización del río Navarcho de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo.

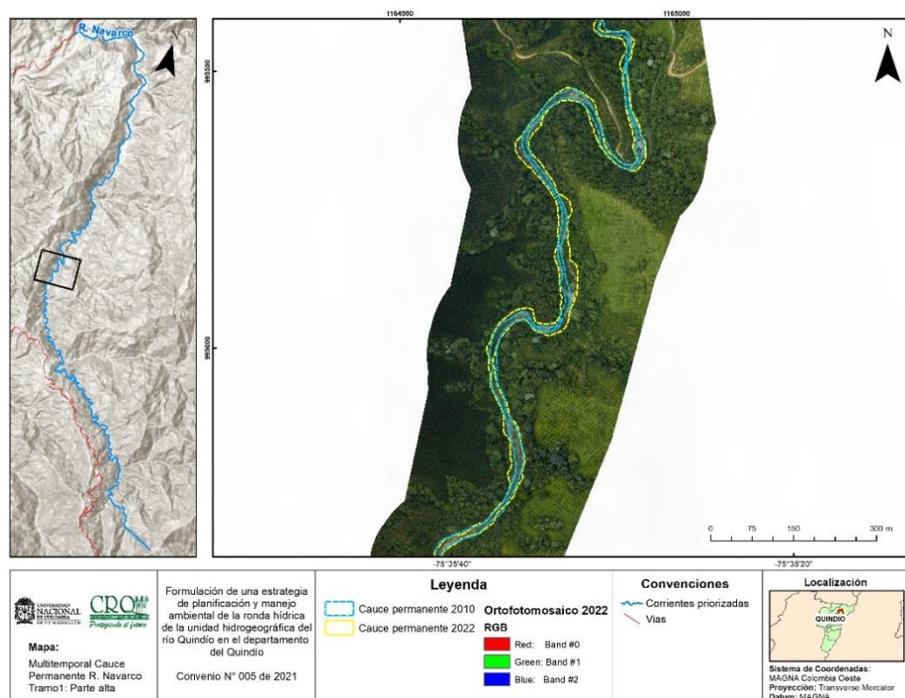


Figura 33. Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 1 del río Navarcho. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

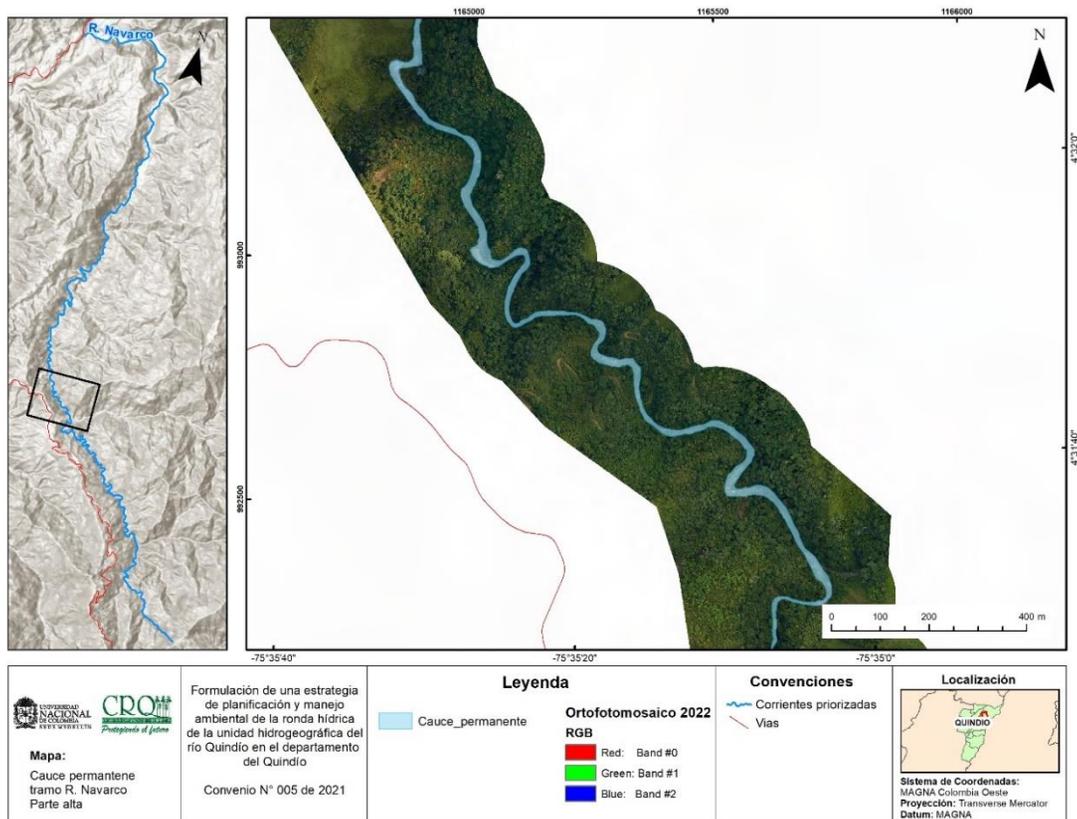


Figura 34. Delimitación del cauce permanente del río Navarco, tramo 1.

En el segundo tramo el río presenta zonas más extensas con un relieve relativo medio, donde este es sinuoso y se encuentran evidencias de divagación lateral como meandros y canales abandonados, se desarrollan llanuras de inundación amplias y barras de gran tamaño con canales activos e inactivos y estas zonas están separadas entre sí por tramos estrechos enmarcados por terrazas y sistemas de lomos y lomeríos.

Este tramo se puede subdividir a su vez en 2 zonas, la primera desde el inicio del tramo hasta la desembocadura del río Boquerón, y la segunda hasta la desembocadura del río Navarco en el río Quindío. En la primera el río fluye en dirección S-N y ha divagado lateralmente hasta 80 m ocupando las llanuras de inundación, cabe anotar que hacia la parte alta esta divagación es más corta ya que el río se ve limitado por terrazas. En la segunda zona, el río Navarco fluye casi en dirección E-W y ha divagado hasta 75 m lateralmente debido a su sinuosidad, ocupando las barras previamente depositadas y en algunos sectores la llanura de inundación (Figura 35).

El cauce permanente para este tramo corresponde a la unificación de las diferentes geoformas en donde hay flujo de agua y sedimentos, las cuales corresponden a canales activos e inactivos y los diferentes tipos de barras (Figura 36).

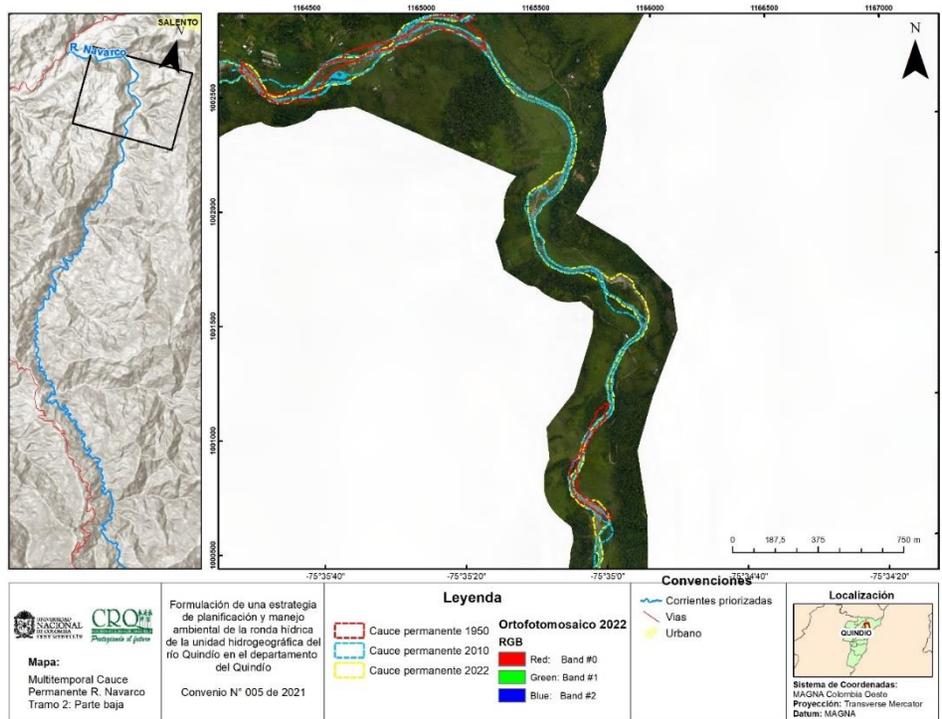


Figura 35. Análisis multitemporal del cauce permanente del tramo 2 del río Navarcho. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022.

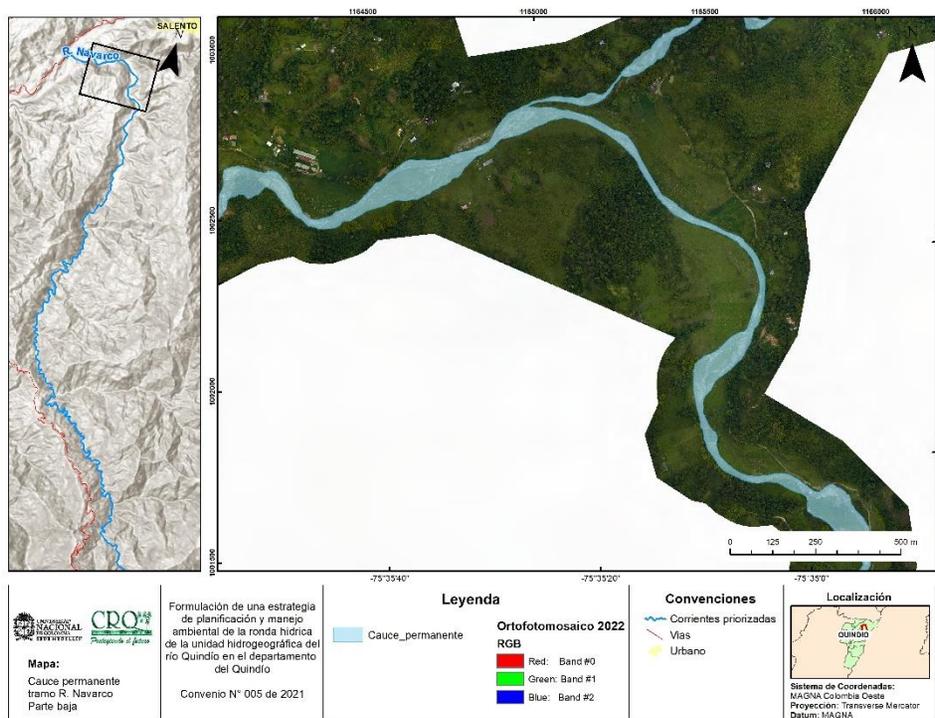


Figura 36. Delimitación del cauce permanente del río Navarcho, tramo 2.

4.1.5.4 Río Verde

El río Verde nace en la parte alta de la cordillera central, en los límites entre Quindío y Tolima y fluye en un inicio en sentido S-N, teniendo varios cambios abruptos hacia el W dándole una apariencia escalonada en planta. Aproximadamente a 6 km de su nacimiento, cambia su dirección hacia el W y desde aquí fluye en sentido E-W hasta su desembocadura en el río Quindío. El río Verde se divide en 3 tramos, el primero corresponde a la parte alta y comprende desde su nacimiento hasta la coordenada 1155973.5, 979278.4 (MAGNA SIRGAS, Origen Oeste), el segundo sería su parte media y va hasta la desembocadura del río Santo Domingo (en las coordenadas 149823.227 , 979064.123, MAGNA SIRGAS, Origen Oeste) y el tercer tramo corresponde a la parte baja que va desde este último punto hasta la confluencia con el río Quindío (Figura 37).

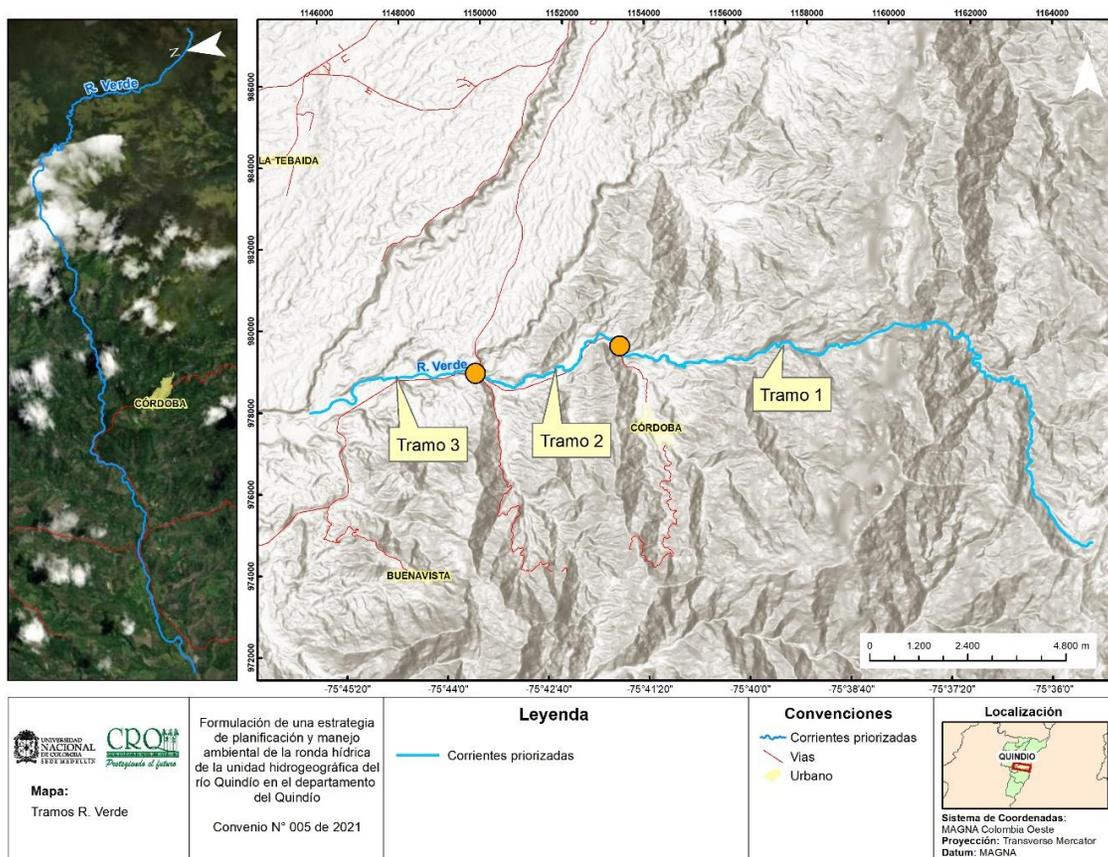


Figura 37. Sectorización del río Verde de acuerdo con sus rasgos geomorfológicos. Los puntos naranjados denotan el fin y el inicio de cada tramo.

La parte alta del río se caracteriza por ser un cauce recto, encajado en un cañón estrecho de pendientes muy inclinadas y relieve relativo alto. Para este tramo la ortofoto de 1950 presenta un desfase por errores de georreferenciación, por lo que no se tuvo en cuenta en

el multitemporal. Para 2010 no fue posible determinar el cauce doble en la mayor parte del tramo, a excepción de una pequeña porción del río antes del final del tramo, esto debido a la alta cobertura vegetal y a la resolución de la imagen (Figura 38). Dada las dificultades mencionadas no fue posible realizar un análisis multitemporal en la totalidad del tramo, sin embargo, al tratarse de una zona encañonada no se espera que el río presente divagación lateral. Debido a esto, el cauce permanente para este tramo del río corresponde al cauce activo y algunas barras que se encuentran en algunos tramos más anchos del valle (Figura 39).

En su parte media, el río se abre a un valle más amplio donde el cauce se encuentra en una topografía de relieve medio, enmarcado terrazas de acumulación que generan que la divagación lateral del río sea menor, y aunque puede llegar hasta 130 m en las zonas más amplias, en general se mantiene muy similar entre las tres temporalidades analizadas (Figura 40). El cauce permanente en este tramo se delimita unificando las diferentes geoformas en donde ocurre flujo de agua o movilización de sedimentos, las cuales corresponden a los diferentes tipos de barras, el cauce activo y los cauces inactivos (Figura 41).

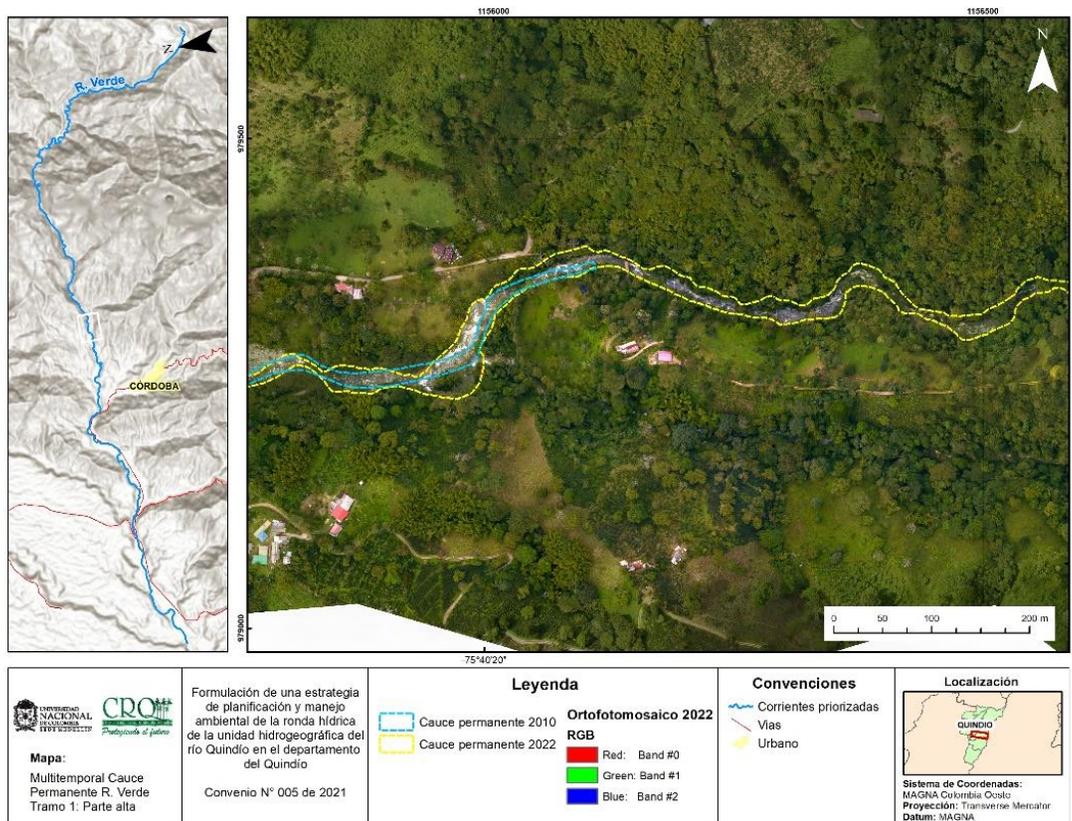


Figura 38. Análisis multitemporal del tramo 1 del río Verde. En azul la interpretación para la temporalidad de 2010 y en amarillo la de 2022

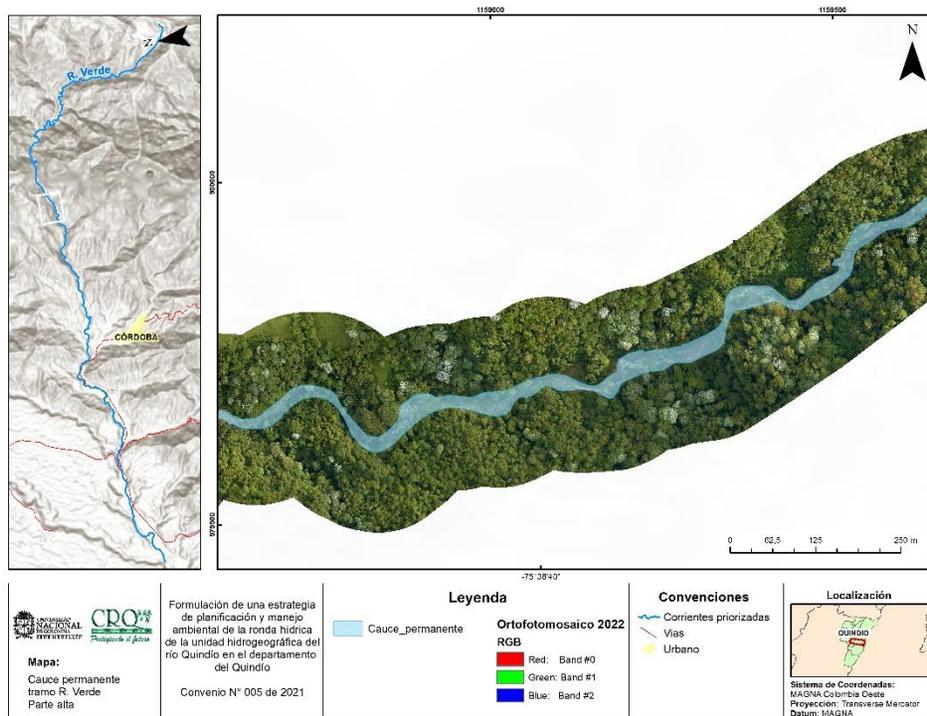


Figura 39. Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 1.

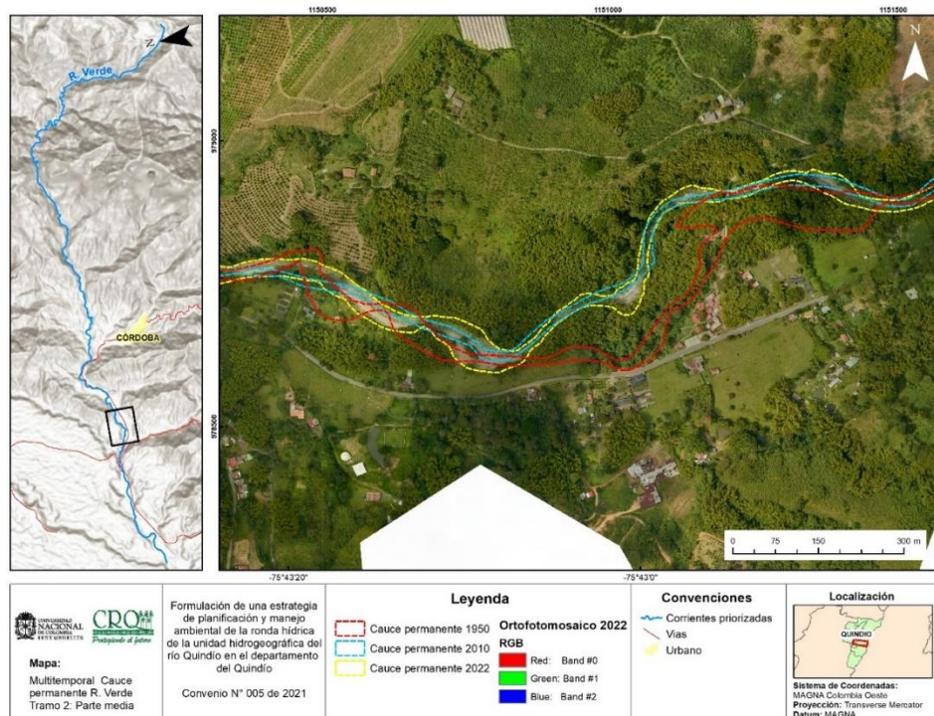


Figura 40. Análisis multitemporal del tramo 2 del río Verde. En rojo la interpretación para la temporalidad de 1950, en azul la de 2010 y en amarillo la de 2022.

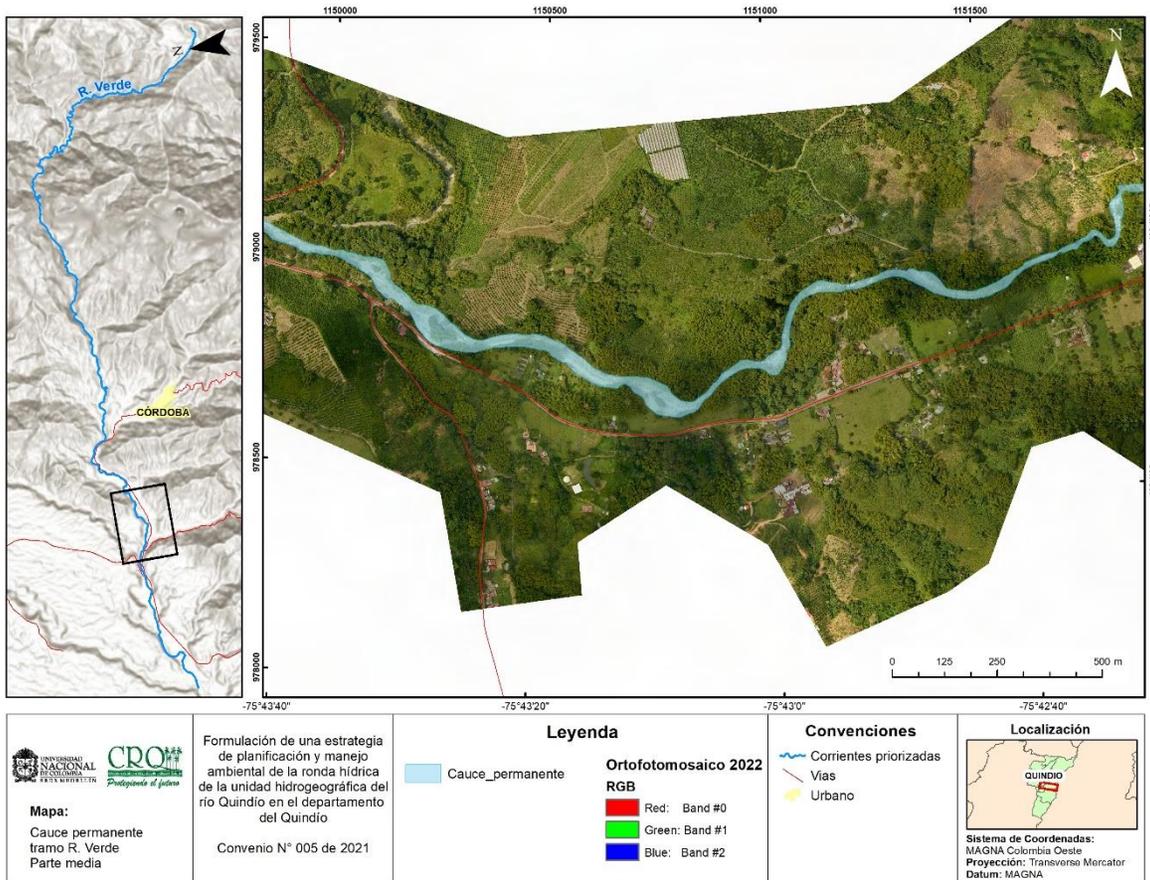


Figura 41. Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 2.

Finalmente, la parte baja del río Verde se caracteriza por ser sinuoso, enmarcado en un valle amplio con relieve relativo bajo. En esta zona el río puede divagar lateralmente en algunos sectores hasta 200 m, a su vez estas zonas amplias se intercalan con tramos estrechos, donde el río no ha divagado considerablemente en las escalas temporales analizadas (Figura 42). Al igual que en el tramo 2, para este tramo el cauce permanente corresponde a la integración del cauce activo, con los diferentes tipos de barras y cauces inactivos (Figura 43).

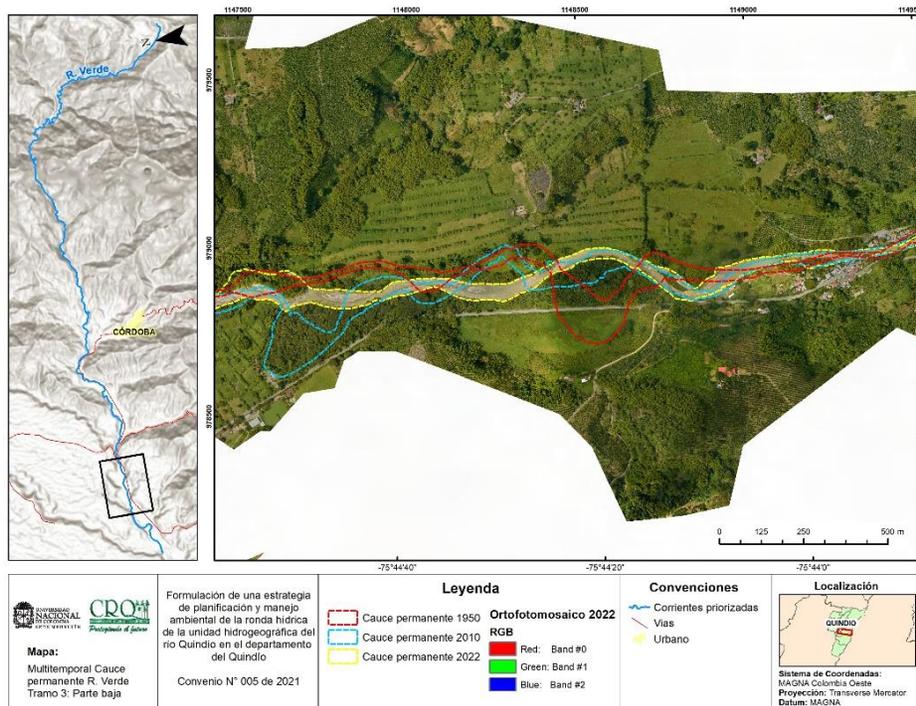


Figura 42. Análisis multitemporal del tramo 3 del río Verde. En rojo la interpretación para la temporalidad 1950, en azul 2010 y en amarillo 2022.

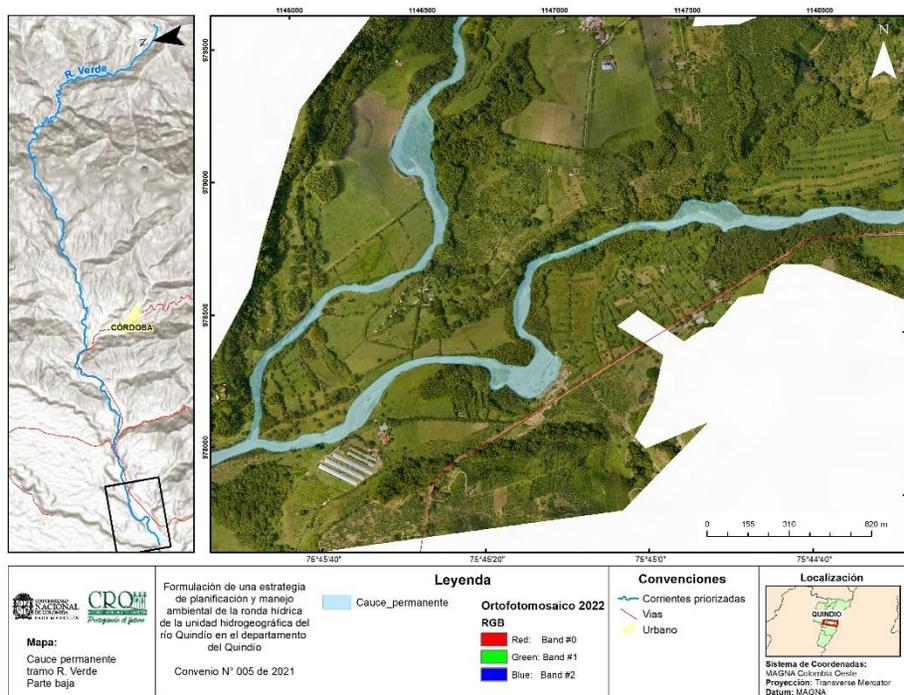


Figura 43. Delimitación del cauce permanente del río Verde, tramo 3.

4.1.5.5 Quebrada Bolivia

La quebrada Bolivia es una quebrada corta, de poco más de 1 km de longitud que corre en sentido SW-NE sobre la ladera occidental del cañón de la quebrada Cruz Gorda, desembocando en la margen izquierda de esta última. Se trata de una corriente recta y encañonada y con un relieve relativo alto. Para esta corriente no se tiene cobertura en las imágenes satelitales de 1950 ni de 2010, por lo que no fue posible el análisis multitemporal, y solo se interpretó la temporalidad de 2022 utilizando el MDT del levantamiento LIDAR 2022 (Figura 44). Debido a sus características de encañonamiento y poca o nula migración lateral el cauce permanente en esta quebrada corresponde al cauce activo (Figura 45). En su parte más alta, cerca al nacimiento no fue posible determinar el cauce doble, por lo que en esta zona se tomó la modelación hidráulica realizada para la delimitación del cauce permanente.

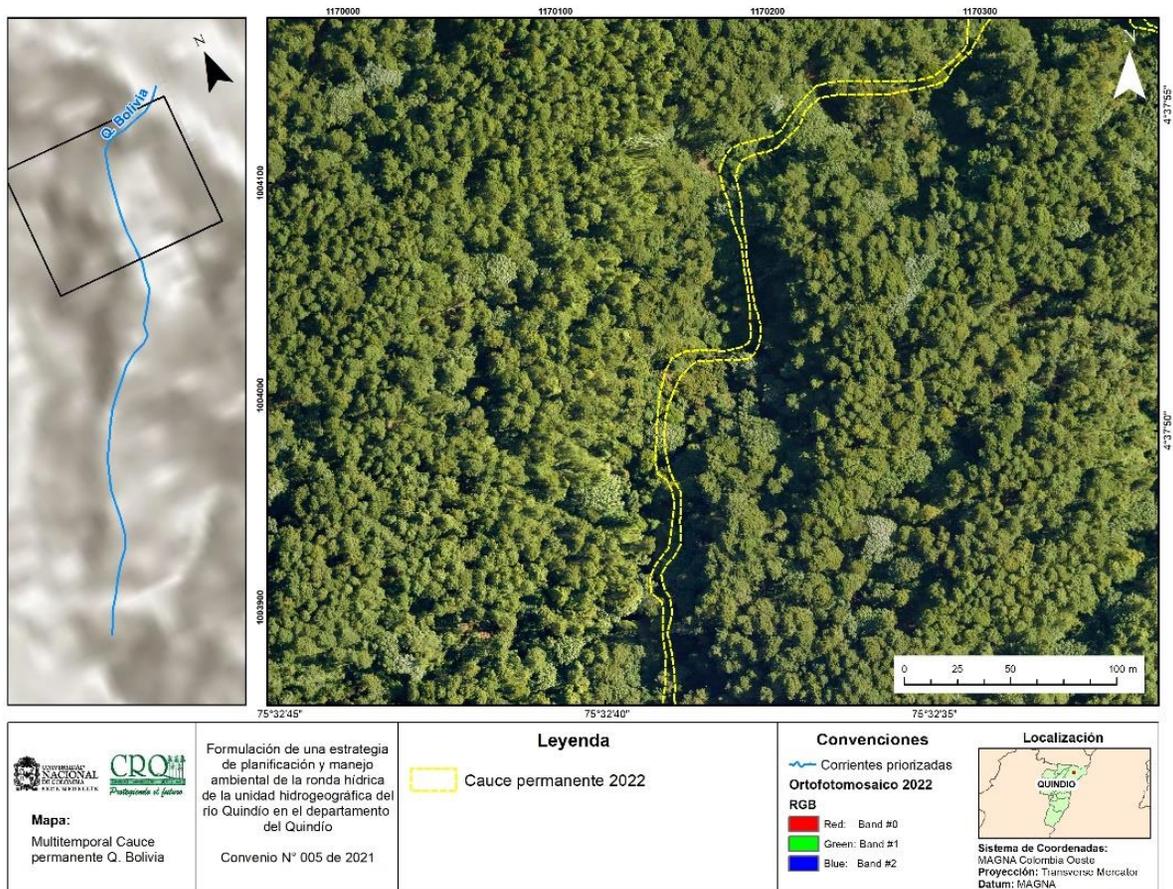


Figura 44. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Bolivia. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

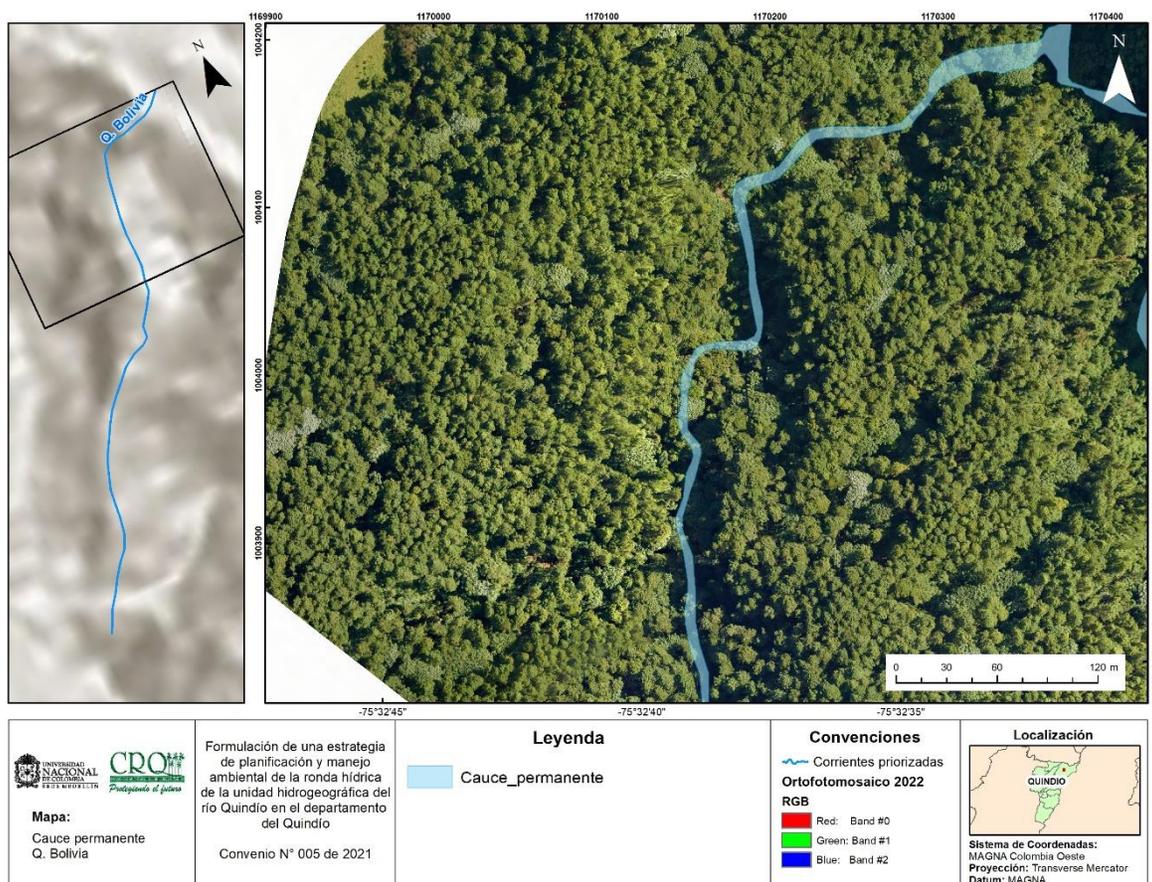


Figura 45. Delimitación del cauce permanente de la quebrada Bolivia.

4.1.5.6 Quebrada Boquía

En su parte alta se caracteriza por tener un cauce encajado, recto, con un alto grado de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal, hacia su parte baja es semi-sinuoso y de relieve relativo medio. El análisis multitemporal del cauce permanente para 2010 y 2022 permite concluir que no hay variaciones sustanciales en términos de migración lateral (Figura 46).

En conclusión, en gran parte de la quebrada el cauce permanente corresponde al cauce activo actual. Para ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos se muestra como ejemplo la parte baja del tramo priorizado (Figura 47).

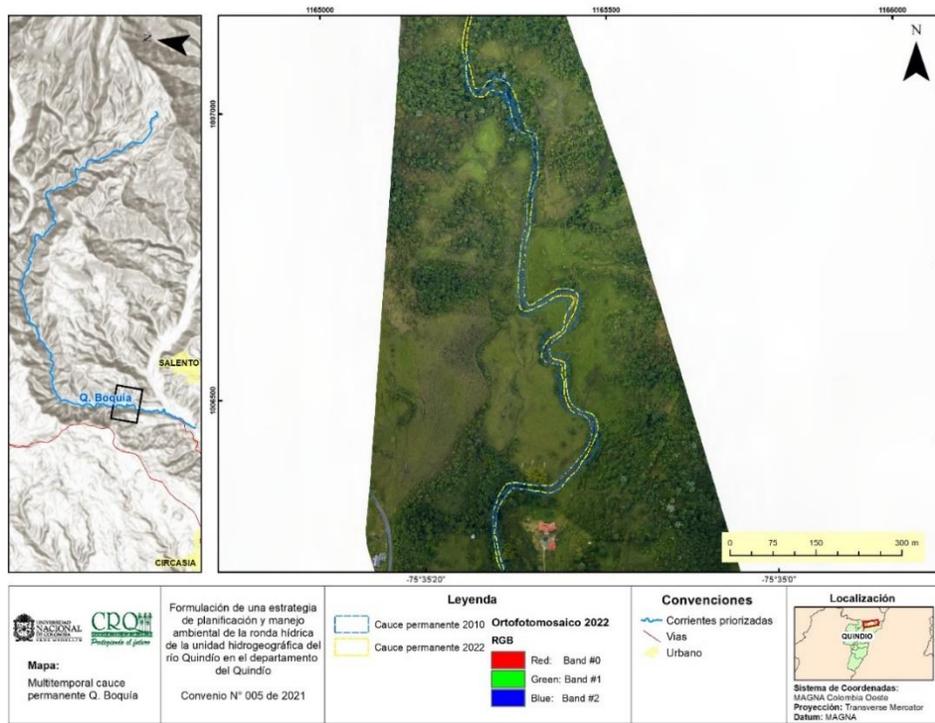


Figura 46. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Boquía. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022.

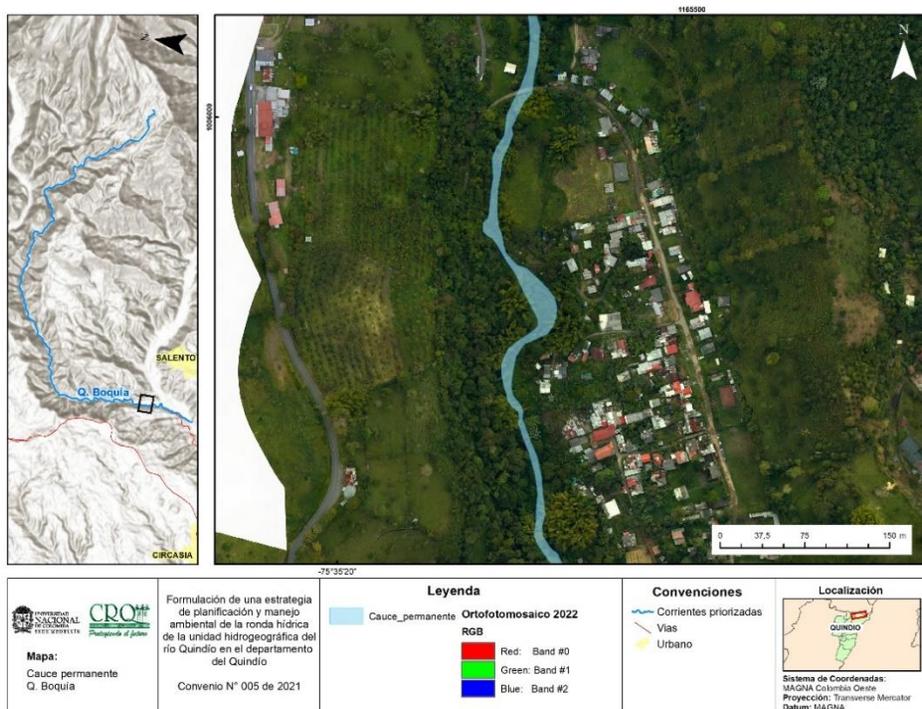


Figura 47. Delimitación del cauce permanente de la quebrada Boquía.

4.1.5.7 Quebrada Cárdenas

La quebrada Cárdenas nace en la caldera colapsada del Paramillo del Quindío en una zona que donde existen evidencias claras de diferentes periodos glaciales del Cuaternario. Se caracteriza por tener un cauce encajado, recto, que se encuentra con un alto grado de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal. En la parte alta corre por una laguna glaciar y en su parte baja es semi-sinuoso y de relieve relativo medio. El análisis multitemporal del cauce permanente para 2010 y 2022 permite concluir que no hay variaciones sustanciales en términos de migración lateral (Figura 48).

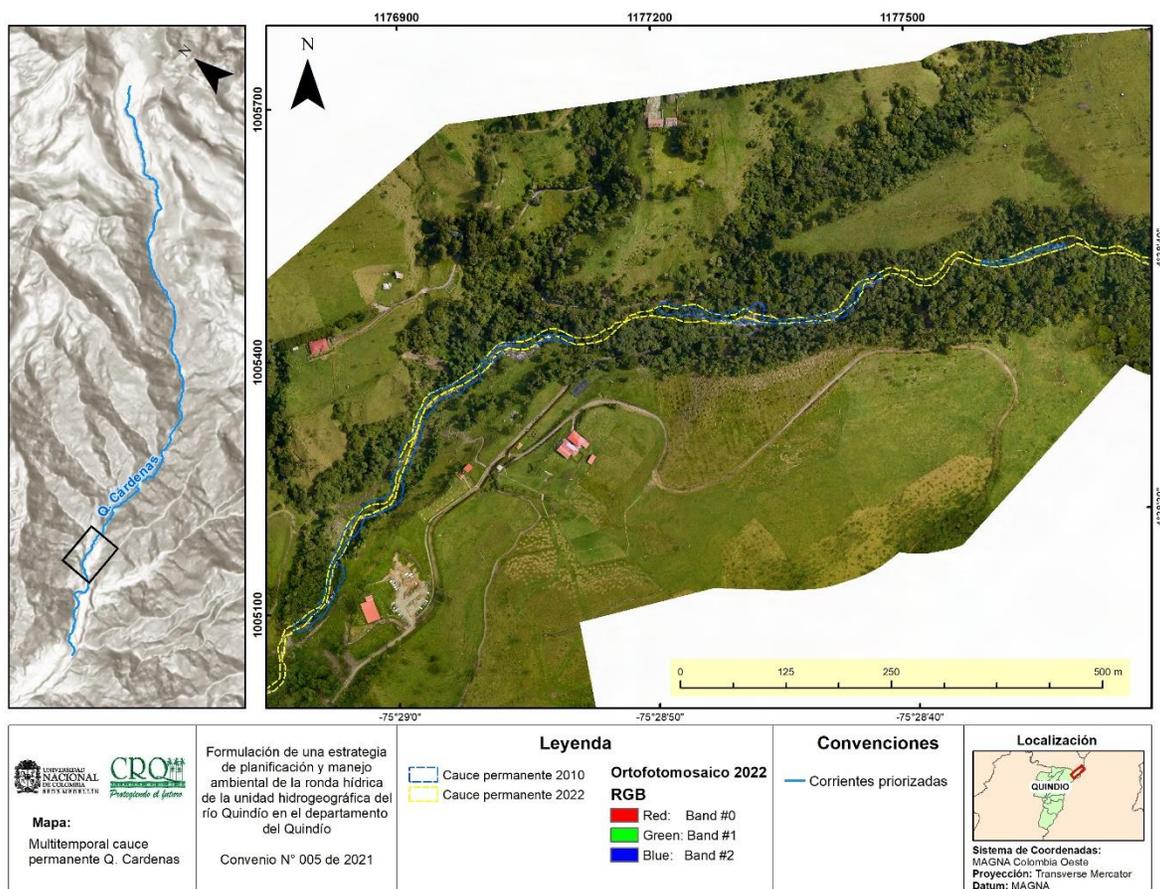


Figura 48. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Cárdenas. En azul la interpretación para la temporalidad 2010 y en amarillo 2022.

En conclusión, en gran parte de la quebrada el cauce permanente corresponde al cauce actual. Para ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos se muestra como ejemplo la parte media del tramo priorizado (Figura 49).

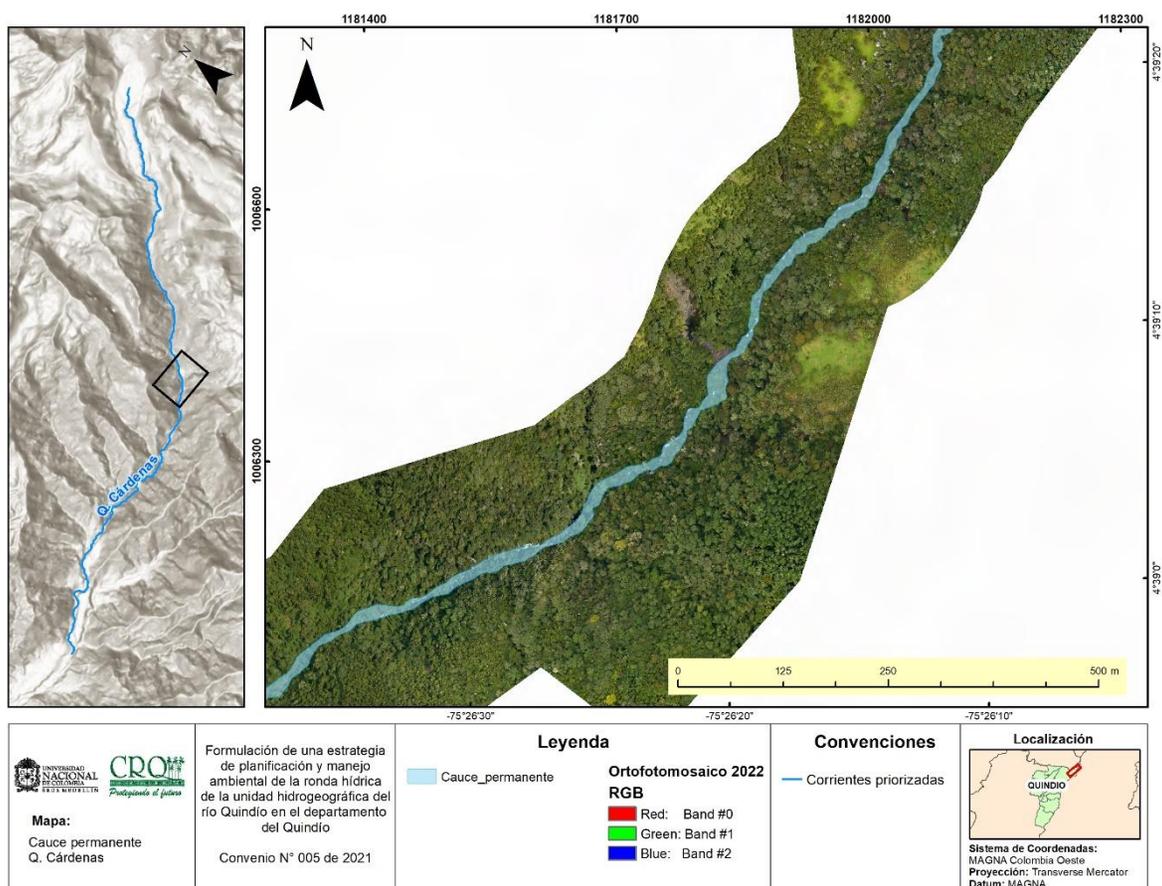


Figura 49. Delimitación del cauce permanente de la quebrada Cárdenas.

4.1.5.8 Quebrada Corozal

La quebrada Corozal fluye en dirección NE-SW y desemboca en la margen derecha del río Boquerón. Se trata de un drenaje con cauce recto, encañonado y con relieve relativo medio. Para el análisis multitemporal en la imagen de 1950 por la baja resolución y la espesa cobertura, también observada en 2010, no permitió la interpretación y su respectivo análisis, por tanto, solo fue posible determinar su cauce doble usando el MDT de 2022 (Figura 50). Esta quebrada no desarrolla geofomas aluviales como barras o llanuras de inundación, y no presenta migración lateral, dadas sus condiciones de encañonamiento, por esto se concluye que su cauce permanente corresponde a su cauce activo actual (Figura 51).

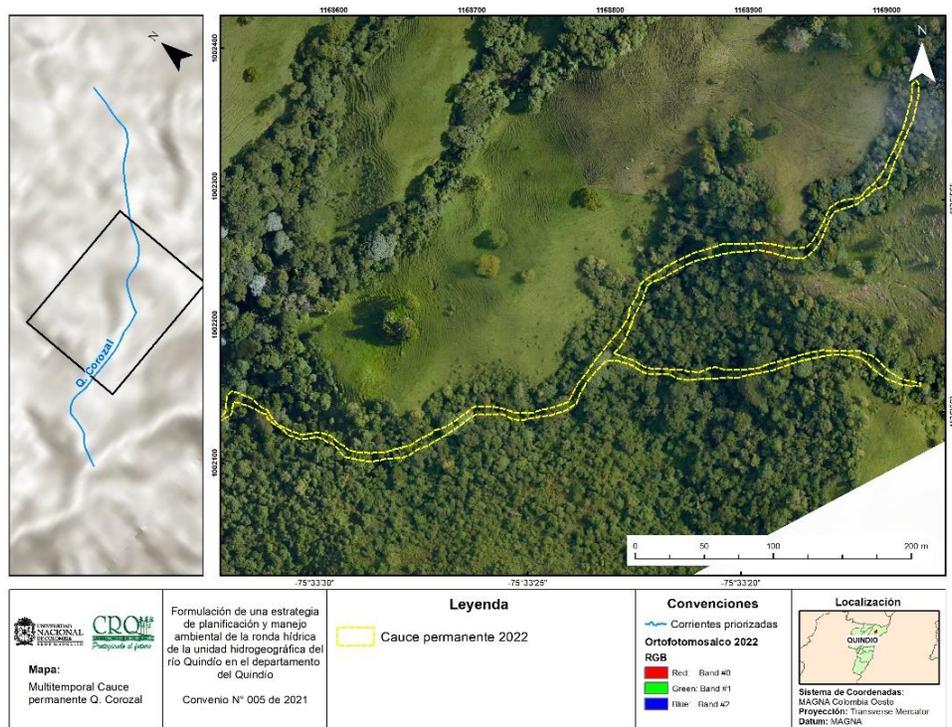


Figura 50. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Corozal. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

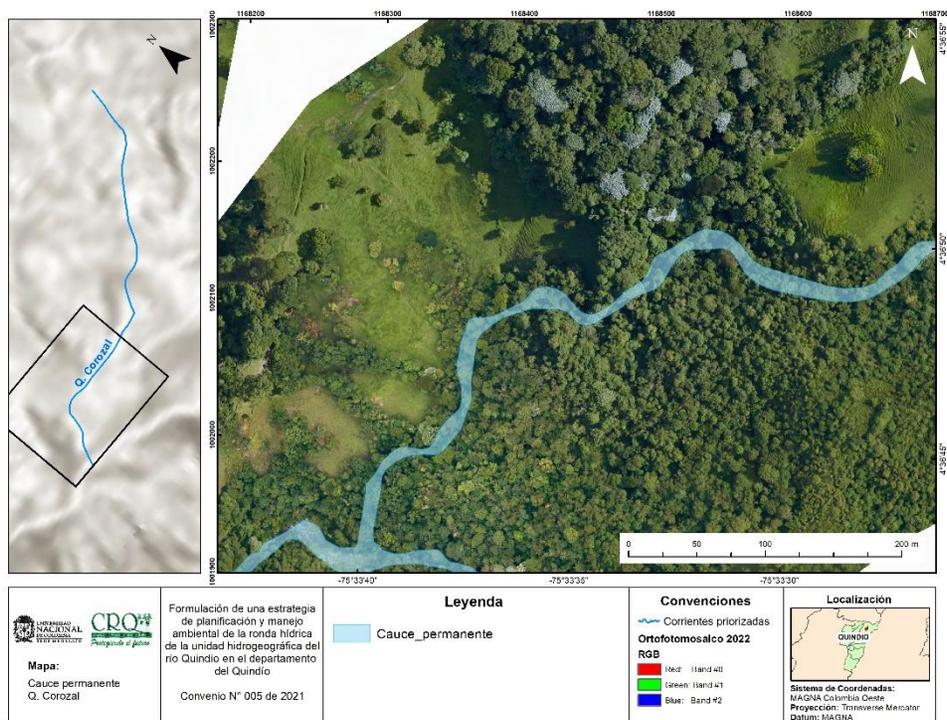


Figura 51. Delimitación del cauce permanente de la quebrada Corozal.

4.1.5.9 Quebrada Cruz Gorda

La quebrada Cruz Gorda se caracteriza por tener un cauce recto que fluye aproximadamente en dirección sur-norte, y desemboca en la margen izquierda del río Quindío. Es un cauce encañonado, con relieve relativo alto y una cobertura vegetal espesa. Para el análisis multitemporal, se tiene cobertura de la zona baja de la quebrada en las imágenes de 1950 y 2010, sin embargo, no fue posible determinar el cauce en estas temporalidades debido a la cobertura vegetal y la resolución de las imágenes, a causa de esto, solo se pudo hacer interpretación del cauce doble a partir de los recursos del LIDAR 2022 (Figura 52). Debido al encañonamiento propio de esta quebrada, predomina la incisión, sin migración lateral, por esto el cauce permanente corresponde al cauce activo actual (Figura 53).

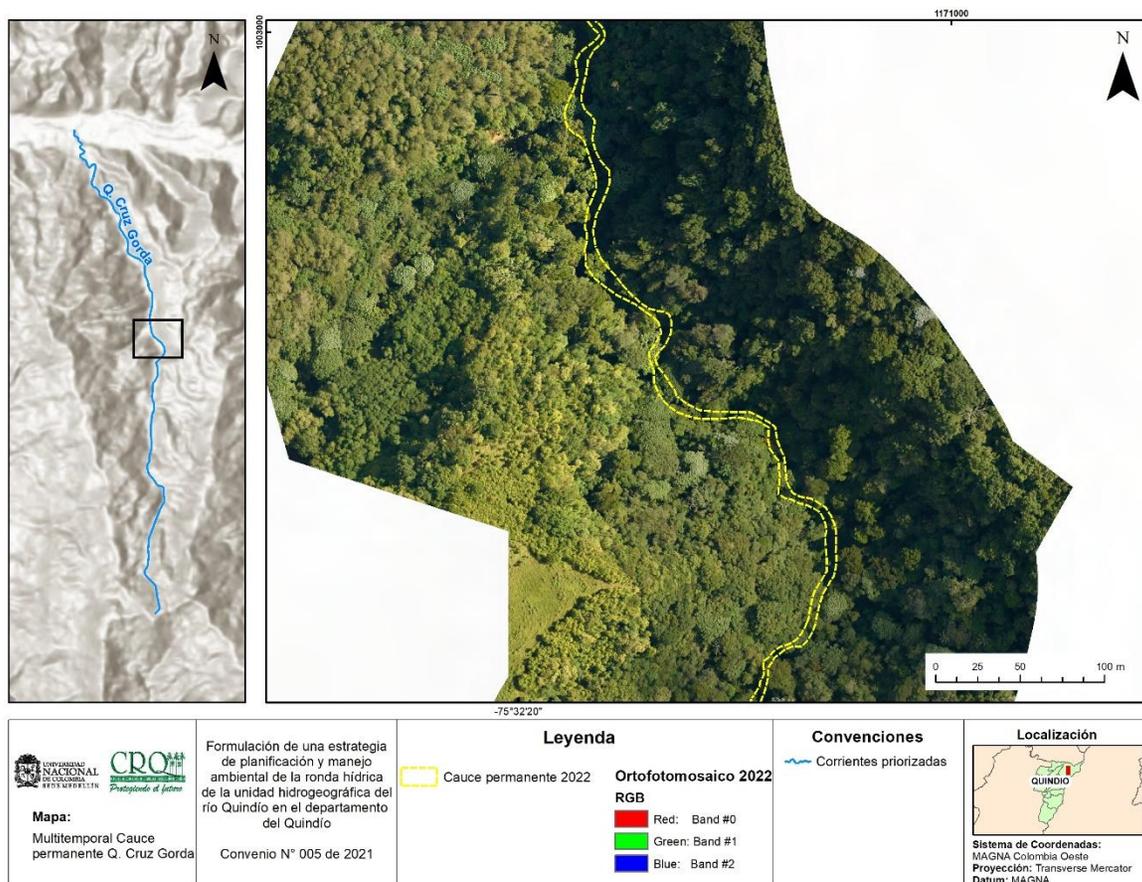


Figura 52. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

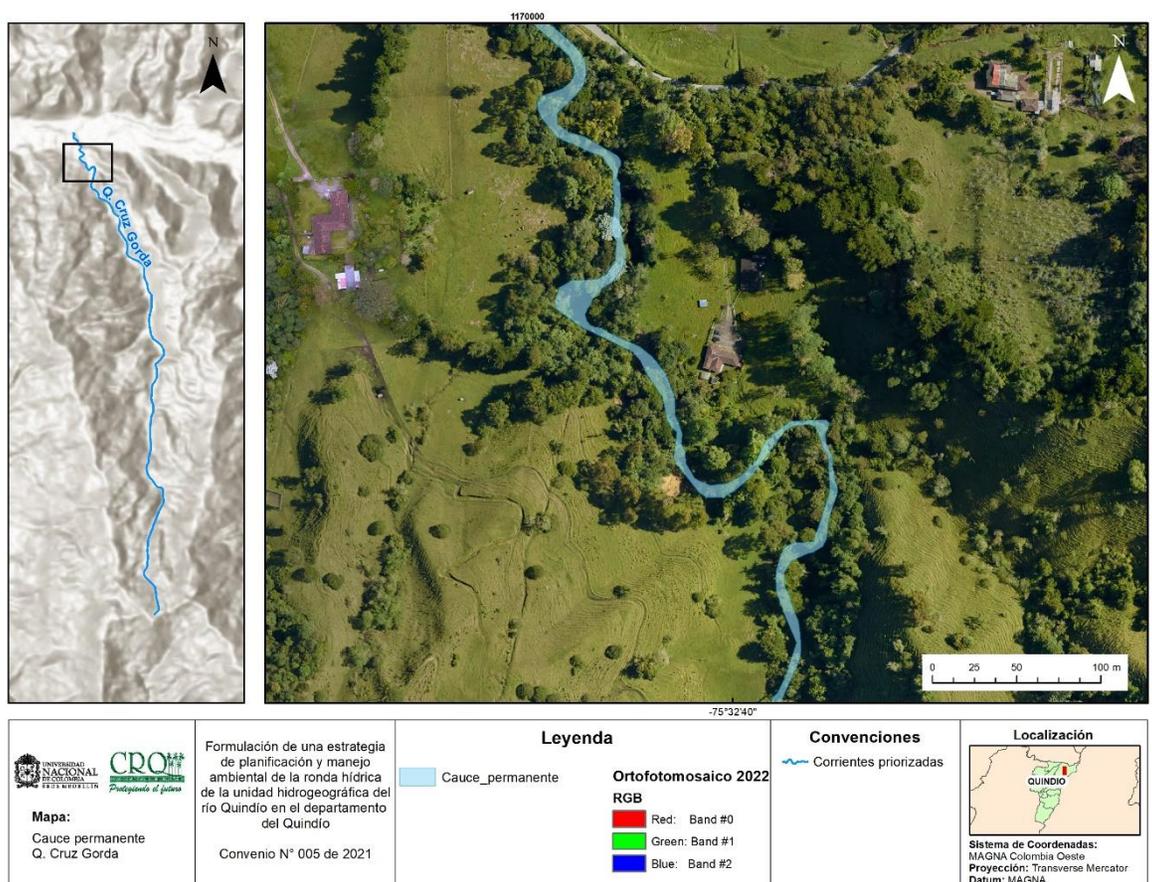


Figura 53. Delimitación del cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda.

4.1.5.10 Quebrada El Mudo

La quebrada El Mudo corresponde a una corriente corta, de un poco más de un kilómetro de largo, que nace en la zona oriental de la cabecera municipal de Salento. Corre en dirección N-S, desembocando en la margen derecha del río Boquerón. Se caracteriza por ser una corriente recta, la cual incisa los depósitos volcánicos sobre los que se asienta el centro poblado, y a medida que profundiza más en estos depósitos se encañona y aumenta su relieve relativo. Para el análisis multitemporal se cuenta con cobertura de la zona en las imágenes de 1950 y 2010, sin embargo, debido a la cobertura vegetal y que la resolución de estas imágenes no era suficiente para diferenciar las márgenes de la quebrada, solo fue posible determinar su cauce doble utilizando el MDT de 2022 (Figura 54). Dadas sus características de encañonamiento e incisión la quebrada no desarrolla geformas fluviales como barras o llanura de inundación, así mismo su migración lateral es poca o nula y por tanto, su cauce permanente corresponde al cauce activo actual (Figura 55).

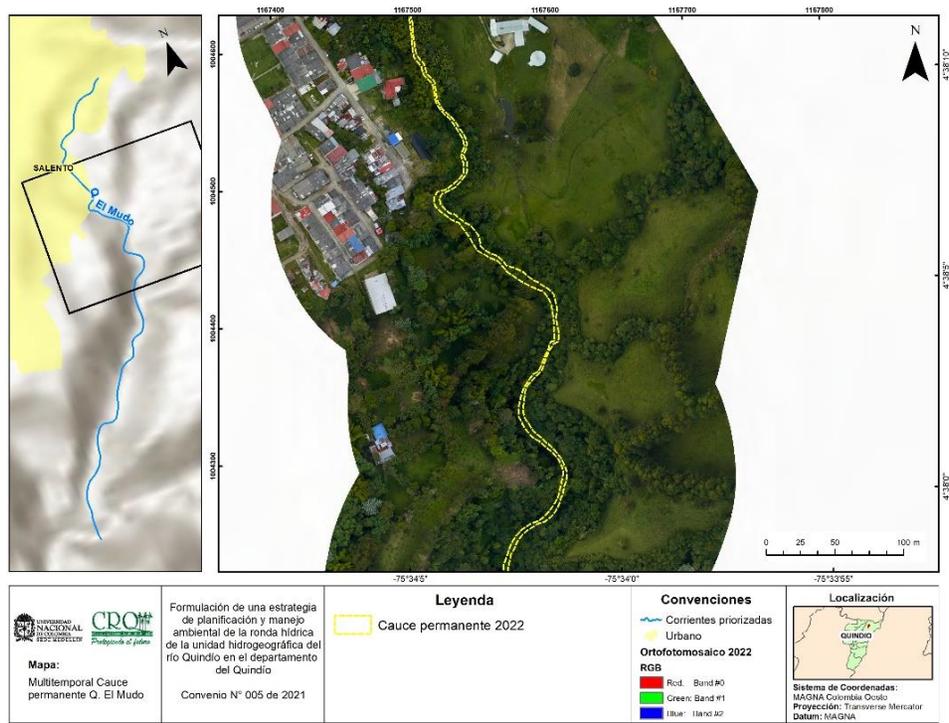


Figura 54. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada El Mudo. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

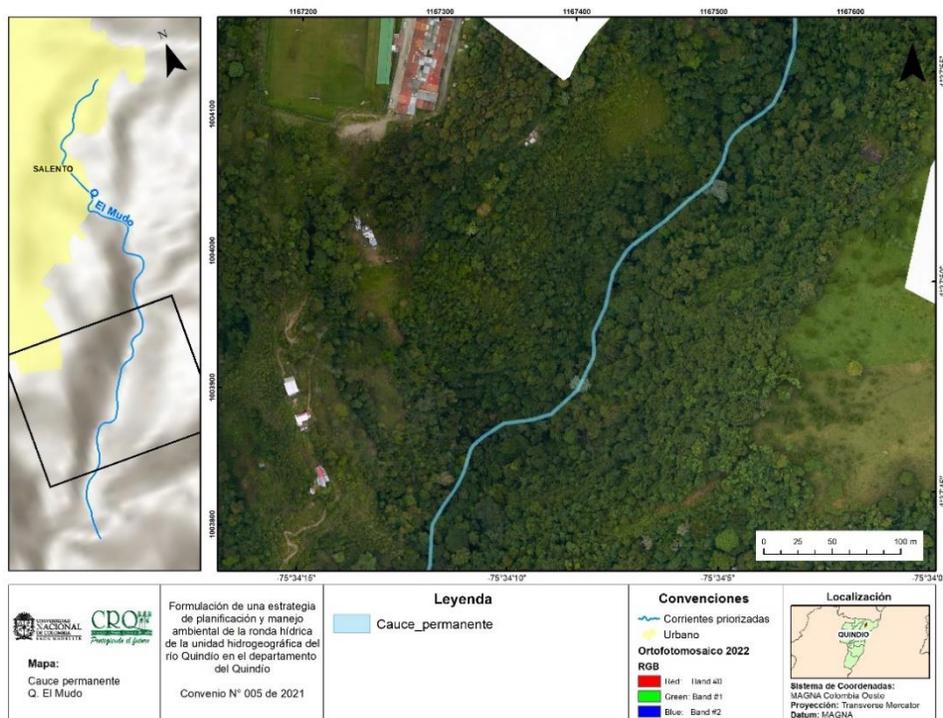


Figura 55. Delimitación del cauce permanente de la quebrada El Mudo.

4.1.5.11 Quebrada El Pescador

La quebrada El Pescador se caracteriza por ser un cauce encajado, con tramos rectos a semi-sinuuosos, con un grado importante de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo medio, con una cobertura vegetal de buen espesor y una alta intervención antrópica. El análisis multitemporal del cauce permanente solo fue posible a través de los recursos del LIDAR 2022 (Figura 56), ya que corresponden a zonas encañonadas de la quebrada con vegetación espesa que requirieron perfiles topográficos para obtener el cauce doble. En cuanto al nacimiento no fue posible definir cauce doble actual, dado que es una corriente estrecha y con alta cobertura vegetal; en campo se pudo evidenciar que va encajada en roca en su parte alta.

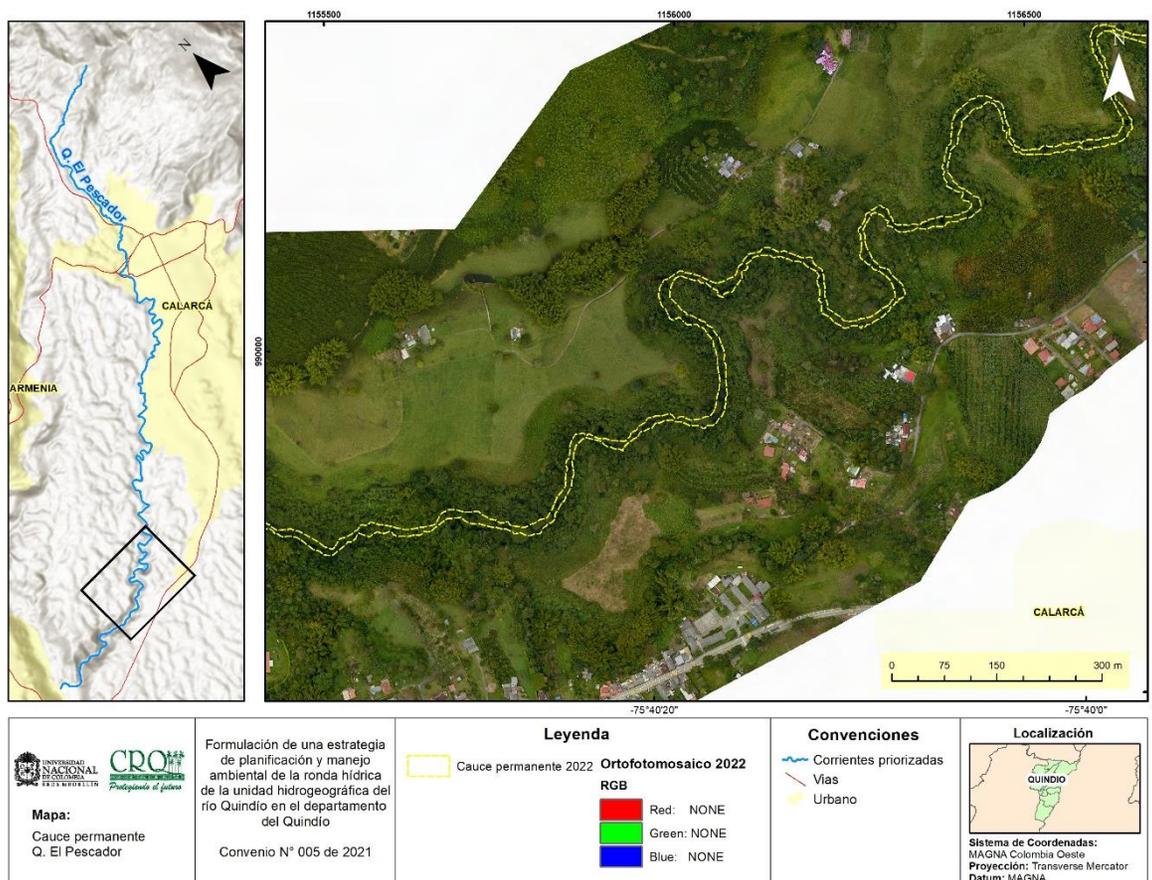


Figura 56. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada El Pescador. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

Se concluye, que el cauce permanente corresponde al cauce actual puesto que el encañonamiento permite que predomine la incisión con poca o nula migración lateral. Para

ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos, se muestra como ejemplo la parte media del tramo priorizado (Figura 57).

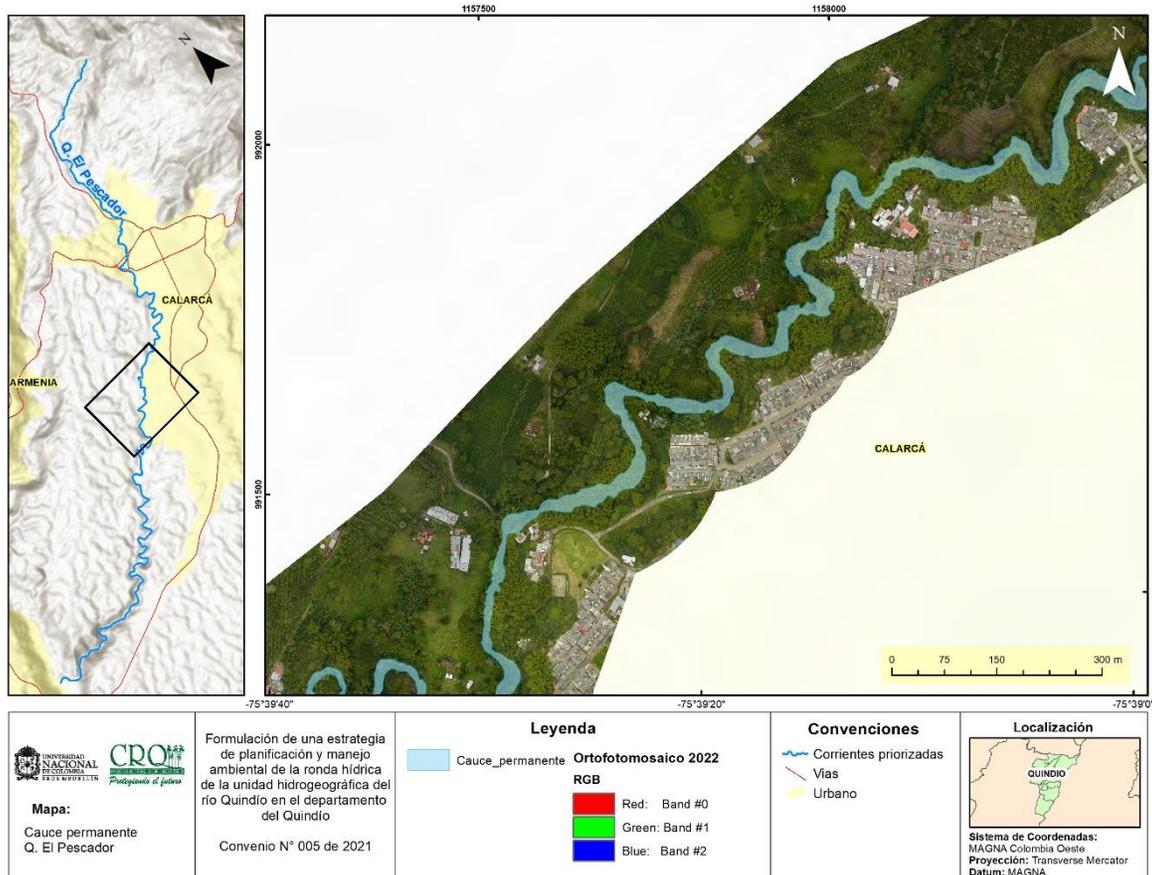


Figura 57. Delimitación del cauce permanente de la quebrada El Pescador.

4.1.5.12 Quebrada La Calzada

La quebrada La Calzada nace en el costado occidental de la cabecera municipal de Salento, fluye en dirección N-S aproximadamente paralela a la quebrada El Mudo, y desemboca en la margen derecha del río Boquerón, al igual que la quebrada El Mudo, incisa depósitos volcánicos sobre los que está asentado Salento. Es una corriente recta, la cual se encañona y aumenta su relieve relativo a medida que profundiza en los depósitos que incisa. Para el análisis multitemporal se cuenta con cobertura de la zona en las imágenes de 1950 y 2010; sin embargo, debido a la cobertura vegetal y que la resolución de estas imágenes no era suficiente para diferenciar las márgenes de la quebrada, solo fue posible determinar su cauce doble utilizando el MDT de 2022 (Figura 58). Debido a sus características de encañonamiento y poca o nula migración lateral su cauce permanente corresponde al cauce activo actual (Figura 59).

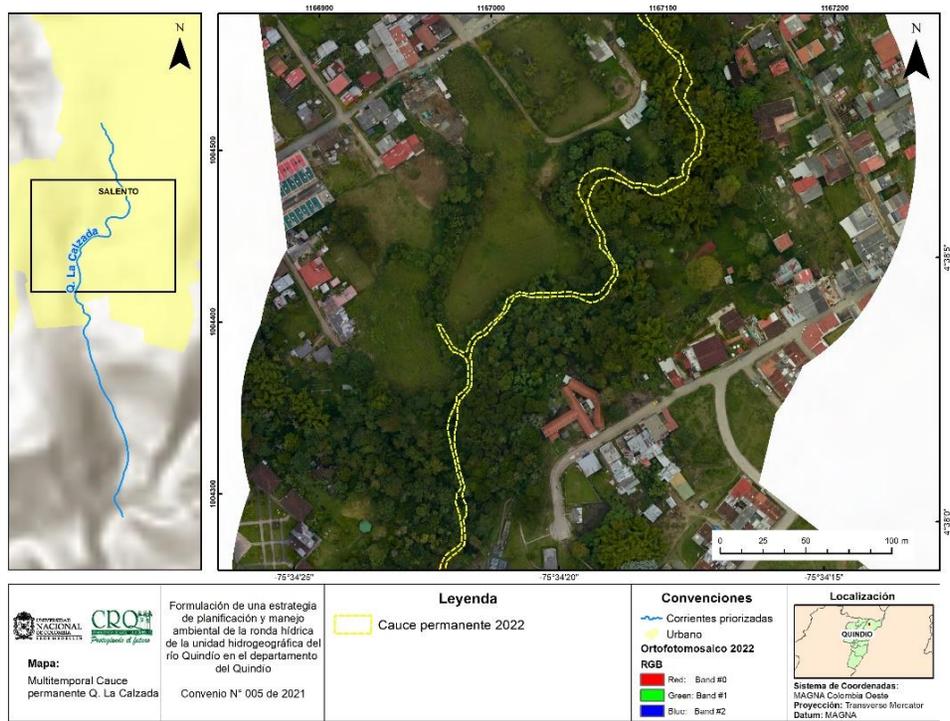


Figura 58. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Calzada. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

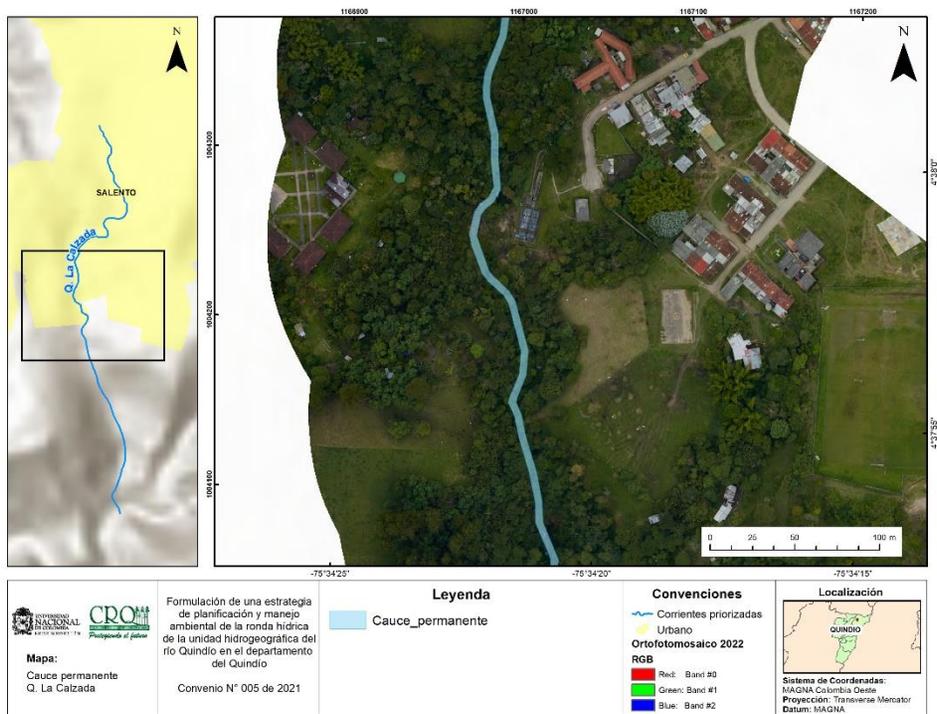


Figura 59. Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Calzada.

4.1.5.13 Quebrada La Cristalina

La quebrada La Cristalina corresponde a una quebrada muy corta, de menos de 1 km de longitud, que fluye sobre la ladera occidental del cañón de la quebrada Cruz Gorda. Su área de drenaje tiene una forma de gancho, corriendo en sentido S-N desde su parte alta y girando abruptamente hacia el este cerca de su desembocadura. En general, se trata de una corriente encañonada, con cauce recto y relieve relativo alto. Para el análisis multitemporal no se cuenta con cobertura de la zona en las imágenes de 1950 y 2010; por ello, solo fue posible delimitar su cauce doble utilizando los recursos del MDT de 2022 (Figura 60). Dado que se trata de una quebrada encañonada, con baja o nula migración lateral, se concluye que su cauce permanente corresponde al cauce activo actual (Figura 61).

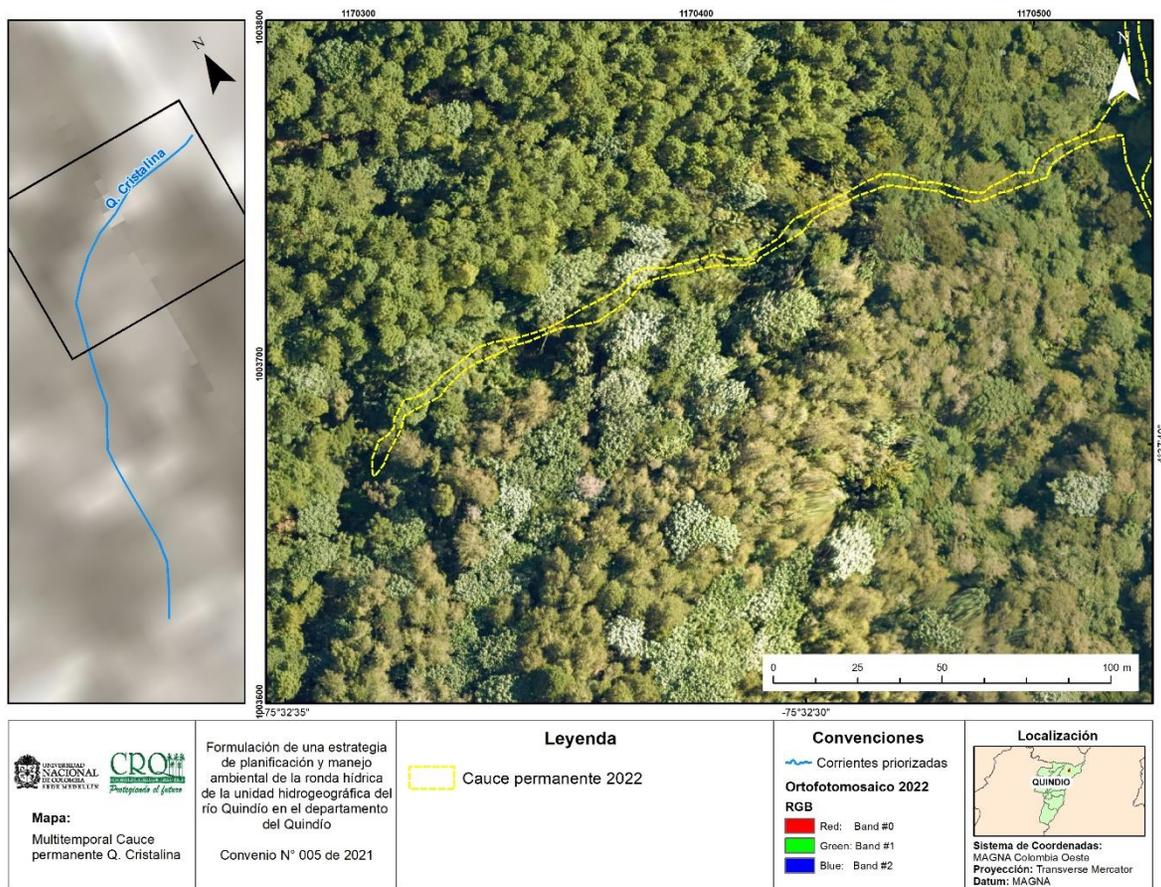


Figura 60. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Cristalina. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

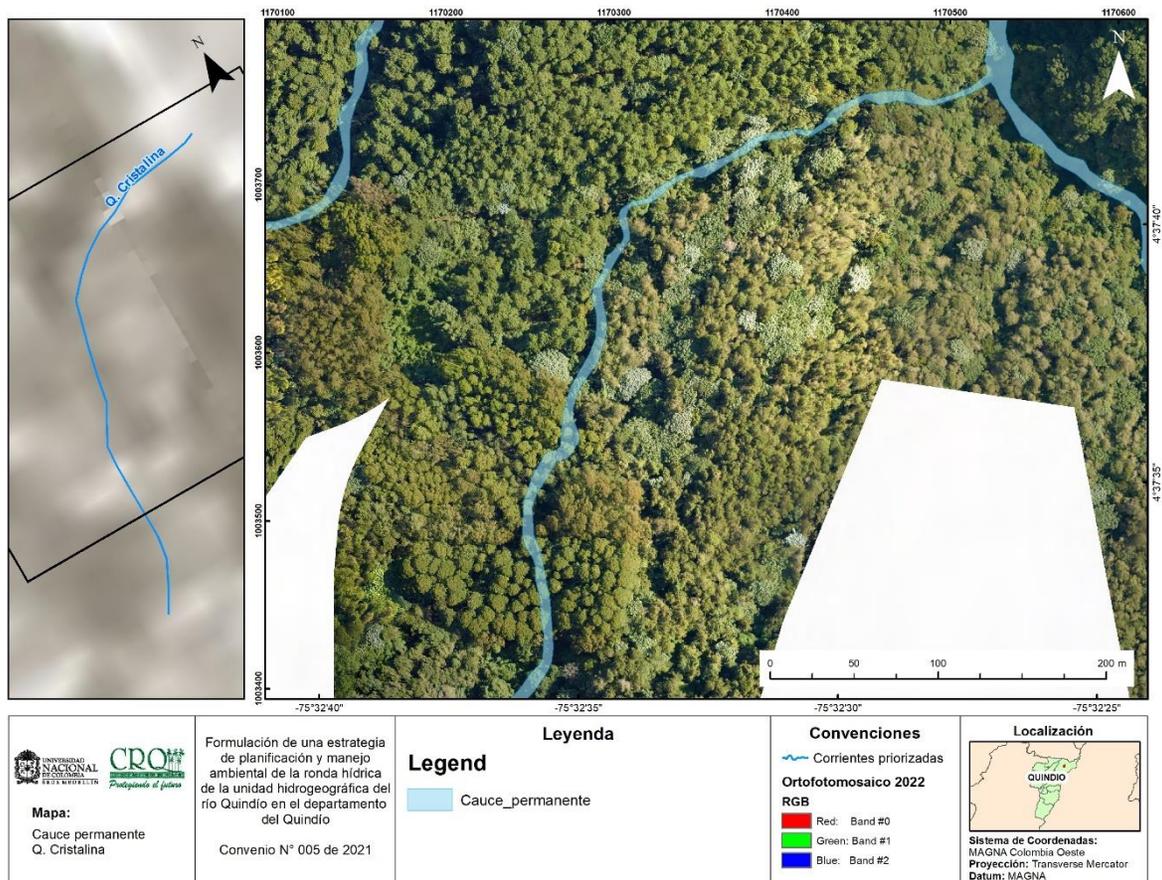


Figura 61. Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Cristalina.

4.1.5.14 Quebrada La Florida

La quebrada La Florida se desarrolla en un cauce encajado, con tramos rectos a semi-sinuosos, con un grado importante de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo medio, con una cobertura vegetal de buen espesor y una alta intervención antrópica. El análisis multitemporal del cauce permanente solo fue posible a través de los recursos del LIDAR 2022 (Figura 62), ya que corresponden a zonas encañonadas de la quebrada con vegetación espesa que requirieron perfiles topográficos para obtener el cauce doble. En cuanto al nacimiento no fue posible definir el cauce doble actual, dado que es una corriente estrecha y con alta cobertura vegetal; en campo se pudo evidenciar que va encajada en roca en su parte alta. Concluyendo que, el cauce permanente corresponde al cauce actual puesto que el encañonamiento permite que predomine la incisión con poca o nula migración lateral. Para ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos se muestra como ejemplo la parte media del tramo priorizado (Figura 63).

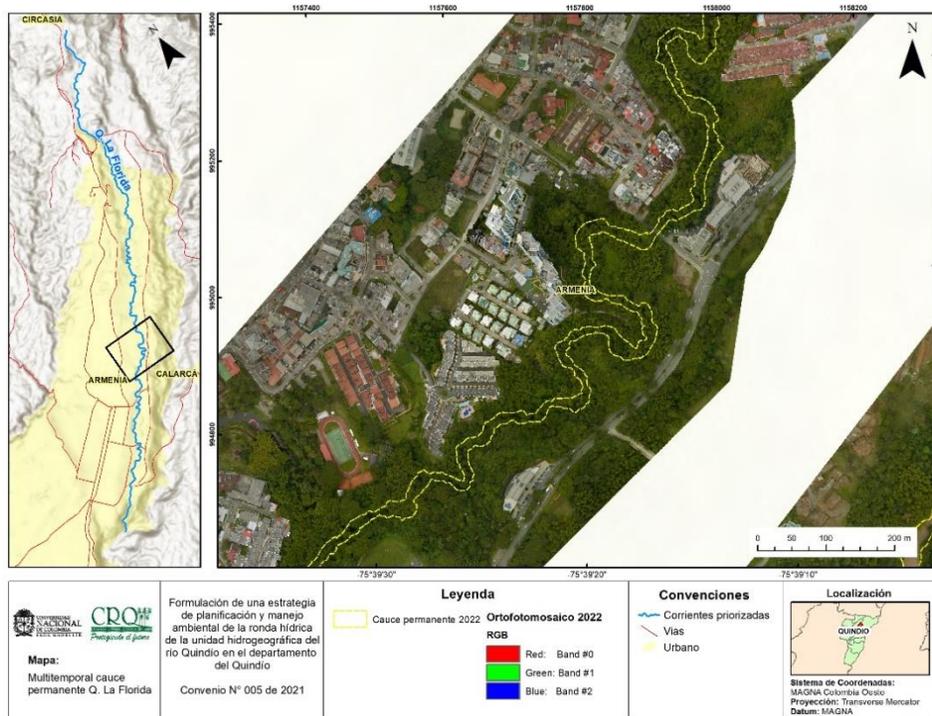


Figura 62. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Florida. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

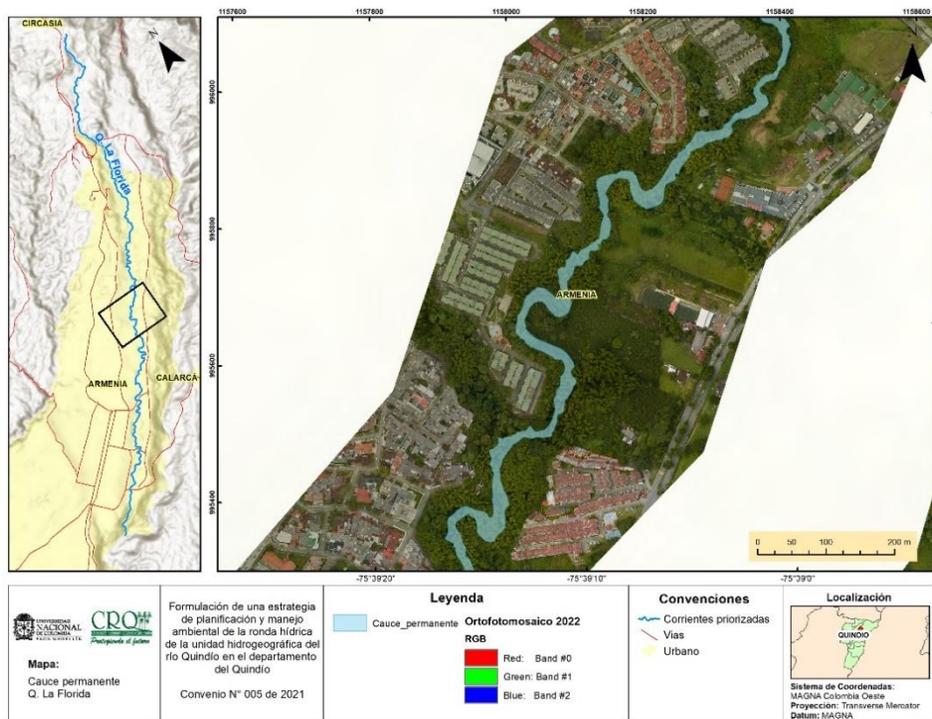


Figura 63. Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Florida.

4.1.5.15 Quebrada La Víbora

La quebrada La Víbora se desarrolla en un cauce encajado, recto, con un alto grado de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal. El análisis multitemporal del cauce permanente solo fue posible a través de los recursos del LIDAR 2022 (Figura 64), ya que pertenecen a zonas encañonadas de la quebrada con vegetación espesa que requirieron perfiles topográficos para obtener el cauce doble, y por no poseer migración lateral su cauce permanente corresponde a su cauce actual.

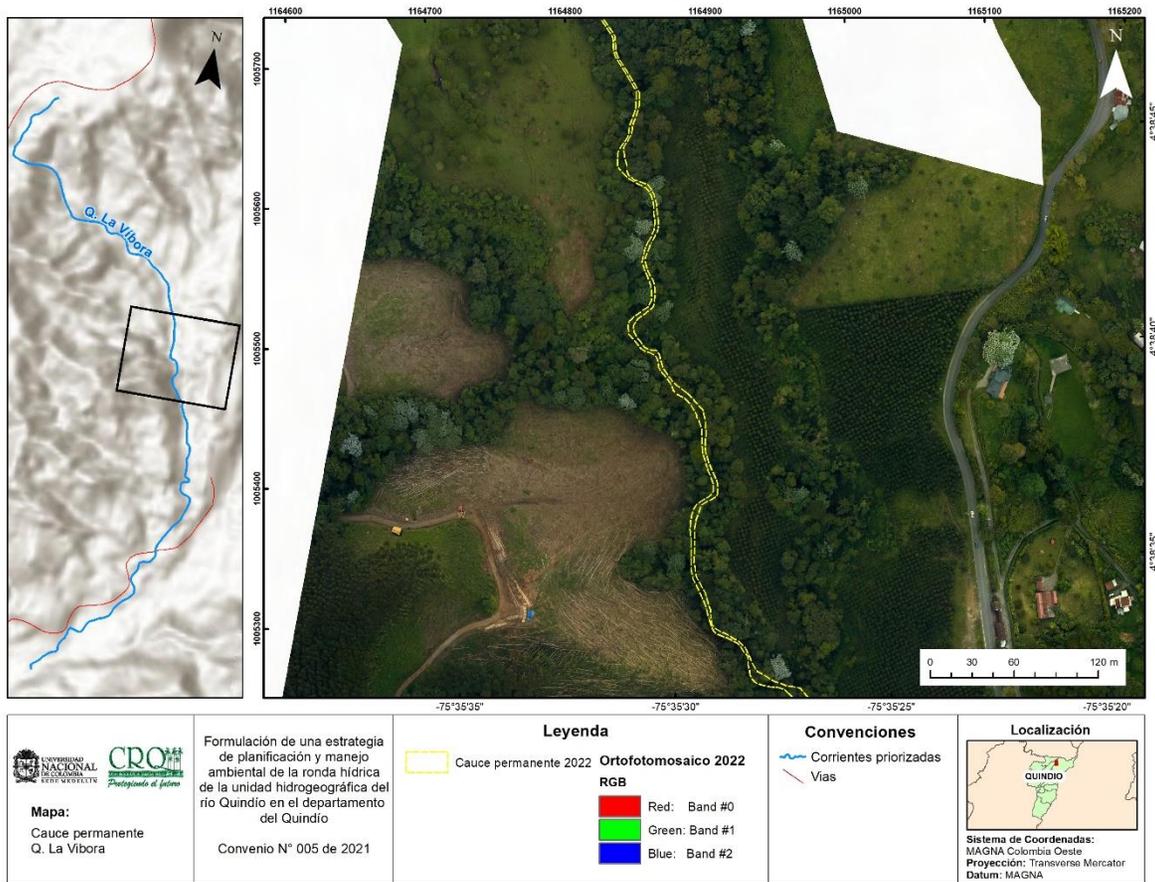


Figura 64. Análisis multitemporal del cauce permanente de la quebrada La Víbora. En amarillo la interpretación para la temporalidad 2022.

Se concluye, que en la quebrada el cauce permanente coincide con el cauce actual. Para ilustrar lo obtenido en el cauce permanente por criterios geomorfológicos se muestra como ejemplo la parte media del tramo priorizado (Figura 65).

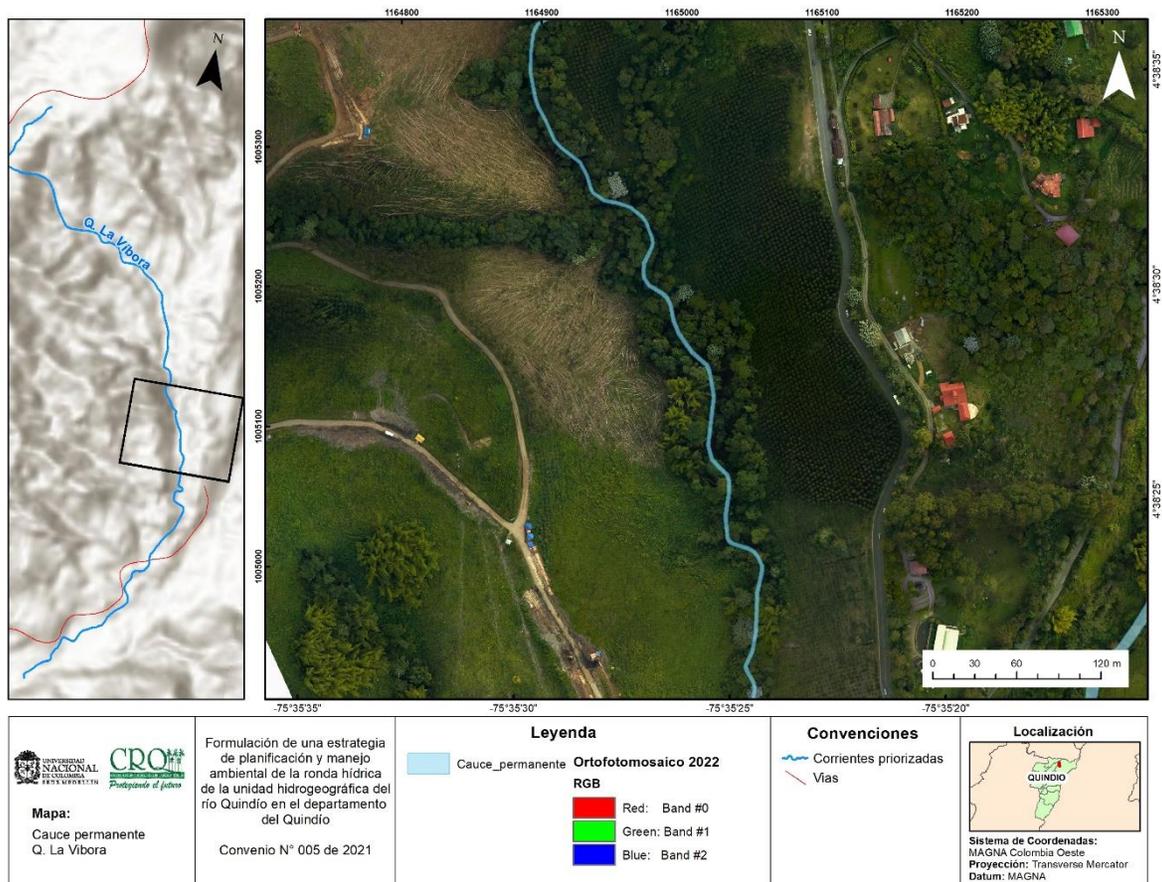


Figura 65. Delimitación del cauce permanente de la quebrada La Víbora.

4.2 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE A PARTIR DE CRITERIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Desde la dinámica hidrológica e hidráulica de los tramos priorizados se delimitó el cauce permanente, dando como resultado un acercamiento al área ocupada por los cuerpos de agua lóticos en el periodo intranual normal, basado en la información primaria levantada en campo, correspondiente al ortofoto y modelo digital de elevación.

El cauce permanente se asocia desde la hidráulica como el espacio ocupado por el tránsito hidráulico de la avenida correspondiente al caudal formador o de banca llena. El período de retorno de este tipo de eventos es de 2,33 años aproximadamente.

El insumo primordial para la delimitación del cauce permanente es la topografía de detalle levantada mediante LIDAR aerotransportado. Dicha información posee una escala superior a la exigida por la Guía técnica, lo que se considera suficiente para identificar el eje del cauce y las secciones transversales en la mayor parte de los tramos estudiados.

Para la definición del cauce permanente a partir de criterios hidrológicos e hidráulicos se realizaron las siguientes actividades: i) estimación del caudal para el periodo de retorno 2,33 años, ii) modelación hidráulica unidimensional o bidimensional según corresponda, iii) análisis de banca llena y, iv) delimitación del cauce permanente.

4.2.1 Estimación del caudal para el periodo de retorno 2,33 años

Para delimitar cauce permanente es fundamental estimar el caudal máximo asociado al periodo de retorno de 2,33 años, lo cual se realizó a partir de la modelación hidrológica, que se describe más adelante en el numeral 5.2.3. Los resultados obtenidos para este periodo de retorno se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 2,33 y 15 años para las corrientes priorizadas

Tramos priorizados	Tramo	Q_{MAX} [m ³ /s] para $T_{R\ 2,33}$	Q_{MAX} [m ³ /s] para $T_{R\ 15}$
Río Boquerón	T1	93,50	172,2
Río Quindío	T1	173,30	261,94
	T2	186,60	282,04
	T3	177,00	267,53
	T4	219,50	331,77
	T5	201,50	304,56
	T6	220,90	333,88
	T7	211,00	318,92
	T8	326,90	494,10
Río Navarco	T1	160,20	433,30
Río Verde	T1	182,20	467,60
Quebrada Bolivia	T1	2,70	467,60
Quebrada Boquía	T1	52,50	110,80
Quebrada Cárdenas	T1	159,10	470,50
Quebrada Corozal	T1	9,20	9,20
Quebrada Cruz Gorda	T1	30,00	64,90
Quebrada El Mudo	T1	7,50	7,50
Quebrada El Pescador	T1	4,92	7,90
	T2	37,90	69,60
Quebrada La Calzada	T1	5,20	12,20
Quebrada La Cristalina	T1	4,10	5,00
Quebrada La Florida	T1	15,90	29,20
Quebrada La Víbora	T1	17,50	37,90

4.2.2 Modelación hidráulica unidimensional y bidimensional

Se requiere del uso de herramientas de simulación numérica que permitan estimar la extensión del flujo en función de eventos hidrológicos característicos previamente definidos de acuerdo a lo establecido en la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas en sistemas lóticos (Minambiente, 2018b).

Para el presente estudio se utilizó el software River Analysis System (HEC-RAS) desarrollado por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos en su versión 6.2. De acuerdo con las características morfológicas del canal y la conformación del paisaje en cada una de las corrientes se emplearon los módulos de una y dos dimensiones disponibles en el software en mención.

Para el módulo en una dimensión, el software aplica la ecuación de conservación de energía para flujo permanente para estimar la profundidad y extensión de la lámina de agua sobre el terreno. De acuerdo con la información geométrica (secciones transversales) y parámetros hidráulicos (rugosidad y condiciones de contorno) de la corriente de interés previamente definidas por el usuario, el software estima las principales variables hidráulicas (profundidad, ancho, velocidad, esfuerzos etc.) a lo largo del canal de acuerdo con lo establecido por el US Army Corps of Engineers (2010).

Para el caso del módulo bidimensional la US Army Corps of Engineers (2021), este paquete resuelve las ecuaciones de Saint-Venant o ecuaciones de aguas someras, las cuales permiten definir el cambio de las principales variables hidráulicas a lo largo y ancho de la corriente de interés de acuerdo con la información geométrica (superficie) y los parámetros hidráulicos previamente definidos por el usuario.

En función de lo anterior, ambos módulos requieren de información fundamental para poder estimar el comportamiento del flujo de acuerdo con los requerimientos definidos por el usuario; esta información consiste en la geometría del canal expresado en un levantamiento detallado del terreno, la cual captura las características principales del terreno en la zona de interés y las formas del cauce asociadas a la dinámica de la corriente analizada. En segunda instancia, se requiere definir el caudal a transitar el cual debe ser definido por el usuario en función de sus necesidades. Adicionalmente, es fundamental contar parámetro de resistencia al flujo cuyas magnitudes se encuentran definidos por el coeficiente de rugosidad de Manning.

La información topográfica que se utilizó para la simulación se extrajo del Modelo Digital del Terreno (MDT) obtenido a partir del levantamiento LIDAR de la zona de estudio, a partir de este se definió el dominio espacial de la simulación. En total se simuló un tramo de 71,13 kilómetros del río Quindío y 153,7 km de canal correspondiente a los afluentes priorizados

para el presente estudio (Figura 66). Con el objeto de optimizar el costo computacional en la simulación y facilitar el procesamiento de resultados se dividieron las corrientes en diferentes tramos, tal y como se registra en la Tabla 6.

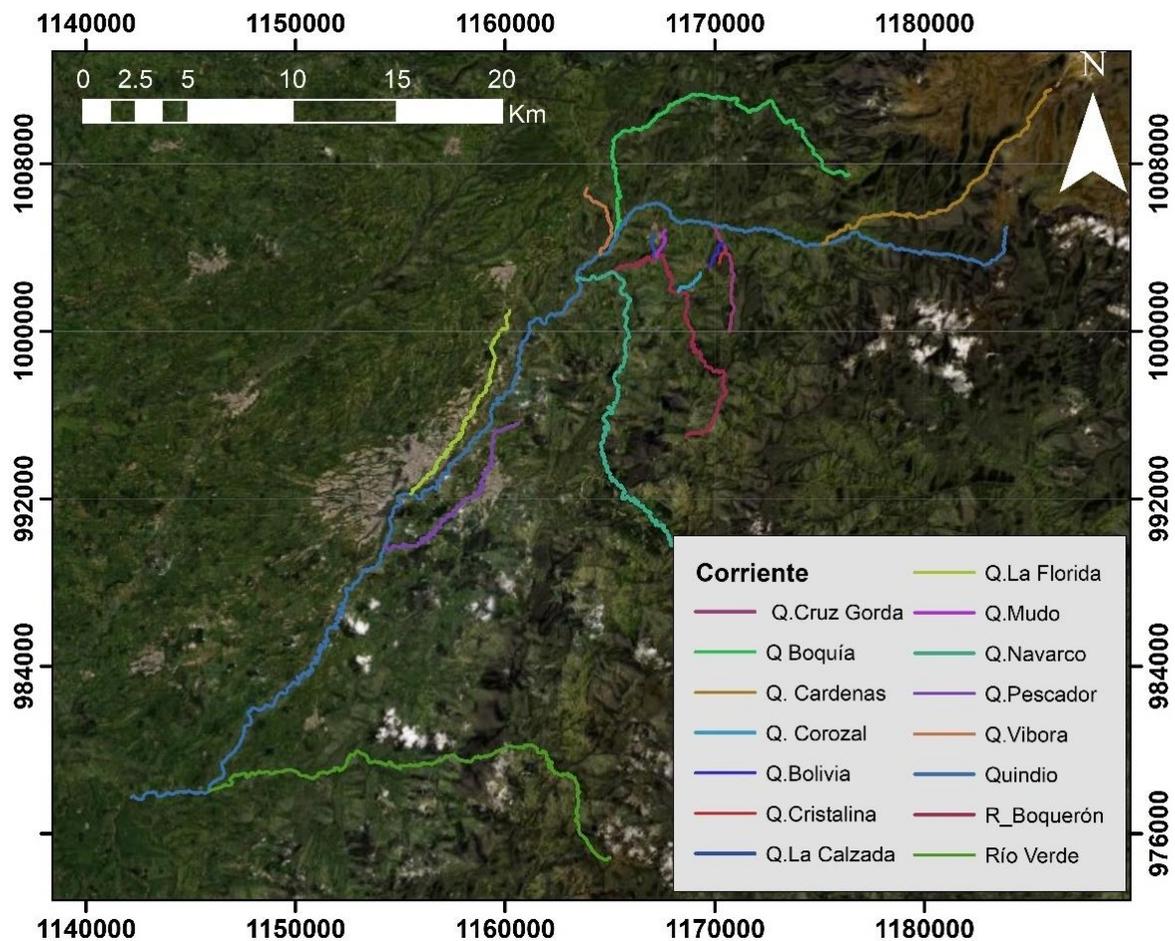


Figura 66. Corrientes seleccionadas para la simulación hidráulica.

Tabla 6. Delimitación del dominio computacional en la simulación.

Corriente	Tramo	Longitud [Km]	Corriente	Tramo	Longitud [Km]
Río Quindío	T1	11,61	Quebrada Bolivia	T1	1,45
	T2	5,88	Quebrada Cristalina	T1	0,65
	T3	9,55	Quebrada La Calzada	T1	1,12
	T4	6,62	Quebrada La Florida	T1	13,18
	T5	7,87	Quebrada Mudo	T1	1,55
	T6	5,84	Río Navarco	T1	27,50
	T7	6,49	Quebrada El Pescador	T1	13,51
	T8	17,27	Quebrada La Víbora	T1	4,23
Quebrada Cruz Gorda	T1	5,59	Río Boquerón	T1	17,80

Corriente	Tramo	Longitud [Km]	Corriente	Tramo	Longitud [Km]
Quebrada Boquía	T1	21,27	Río Verde	T1	13,95
Quebrada Cárdenas	T1	15,80		T2	14,63
Quebrada Corozal	T1	1,54			

Previo a la simulación se revisó la configuración morfológica de cada corriente con el fin de plantear la necesidad de una simulación en una o dos dimensiones, para ello se analizó el patrón de alineamiento del canal (recto, meándrico, trenzado, anastomosado etc.), la amplitud del valle, la pendiente media del canal en el tramo simulado, el cual es definido por el componente geomorfológico del presente estudio. Este análisis permite definir que modulo aplicar en la simulación hidráulica tal y cómo se observa en la Tabla 7. Para cauces que no presentan planicies de inundación o esta es relativamente estrecha se usó el módulo 1D del HEC-RAS, mientras que para zonas donde dicha planicie es amplia con respecto al ancho del canal existente se utilizó el módulo bidimensional del flujo.

Tabla 7. Módulo computacional empleado para la simulación en cada corriente de interés.

Corriente	Tramo	Simulación		Corriente	Tramo	Simulación	
		1D	2D			1D	2D
Río Quindío	T1	X		Quebrada Bolivia	T1	X	
	T2	X		Quebrada Cristalina	T1	X	
	T3		X	Quebrada La Calzada	T1	X	
	T4		X	Quebrada La Florida	T1		
	T5		X	Quebrada Mudo	T1	X	
	T6		X	Río Navarco	T1	X	
	T7		X	Quebrada Pescador	T1	X	
	T8		X	Quebrada Víbora	T1	X	
Quebrada Cruz Gorda	T1	X		Río Boquerón	T1	X	
Quebrada Boquía	T1	X		Río Verde	T1	X	
Quebrada Cárdenas	T1	X			T2		X
Quebrada Corozal	T1	X					

Los caudales transitados fueron estimados en el estudio hidrológico, donde se obtuvieron los caudales y su variación a lo largo del cauce dependiendo del tamaño del área de drenaje tributaria cuya área es variable a lo largo de la zona de estudio, principalmente en los ríos Quindío, Verde y la quebrada La Florida. Los escenarios de simulación se definieron de acuerdo con la franja que se delimitó según lo establecido en la guía técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia para la definición del cauce permanente.

La rugosidad del modelo, tanto unidimensional como bidimensional, fue obtenida por medio de la metodología de Cowan (1956) para el canal y sus zonas aledañas. Esta metodología

permitió asignar unos valores de rugosidad a la zona de interés de acuerdo con las características morfológicas del canal (pendiente, ancho, sinuosidad, conformación del canal), y la presencia de obstrucciones. Estos valores fueron contrastados con valores reportados por Yochum et al. (2014) para corrientes con características similares a las analizadas en el presente estudio. Este coeficiente para el canal y las márgenes calcula a partir del material superficial, en este caso se calcula el valor general de acuerdo a la siguiente relación:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

En esta ecuación n_0 es un valor básico de n para un canal recto y uniforme, n_1 es un valor agregado a n_0 para corregir el efecto de irregularidades de superficie, n_2 es un valor para las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal, n_3 es un valor de obstrucciones, n_4 es un valor para la vegetación y condiciones de flujo, y m_5 es un factor de corrección para los meandros del canal. Los valores de rugosidad propuestos por Cowan se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores propuestos para cada característica del canal de acuerdo con el método de Cowan.

Condiciones del Canal		Valores	
Material considerado	Tierra	n_0	0,020
	Roca cortada		0,025
	Grava fina		0,024
	Grava gruesa		0,028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0,000
	Menor		0,005
	Moderado		0,010
	Severo		0,020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0,000
	Ocasionalmente alternante		0,005
	Frecuentemente alternante		0,010 - 0,015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0,000
	Menor		0,010 - 0,015
	Apreciable		0,020 - 0,030
	Severo		0,040 - 0,060
Vegetación	Baja	n_4	0,005 - 0,010
	Media		0,010 - 0,025
	Alta		0,025 - 0,050
	Muy alta		0,050 - 0,100
	Menor	m_5	1

Condiciones del Canal		Valores	
Grado de los efectos por meandros	Apreciable		1,15
	Severo		1,3

En la Tabla 9 se muestran los factores considerados para el cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning por el método de Cowan.

Tabla 9. Rugosidad estimada para las corrientes priorizadas, escenarios de cauce permanente y ronda hídrica.

Corriente	Tramo	Canal	Margen derecha	Margen izquierda
Río Quindío	T1	0.031	0.056	0.058
	T2	0.022	0.061	0.059
	T3	0.033	0.065	0.050
	T4	0.038	0.047	0.061
	T5	0.045	0.061	0.063
	T6*	0.045	0.048	0.040
	T7*	0.047	0.051	0.045
	T8*	0.051	0.067	0.068
Río Boquerón	T1	0.041	0.067	0.068
	T2	0.036	0.055	0.057
Quebrada Boquía		0.031	0.056	0.055
Quebrada Cárdenas		0.036	0.052	0.051
Río Navarco	T1	0.042	0.069	0.061
	T2	0.038	0.068	0.068
	Confluencia	0.039	0.063	0.062
Quebrada Cruz Gorda		0.039	0.067	0.068
Quebrada Bolivia		0.085	0.067	0.068
Quebrada Cristalina		0.085	0.055	0.057
Quebrada Corozal		0.073	0.067	0.068
Quebrada El Mudo		0.078	0.056	0.055
Quebrada La Calzada		0.06	0.052	0.051
Quebrada La Víbora		0.075	0.056	0.055
Quebrada La Florida		0.033	0.048	0.040
Quebrada El Pescador		0.043	0.051	0.070
Río Verde	Canal	0.041	0.058	0.055
	Confluencia	0.038	0.054	0.051
*Tramos del río Quindío donde se realizó la modelación bidimensional				

4.2.2.1 Resultados de la modelación hidráulica

A continuación, se presenta los resultados de la modelación hidráulica para cada una de las corrientes priorizadas.

4.2.2.1.1 Río Boquerón

Este tributario se simuló en el módulo unidimensional del flujo con secciones transversales de 80 m de ancho, separadas cada 30 m. La pendiente media del 8% y la rugosidad estimada para este de 0,041 le permiten desarrollar velocidades máximas de 8,3 m/s para el evento de cauce permanente, caudal máximo para un periodo de retorno de 2,33. La delimitación de este se muestra en la Figura 67.

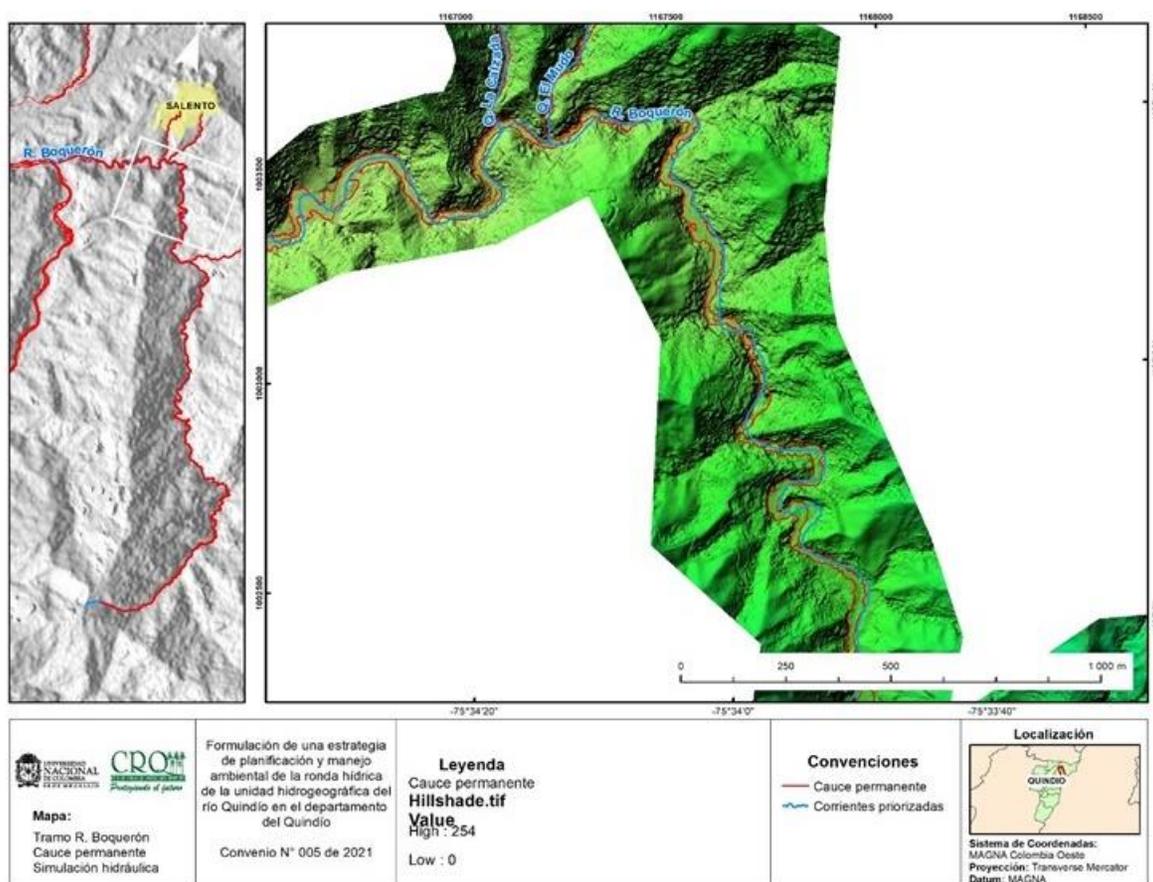


Figura 67. Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Boquerón.

4.2.2.1.2 Río Quindío

En total para esta corriente se simularon un total de ocho tramos como se registra en la Tabla 10. La longitud total analizada de la corriente principal de la zona es de 71,13 km.

Toda la simulación se llevó a cabo en el módulo bidimensional de flujo del HEC-RAS, las características principales de la simulación en cada tramo se presentan en la Tabla 10. Para la condición de profundidad normal se utilizó la pendiente del terreno tal y como recomienda el HEC-RAS. La Figura 68 muestra la delimitación del cauce permanente para un tramo de la corriente principal.

Tabla 10. Resumen de consideraciones en la simulación.

Parámetro	Tramos modelados							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Condición Entrada	H	H	H	H	H	H	H	H
Condición Salida	PN	PN	PN	PN	PN	PN	PN	PN
Celda canal	1,3	1,5	1,8	1,8	1	2	2,3	3
Celdas zonas aledañas	15	15	15	15	13	13	15	13
Manning canal	0,031	0,022	0,033	0,038	0,045	0,045	0,047	0,051

*H hidrograma de entrada, *PN profundidad normal

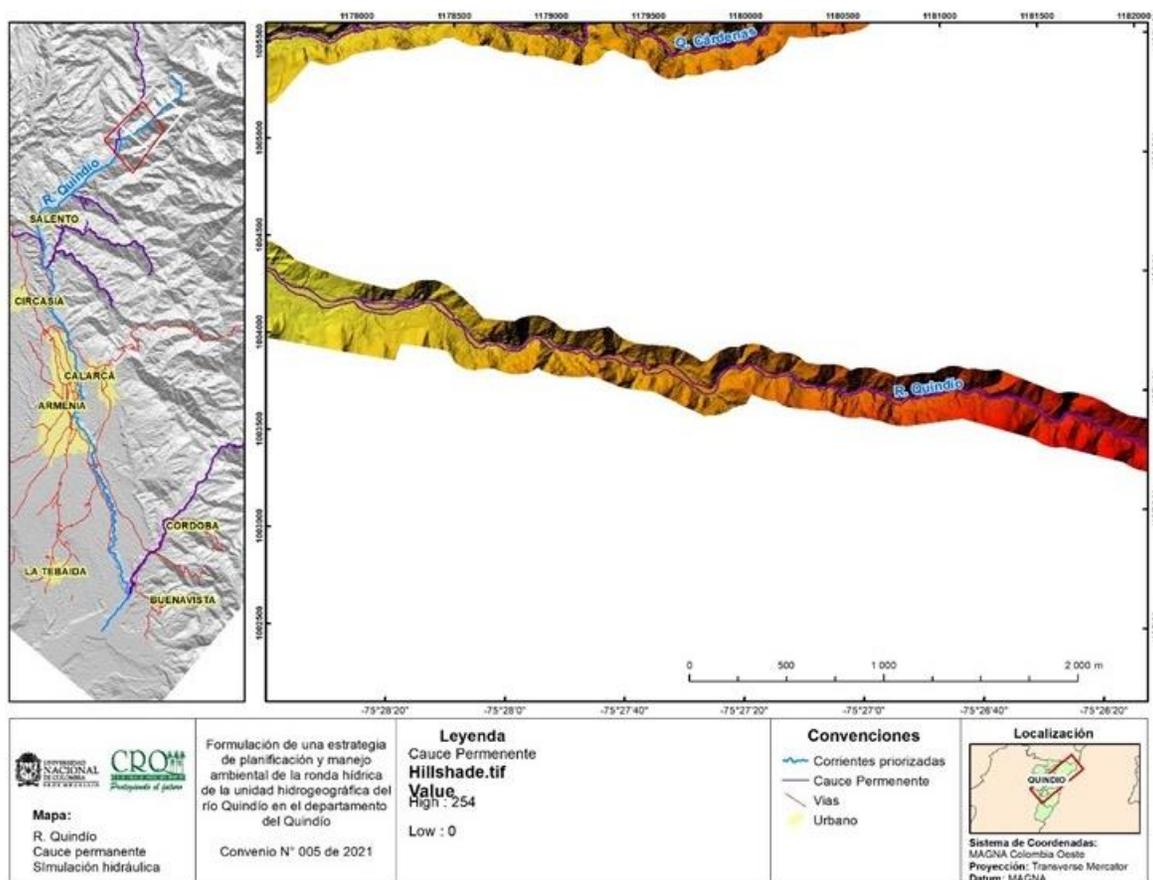


Figura 68. Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Quindío.

4.2.2.1.3 Río Navarco

El tramo de 27,1 km simulado de esta corriente tiene una pendiente media del 5,6%, con una rugosidad de Manning estimada de 0,042 en el canal. Las secciones transversales establecidas para la simulación tienen un ancho variable, en sus zonas estrechas es de 100 m, mientras que su zona cercana a la desembocadura al río Quindío dichas secciones alcanzan un ancho de 450 m. La velocidad media oscila entre los 2,1 m/s y los 7,9 m/s. La delimitación del cauce permanente para esta corriente se presenta en la Figura 69.

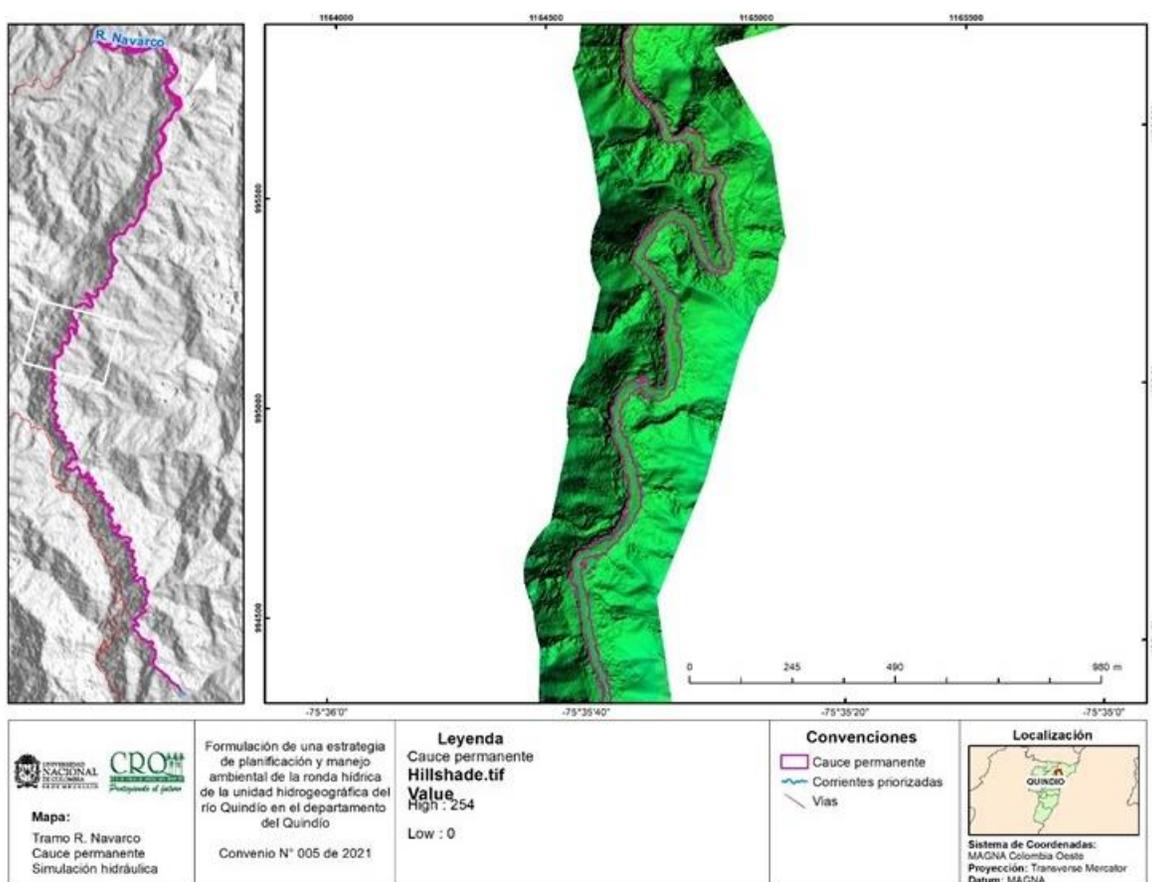


Figura 69. Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Navarco.

4.2.2.1.4 Río Verde

Para la delimitación del cauce permanente en río Verde se utilizó el módulo unidimensional del HEC-RAS, empleando secciones transversales de ancho variable que oscilan entre los 200 y 350 m de ancho, con una separación de 15 m en la zona encañonada y de 30 m en la su parte baja. Las velocidades estimadas a lo largo del canal oscilan entre los 1,75 y 6,78 m/s, con sus magnitudes mayores en la parte alta de la zona simulada. La delimitación del cauce permanente para esta corriente se presenta en la Figura 70.

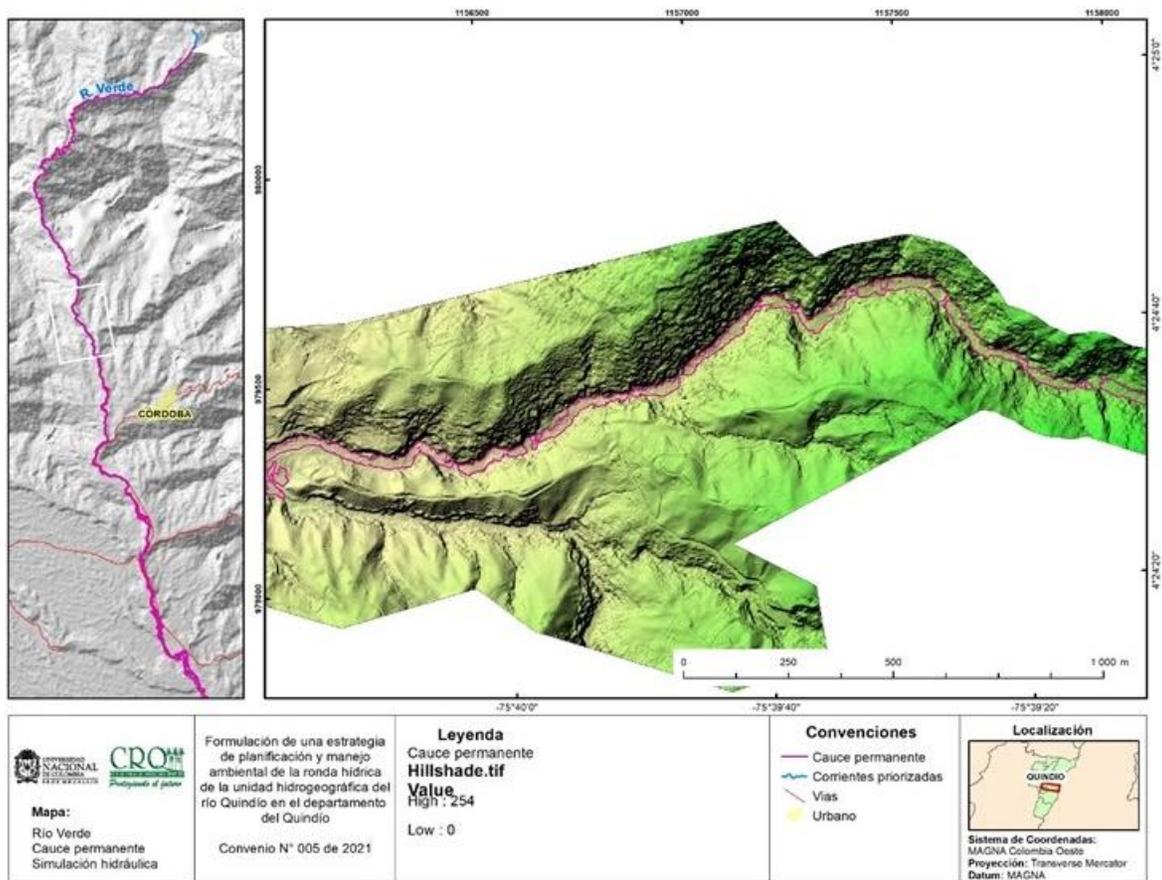


Figura 70. Delimitación del cauce permanente hidrológico del río Verde.

4.2.2.1.5 Quebrada Bolivia

La quebrada Bolivia al igual que los afluentes de la quebrada Cruz Gorda fue simulada en una dimensión, con secciones cada 15 m a lo largo del tramo de interés (Tabla 6). Estas secciones presentan un ancho no mayor a los 120 m. La rugosidad de Manning estimada para esta corriente es de 0,085 y la pendiente media del 30%, lo cual le permite desarrollar velocidades cercanas a los 5 m/s. La delimitación del cauce permanente de acuerdo con la simulación hidráulica se observa en la Figura 71.

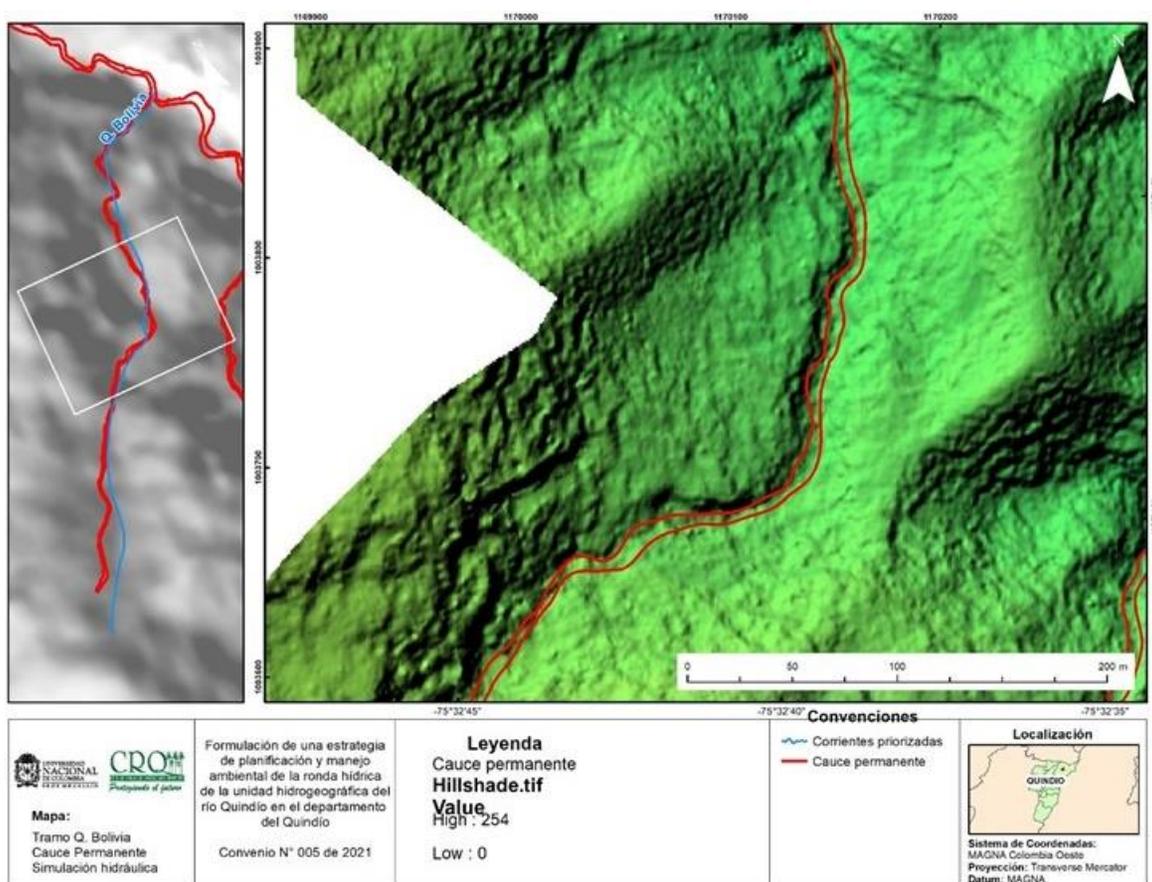


Figura 71. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Bolivia.

4.2.2.1.6 Quebrada Boquía

La geometría empleada para la simulación de este afluente fue extraída del modelo digital de terreno construido a partir del levantamiento LIDAR del proyecto. Para la estimación y análisis de las variables hidráulicas de esta corriente se emplearon 397 secciones transversales, que fueron trazadas de acuerdo al patrón de alineamiento de dicha corriente y obras existentes. El coeficiente de resistencia empleado para la simulación de hidráulica de esta corriente fue de 0,031.

De acuerdo con los resultados de la simulación, se estima que la profundidad de flujo a lo largo del canal oscila alrededor de los 1,52 m para el escenario de banca llena o cauce permanente. Las velocidades de flujo a lo largo del canal para este mismo escenario en promedio, se estima sean del orden de 5,6 m/s. La Figura 72 muestra la delimitación del cauce permanente para este tributario.

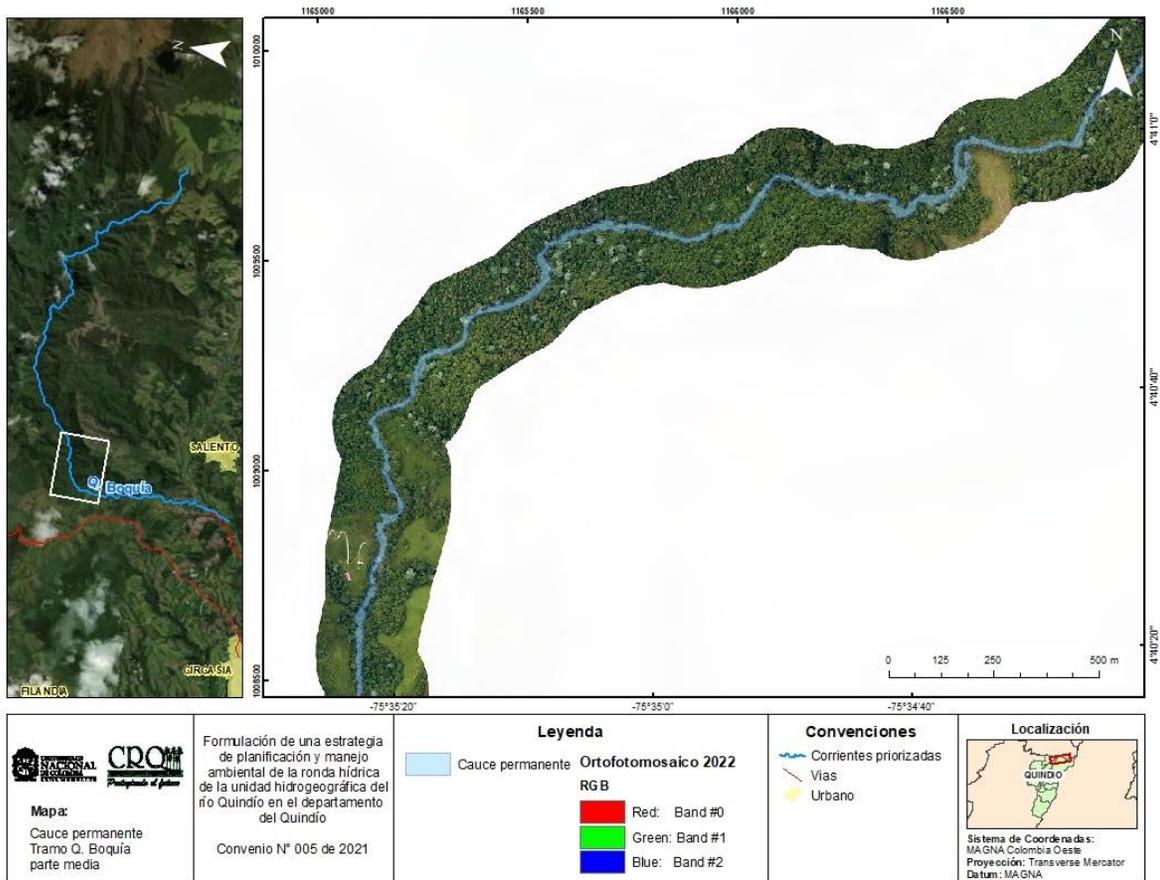


Figura 72. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Boquilla.

4.2.2.1.7 Quebrada Cárdenas

Para la quebrada Cárdenas la simulación hidráulica se llevó a cabo en el módulo de una dimensión 1D de acuerdo con lo consignado en la Tabla 7. La Longitud total simulada es de 15,8 km con secciones transversales cada 20 m, con un ancho medio de 150 m. La pendiente del canal al inicio es de 11,5% y de 6,7% en el final del tramo analizado; en promedio, la velocidad media del flujo para el evento de cauce permanente no supera los 8 m/s a lo largo de la zona de estudio. La Figura 73 muestra la delimitación del cauce permanente para este afluente.

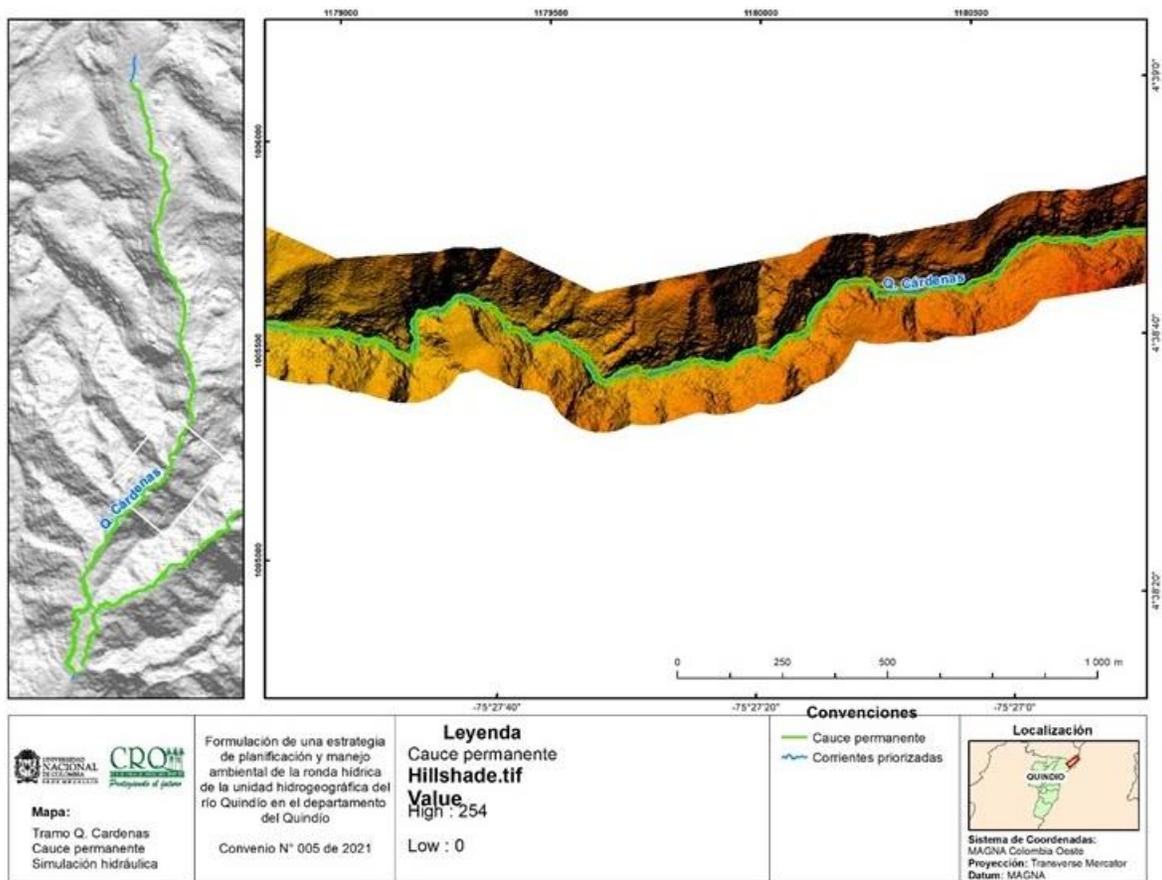


Figura 73. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Cárdenas.

4.2.2.1.8 Quebrada Corozal

La pendiente media del tramo simulado es del 24% con una rugosidad estimada de 0,073 para el canal, la cual permite calcular velocidades que oscilan entre los 0,95 m/s y los 5,12 m/s para el escenario de cauce permanente a lo largo del canal. Las secciones transversales empleadas para este tributario del río boquerón tienen una separación de 20 m y un ancho aproximado de 60 m a lo largo del tramo analizado (Tabla 6). La Figura 74 muestra la delimitación del cauce permanente para este afluente.

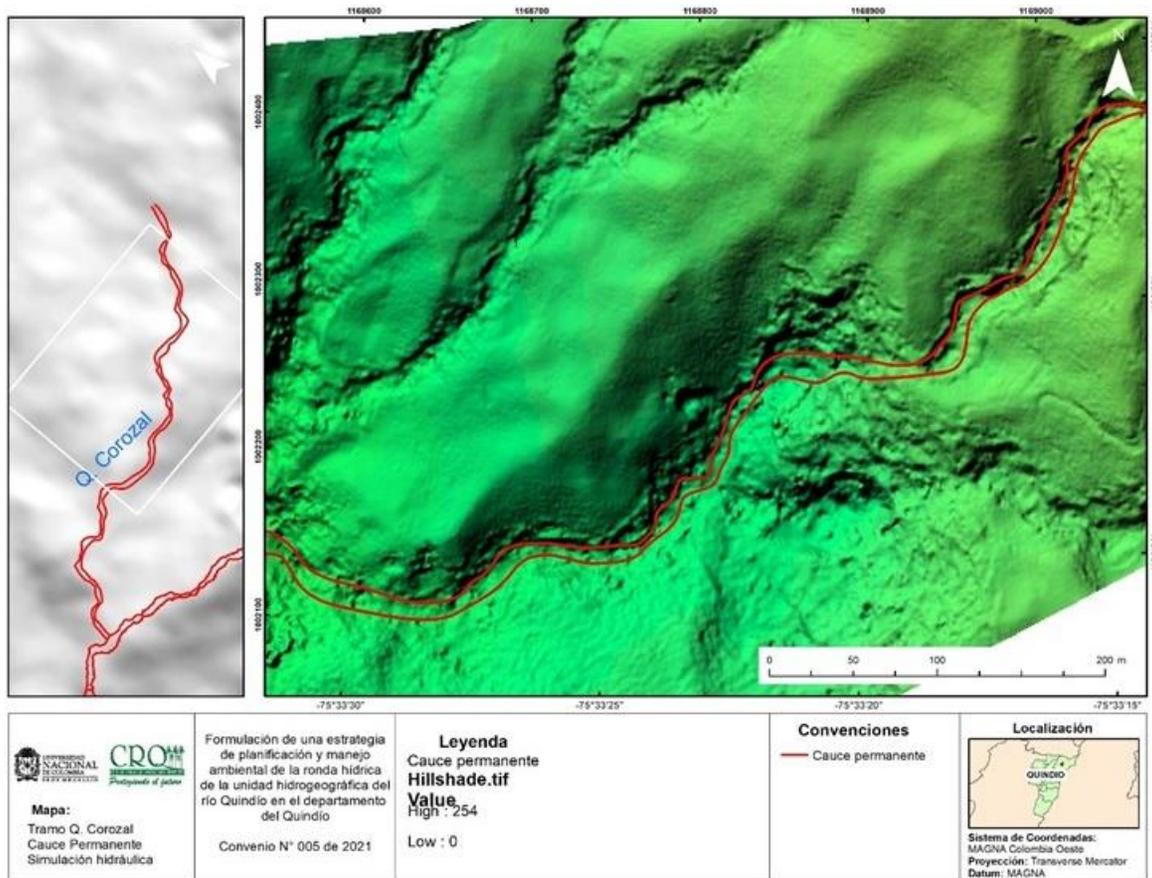


Figura 74. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Corozal.

4.2.2.1.9 Quebrada Cruz Gorda

Afluyente directo al río Quindío en su margen izquierda, este se simuló en dos dimensiones con un ancho de celda de 2 m en el canal y de 15 m en sus zonas aledañas. La rugosidad estimada para la simulación de esta corriente fue de 0,039 en el canal cuya pendiente media es de 25% le permiten desarrollar velocidades no mayores a los 6 m/s para el evento de cauce permanente estimado. La delimitación de este se muestra en la Figura 75.

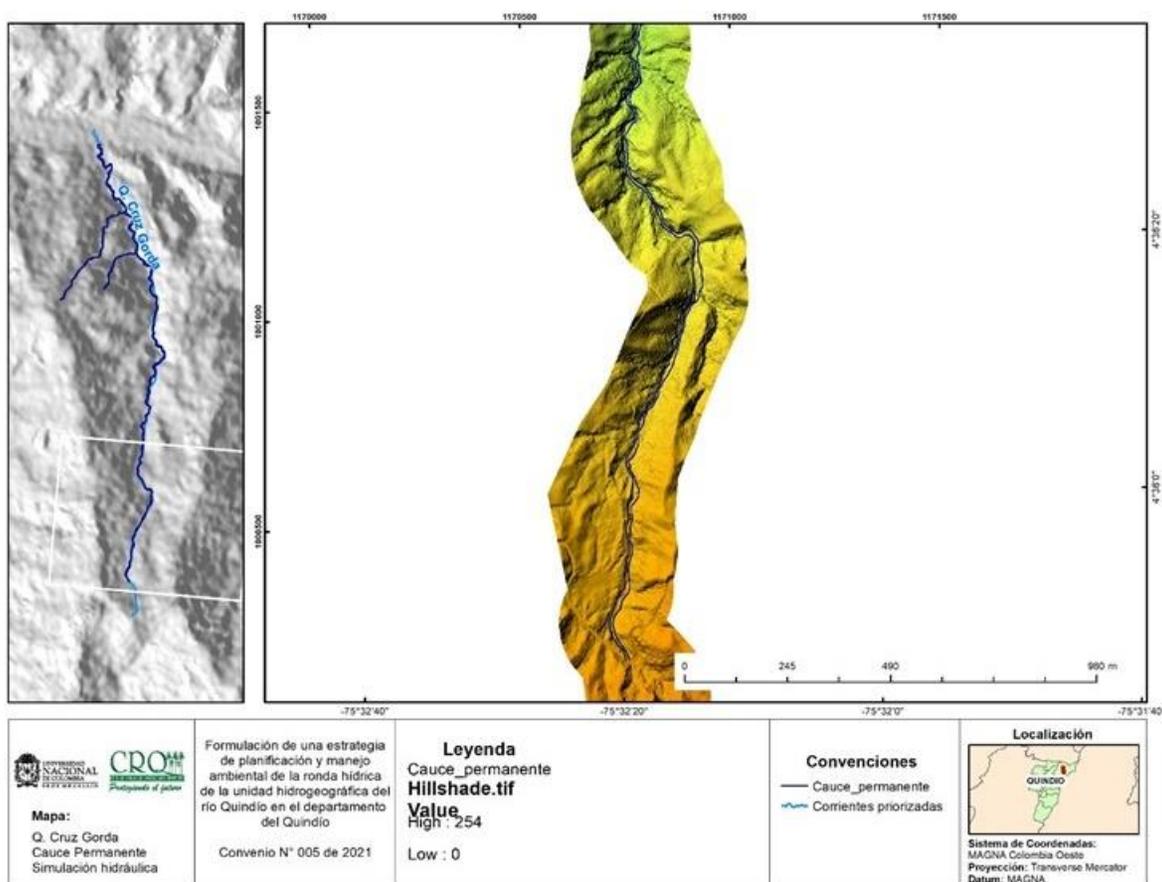


Figura 75. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada Cruz Gorda.

4.2.2.1.10 Quebrada El Mudo

La pendiente media del tramo simulado es de 12,9% con una rugosidad estimada en el canal de 0,078, lo cual le permite desarrollar velocidades que se encuentran entre los 0,5 y 8,3 m/s a lo largo de la zona de estudio (Tabla 6) para el escenario de cauce permanente. Las secciones transversales empleadas para la simulación se encuentran separadas cada 20 m y tienen un ancho inferior a los 70 m. La Figura 76 muestra la delimitación del cauce permanente para este tributario.

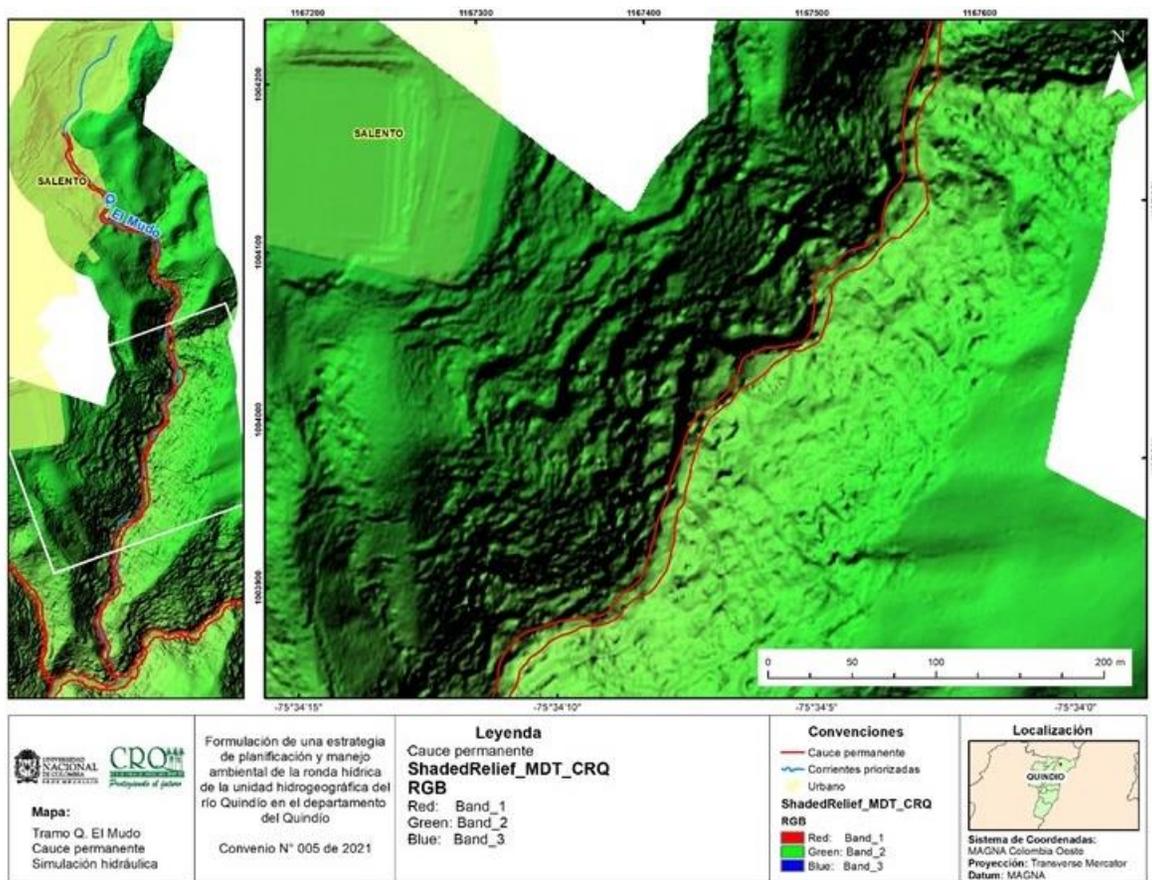


Figura 76. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada El Mudo.

4.2.2.1.11 Quebrada El Pescador

Para el tránsito hidráulico del flujo en este tributario se emplearon 301 secciones transversales, estas fueron trazadas a lo largo del canal en función de las características geométricas del río (patrón de alineamiento, variaciones en el ancho y presencia de obras existentes). El coeficiente de resistencia a flujo implementado para el escenario de cauce permanente fue de 0,030 en su parte alta y de 0,043 en su parte baja.

El tránsito hidráulico estima que la profundidad de flujo en este afluente del río Quindío en promedio sea de 1,80 m, con una velocidad promedio de 3,32 m/s para el escenario de cauce permanente. Se estima que el régimen de flujo en este escenario sea predominantemente supercrítico-turbulento. La Figura 77 muestra la delimitación del cauce permanente para esta corriente.

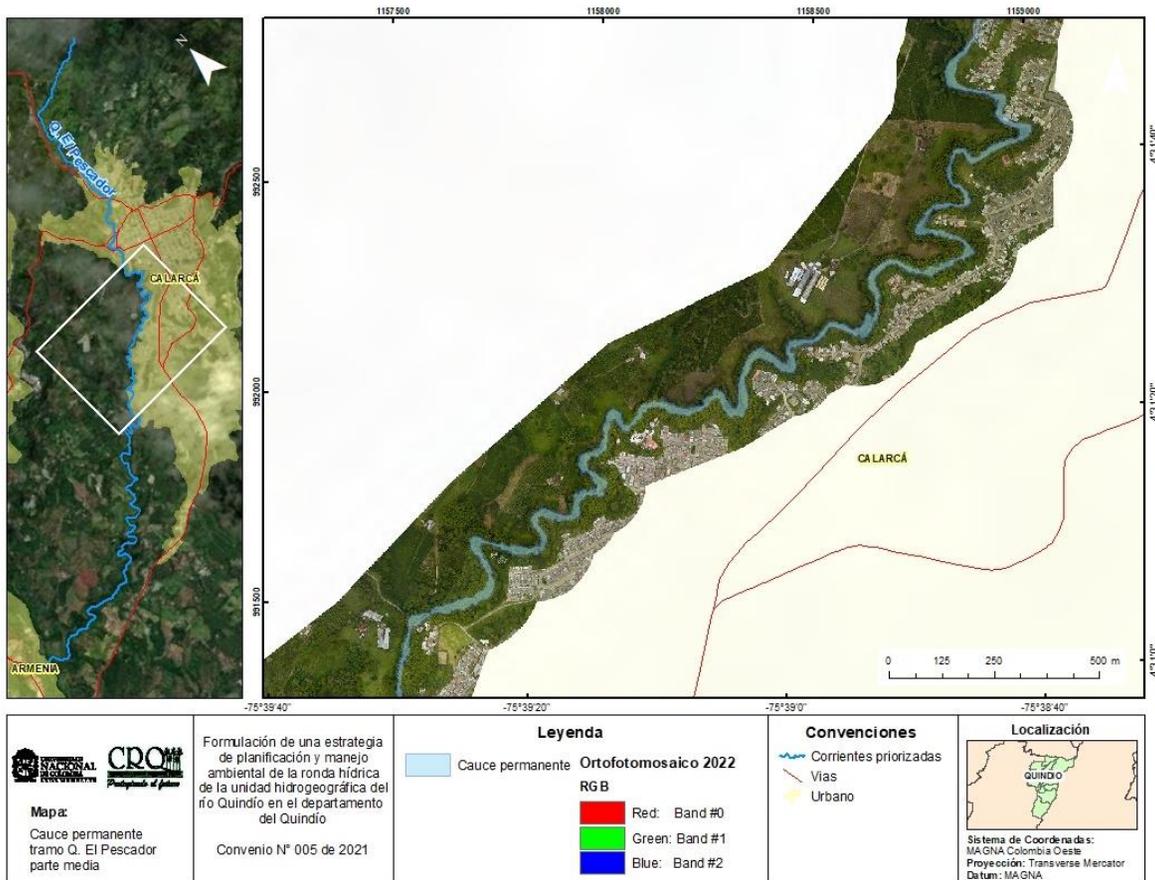


Figura 77. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada El Pescador

4.2.2.1.12 Quebrada La Calzada

Para este tributario del río Boquerón se emplearon 87 secciones transversales las cuales fueron trazadas de acuerdo con las características geométricas de la quebrada (patrón de alineamiento, ancho y obras existentes), con una rugosidad en la canal empleada de 0,06 de acuerdo a las características de esta corriente. Los resultados de la simulación hidráulica estiman un régimen de flujo mixto-turbulento a lo largo del tramo de estudio, con una alternancia de regímenes en función de las características locales de esta quebrada.

Se estima que, para el escenario de cauce permanente, las velocidades y profundidades de flujo oscilen alrededor de 2,30 m/s y 0,98 m, respectivamente.

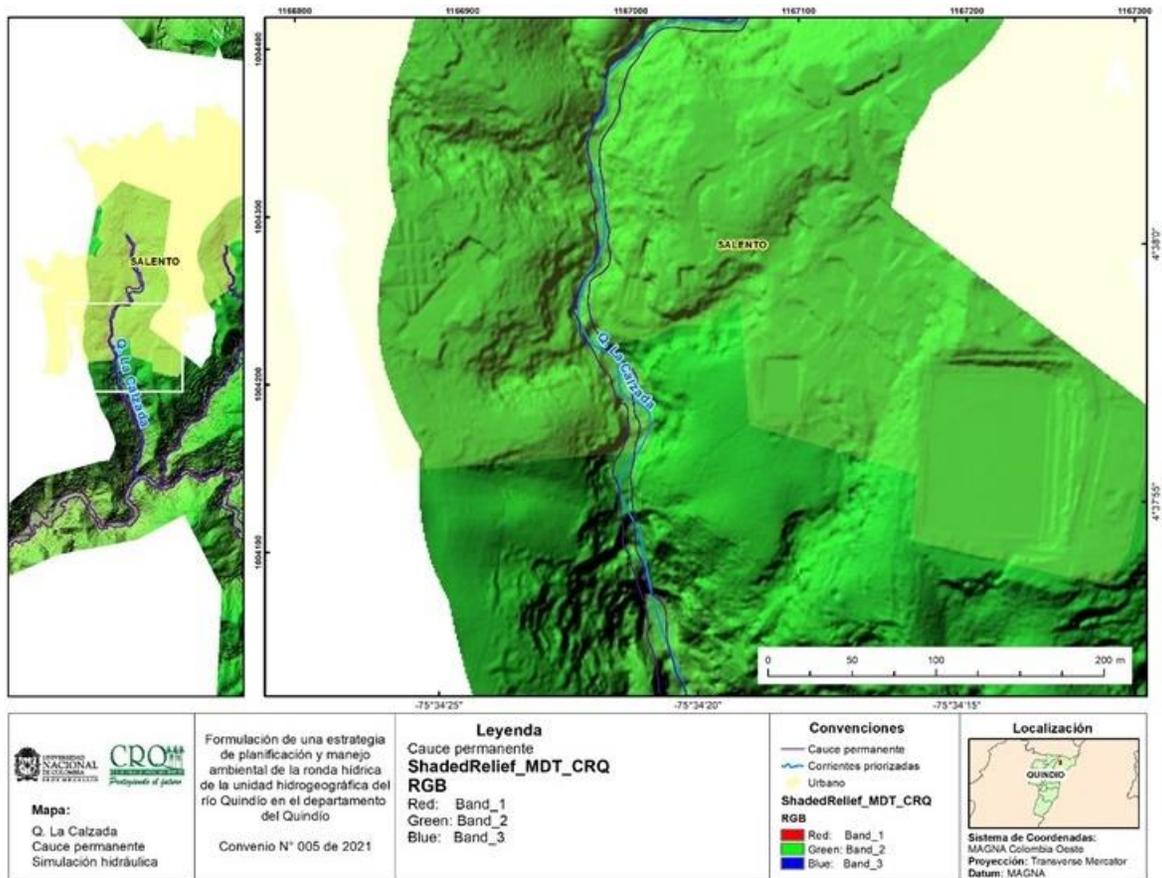


Figura 78. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Calzada

4.2.2.1.13 Quebrada La Cristalina

La quebrada La Cristalina se simuló en una dimensión con secciones transversales separadas cada 15 m, con un ancho de 120 m en casi toda la longitud de análisis (Tabla 4). La pendiente media del tramo simulada es del 46%. La rugosidad de Manning estimada para esta corriente es de 0,085 en el canal, la cual permite desarrollar velocidades no mayores a los 5 m/s para el evento de cauce permanente. La Figura 79 muestra la delimitación de la canal obtenida en la simulación hidráulica.

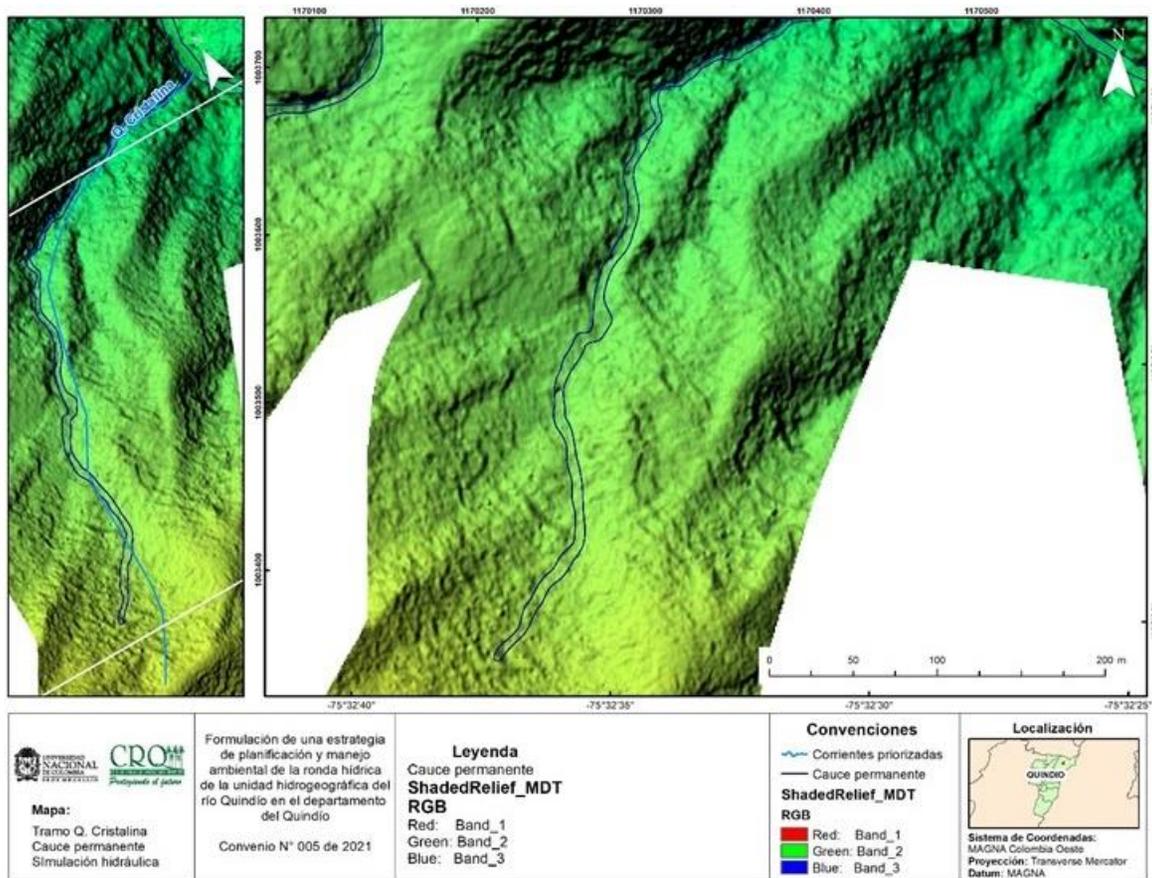


Figura 79. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Cristalina.

4.2.2.1.14 Quebrada La Florida

Para estimar la lámina de agua para el evento que delimita el cauce permanente se empleó el módulo 1D del HEC-RAS; de acuerdo con la información disponible se delimitó un tramo de análisis de 13,47 km en los cuales se trazaron 321 secciones transversales, estas fueron trazadas según las características locales del cauce de la quebrada (cambios en el ancho, patrón de alineamiento, controles naturales etc.) y a la presencia de obras a lo largo del canal. El coeficiente de rugosidad empleado de acuerdo con las características del lecho es de 0,022 para el canal (Ven Te Chow, 1994), mientras que para las zonas aledañas dependiendo de la cobertura se le asignó un coeficiente de rugosidad tal y como lo registra el Ven Te Chow (1994). De acuerdo con los resultados de la simulación el régimen de flujo es mixto-turbulento, con un predominio del flujo subcrítico en la mayoría del tramo de interés.

La velocidad a lo largo de la quebrada en la zona de interés para el evento de los 2.33 años (Tr 2.33) oscila alrededor de los 3,04 m/s, con una profundidad que oscila alrededor de 1,60

m. El ancho de la mancha en su zona más extensa alcanza los 5,36 m, mientras que su zona más estrecha no supera los 1,86 m. La Figura 80 presenta la delimitación del cauce permanente para este tributario.

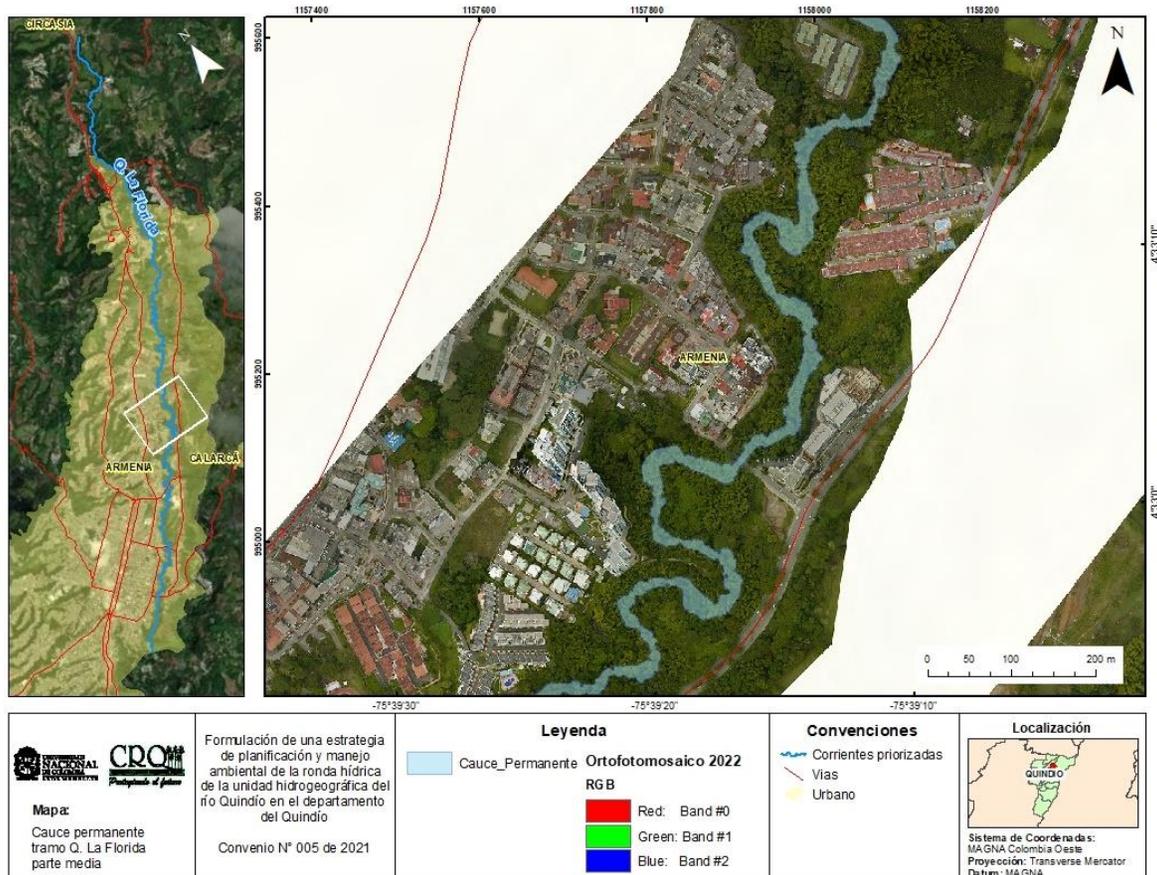


Figura 80. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Florida.

4.2.2.1.15 Quebrada La Víbora

Con una pendiente del 6,7% y una rugosidad estimada de 0,075 la velocidad promedio estimada para el escenario de cauce permanente no supera los 5,6 m/s en todo el canal. Las secciones transversales a lo largo del tramo simulado tienen un ancho de 80 a 100 m y se encuentran separadas cada 25 m en los 4,23 km simulados. La delimitación del cauce permanente para esta corriente se presenta en la Figura 81.

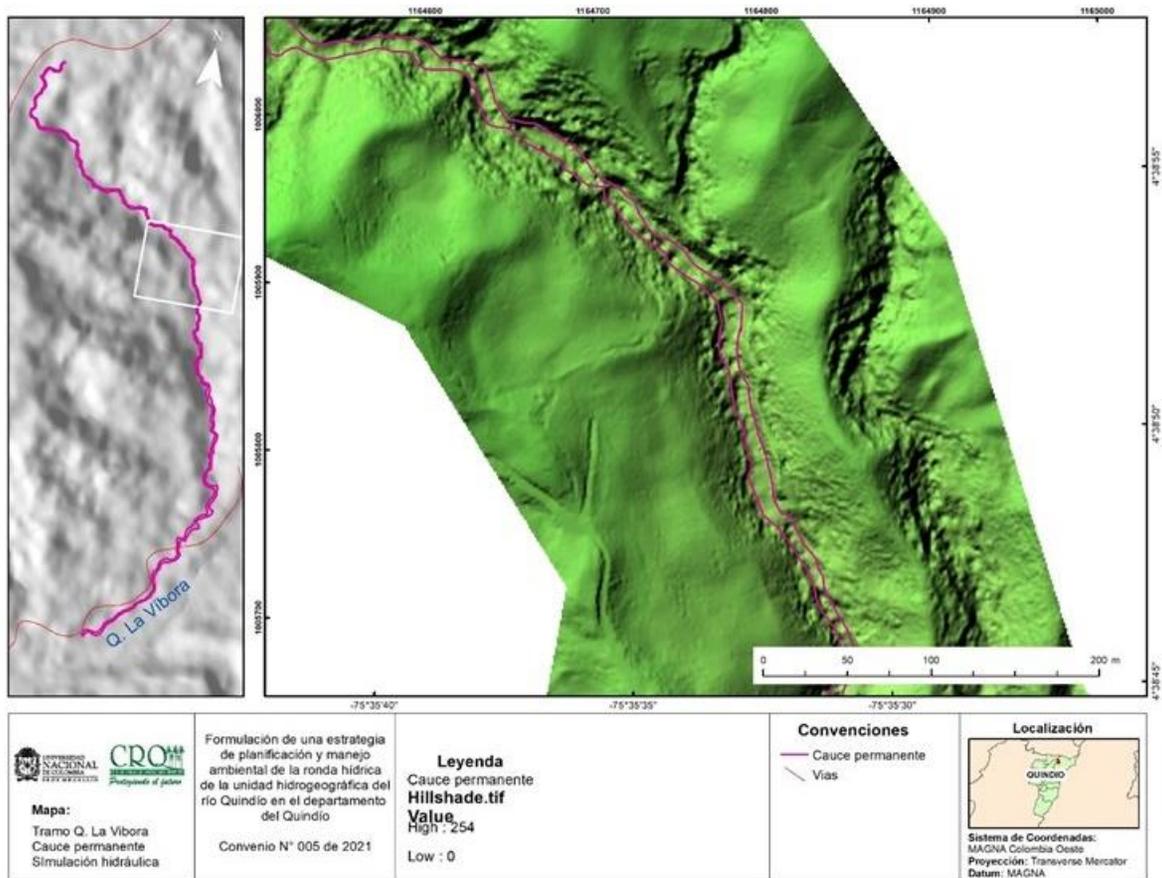


Figura 81. Delimitación del cauce permanente hidrológico de la quebrada La Víbora.

4.2.3 Concepto de banca llena

Además de la modelación hidráulica unidimensional para la delimitación del cauce permanente en cada uno de los tramos priorizados, la observación de las cicatrices del terreno y los cambios de pendiente en las secciones transversales se utilizó como criterio para definir los polígonos de cauce permanente en las zonas bajas, en donde la topografía LiDAR presenta limitaciones de identificación, el concepto de banca llena. Las limitaciones de la topografía LiDAR se presentan en las zonas planas o de bajo gradiente hidráulico, o donde por la presencia de vegetación densa, como los guaduales no permite identificar adecuadamente el terreno. Este criterio se utilizó en pequeños tramos a lo largo de todas las corrientes en estudio.

Los resultados espaciales de aplicar esta metodología, consiste en conocer el área correspondiente al cauce actual, y que coincide con el cauce permanente, con la salvedad que, posiblemente el cauce permanente pueda ser de una extensión incluso mayor a la estimada, debido a la incertidumbre por las limitaciones de la tecnología LiDAR o por ser

una zona donde la corriente divaga cambiando de cauce permanente dejando madres viejas.

4.2.4 Concepto de geometría hidráulica

Para entender el comportamiento de las variables geométricas en un canal natural desde su nacimiento hasta su descarga, Leopold & Madock, (1953) tomaron los registros sistemáticos de variables físicas (caudal, profundidad y sedimentos en suspensión) a lo largo de varias corrientes en Estados Unidos, donde analizaron la relación entre las características geométricas del canal natural (pendiente, ancho y profundidad) y la cantidad de agua y sedimento que transportan. Ellos encontraron una relación potencial entre las variables mencionadas que se denominan *geometría hidráulica*, que presentan a continuación:

$$w = aQ^b \quad h = cQ^f \quad V = kQ^m \quad s = kQ^m \quad Q_{ss} = jQ^i \quad (1)$$

Donde w y h son el ancho y la profundidad media del canal (área/ w), V es la velocidad media del flujo, s es la pendiente del canal y Q_{ss} la carga de sedimentos en suspensión. Para el desarrollo de estas ecuaciones en canales naturales se deben asumir las siguientes relaciones hidráulicas (Leopold et al., 1964):

- Continuidad: El Caudal es el producto de la velocidad y el área mojada.
- La velocidad varía en función de la profundidad, pendiente y rugosidad del canal.
- La carga de sedimentos es función de la potencia flujo y la relación entre el tamaño de sedimento y la rugosidad del canal. De acuerdo con el enunciado, la concentración de sedimentos varía en función de la velocidad, profundidad, pendiente y rugosidad del canal.

Para la obtención de los exponentes de las relaciones de geometría hidráulica se debe asumir además que el caudal y la carga de sedimentos en un canal natural incrementan en sentido del flujo. De acuerdo con lo anterior se pueden analizar cinco variables hidráulicas en un canal natural, estas son el ancho, profundidad, pendiente, velocidad y rugosidad (Leopold et al., 1964).

Para la obtención de los parámetros en las ecuaciones de geometría hidráulica se pueden seguir dos principios (Tabla 11), el primero se basa en la teoría de la conservación de masa, con el ajuste de las relaciones hidráulicas que se presentan en la Ecuación 1; mientras que el segundo se basa en la conservación de energía a lo largo del canal (Yang, 1981). Se aclara que las ecuaciones que se basan en conservación de energía de la Tabla 11 omiten las unidades de fuerza.

Tabla 11. Principios a considerar para la derivación de las ecuaciones de geometría hidráulica.

Principio	Relación	Ecuación	Relación entre exponentes.
Condiciones hidráulicas	Continuidad	$Q = wdv$	$b + f + m = 1$
	Resistencia al flujo	$V \propto \frac{d^{2/3} s^{1/2}}{n}$	$m = \frac{2}{3}f + \frac{1}{2}Z - y$
	Carga de sedimentos	$C \propto \frac{(Vd)^{0.5} s^{1.5}}{n^4}$	$0.5m + 0.5f + 1.5z - 4y = 0$
Conservación de energía	Potencia por unidad de área	$\frac{Q_s}{w} = Vds$	$m + f + z \rightarrow 0$
	Potencia por unidad de longitud.	Q_s aprox. constante	$1 + z \rightarrow 0$
$*n \propto Q^y$			

La teoría de la geometría hidráulica en canales naturales se puede emplear mediante dos enfoques específicos; el primero estudia la variación de la geometría del canal considerando la variabilidad de los caudales líquidos y sólidos, donde se obtienen relaciones como las de la Tabla 11, que permiten conocer las condiciones medias del canal en diferentes periodos hidrológicos, este enfoque de la geometría hidráulica se conoce como *geometría hidráulica para una sección transversal*. El segundo enfoque considera esta teoría a escala de cuenca (a lo largo de la corriente), estableciendo una relación entre la geometría del canal con el incremento del caudal líquido y sólido para un periodo de ocurrencia determinado, este es denominado como *geometría hidráulica a lo largo del canal*, para este enfoque es necesario contar con registros históricos de la corriente a analizar en al menos en al menos tres puntos. Para la delimitación del cauce permanente del presente estudio se toma como referencia el segundo enfoque dado que es el que se puede aplicar en función de los registros de información disponibles en las corrientes de interés.

En la Figura 82 se hace un análisis del comportamiento de las principales variables geométricas para cada uno de los enfoques mencionados, en una corriente determinada las secciones transversales a y b representan las condiciones del canal para un caudal determinado (Q_l y Q_s), mientras que las c y d representan el mismo canal (a y b) en condiciones de flujo cercanas al caudal de banca. Las líneas que se muestran en la parte izquierda de la Figura 82 muestran el comportamiento de las variables principales asociadas al caudal líquido (ancho, profundidad, velocidad, carga de sedimentos, rugosidad y pendiente), la línea verde expresa el cambio de la geometría del canal con la variación del caudal para una sección transversal determinada (a-c y b-d). La línea roja expresa el incremento de las variables principales del flujo con el incremento del caudal a lo largo del canal (a-b y c-d).

Los esfuerzos por entender la variación de la geometría del canal se fundamentan en el principio de conservación de masa, esto debido a los registros históricos que existen en diferentes se encuentra en función del caudal. Leopold & Madock (1953), llevaron a cabo las primeras aproximaciones algunas corrientes de Estados Unidos, donde estimaron los exponentes para el ancho, profundidad media y velocidad del flujo para ambos enfoques (Tabla 12).

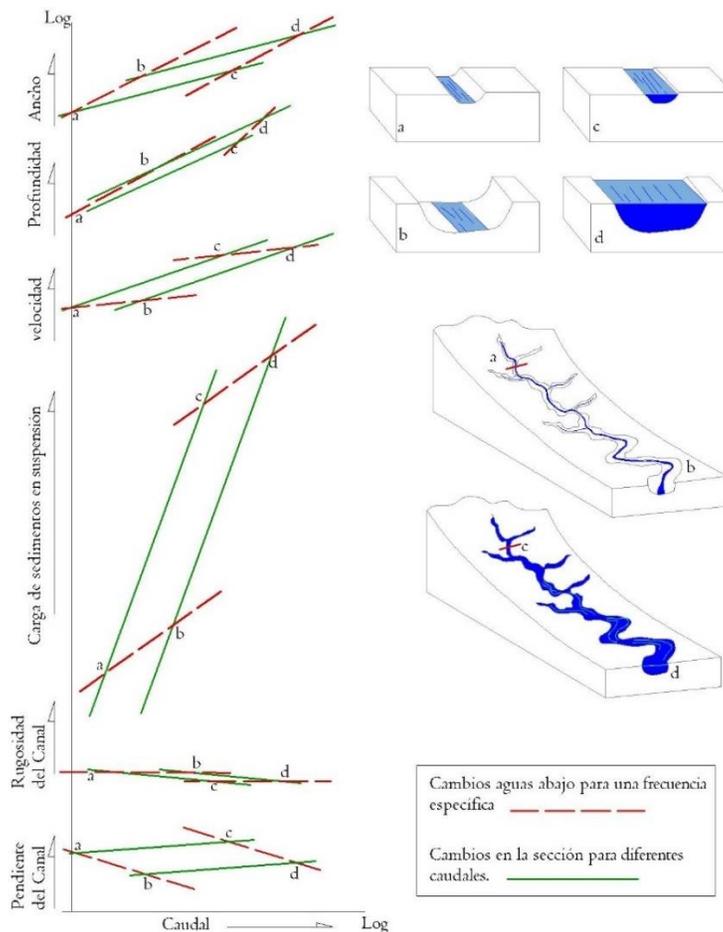


Figura 82. Condiciones geométricas medias en canales naturales para cada enfoque (tomado y adaptado de Leopold et al., 1964).

Tabla 12. Valores en los exponentes de las ecuaciones tipo geometría hidráulica en diferentes corrientes de Estados Unidos (Leopold & Madock, 1953).

Zona o sector analizado	Promedio por estación			Promedio a lo largo del canal		
	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
Corrientes del medio oeste de E.U.	0,26	0,4	0,34	0,5	0,4	0,1
Brandwine creek (Pensylvania)	0,04	0,41	0,55	0,42	0,45	0,05

Zona o sector analizado	Promedio por estación			Promedio a lo largo del canal		
	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>m</i>
Corrientes efímeras y semiáridas (E.U)				0,55	0,36	0,09
Ríos en los Apalaches (E.U)	0,12	0,45	0,43			
Corrientes similares con 158 estaciones de Caudal (E.U)	0,12	0,45	0,43			
Río Rine (Suiza)	0,13	0,41	0,43			

Los valores por estación muestran que la profundidad media y la velocidad en la sección transversal son las que presentan mayor cambio con la variación del caudal, con valores mayores a 0,4. Caso contrario se observa con el promedio a lo largo del canal donde se evidencia un mayor incremento del ancho en sentido del flujo, seguido por la profundidad y la velocidad.

4.3 DELIMITACIÓN FINAL DEL CAUCE PERMANENTE DEFINITIVO

Se hizo primero una delimitación del cauce permanente a partir de la integración de los dos criterios antes descritos, definiendo para cada tramo el criterio que más se ajustaba a las características de los diferentes tramos. Dada la calidad de la información topográfica proveniente del LIDAR 2022, se presentó incoherencias en muchos sitios del cauce permanente definido a partir de los criterios hidrológico y geomorfológico y lo observado en la ortofoto y el MDT; por ello, en segundo paso, se hizo un recorrido por todas las corrientes priorizadas identificando dichos puntos y corrigiéndolos manualmente, teniendo en cuenta para esto el criterio de expertos. Una vez realizado lo anterior se obtuvo para cada una de las corrientes priorizadas el cauce permanente definitivo.

En la Tabla 13 se presenta el principal descriptor del cauce permanente que es su ancho (promedio, mínimo y máximo) y la longitud del cauce para cada una de las corrientes priorizadas. De la Figura 83 a la Figura 97 se ilustra espacialmente el cauce permanente definitivo y en el Anexo 9, las coordenadas para la margen izquierda y derecha de cada corriente priorizada.

Tabla 13. Anchos promedio, mínimo y máximo del cauce permanente para cada una de las corrientes priorizadas

Corriente priorizada	Anchos (m)			Longitud (km)
	Promedio	Mínimo	Máximo	
Río Boquerón	11,27	0,99	61,66	18,27
Río Quindío	27,17	1,83	213,76	71,47
Río Navarco	14,24	0,12	116,76	27,65
Río Verde	16,83	0,97	115,06	28,65

Corriente priorizada	Anchos (m)			Longitud (km)
	Promedio	Mínimo	Máximo	
Quebrada Bolivia	5,49	2,59	16,97	1,25
Quebrada Boquía	7,13	1,02	23,78	22,28
Quebrada Cárdenas	10,75	1,37	33,17	18,7
Quebrada Corozal	9,15	3,54	17,26	1,2
Quebrada Cruz Gorda	8,75	1,57	23,08	6,19
Quebrada El Mudo	2,16	0,13	9,70	1,48
Quebrada El Pescador	10,48	0,16	33,99	13,85
Quebrada La Calzada	4,50	2,69	18,36	1,42
Quebrada La Cristalina	5,06	2,26	9,87	0,63
Quebrada La Florida	9,43	0,33	37,10	13,8
Quebrada La Víbora	2,12	0,19	8,55	4,72

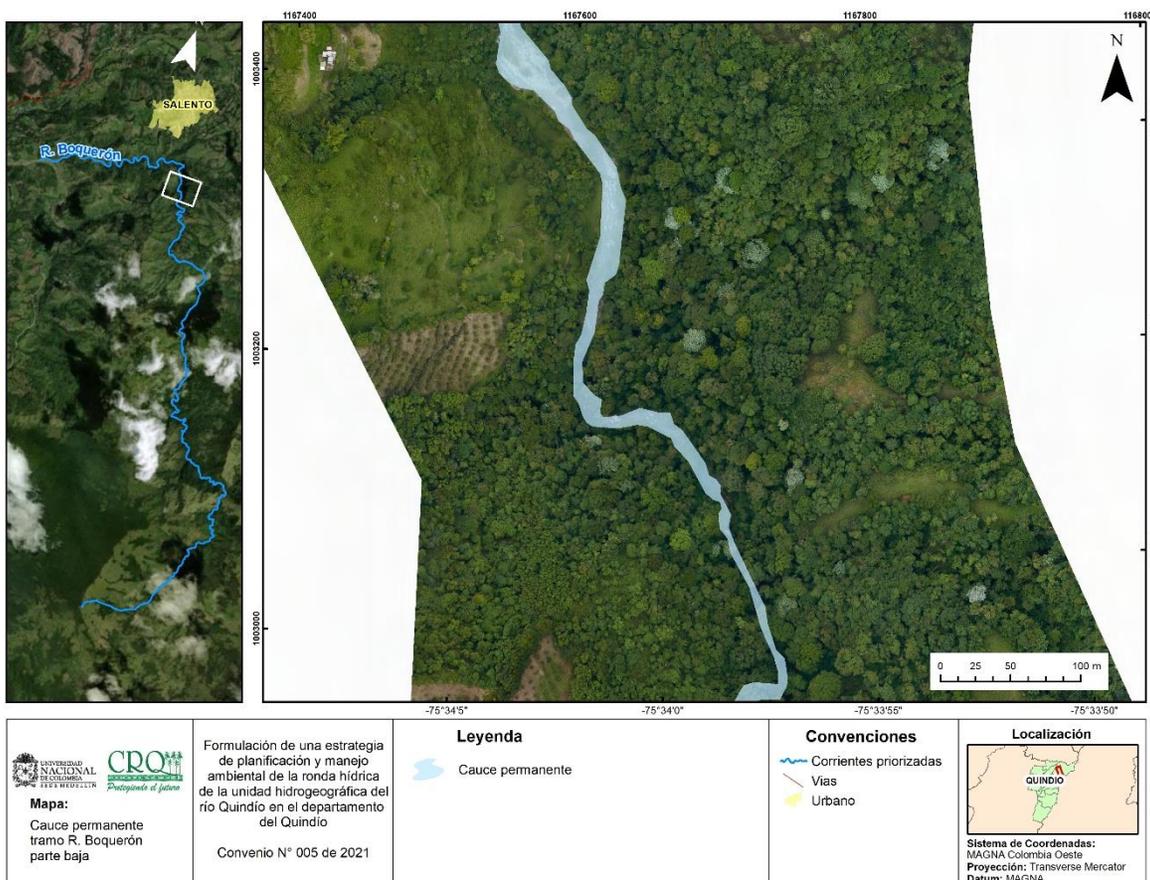


Figura 83. Cauce permanente del río Boquerón

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

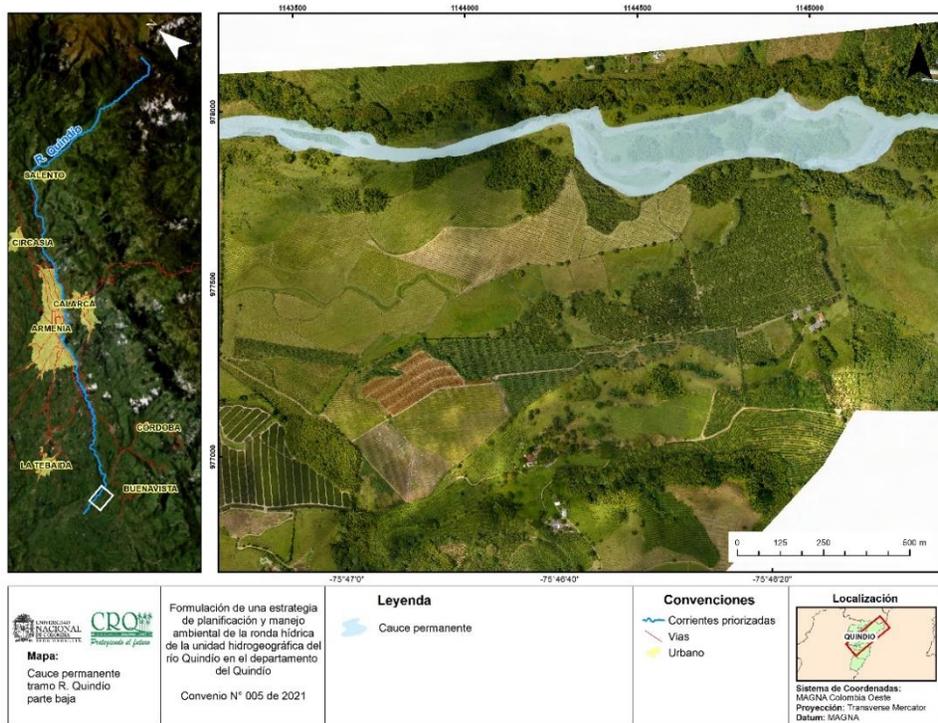


Figura 84. Cauce permanente del río Quindío

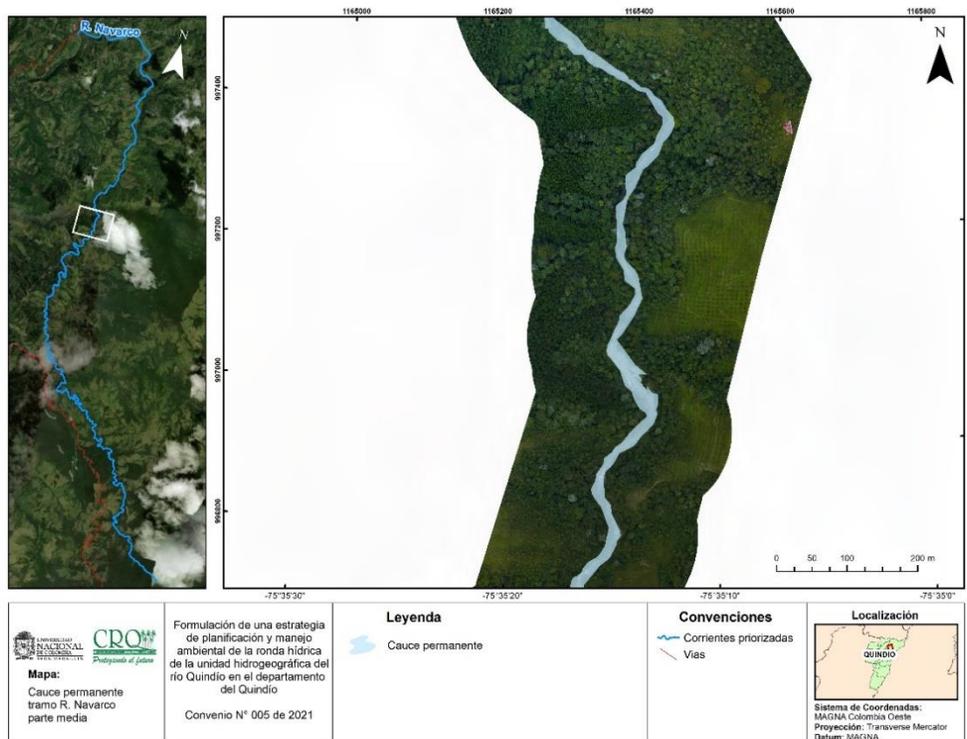


Figura 85. Cauce permanente del río Navarcho

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

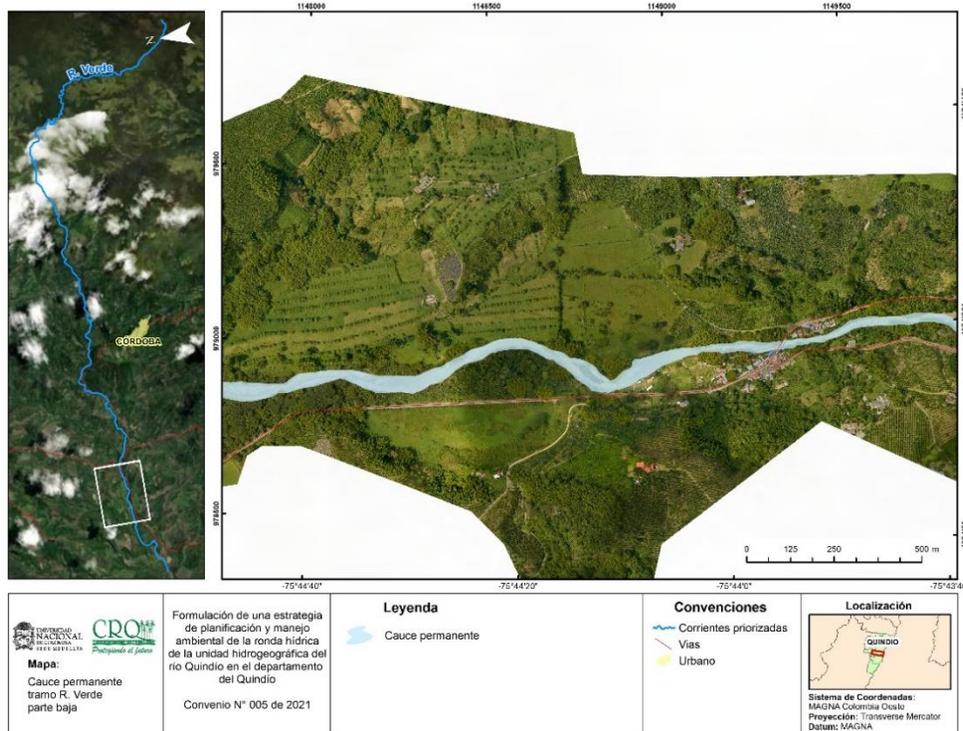


Figura 86. Cauce permanente del río Verde

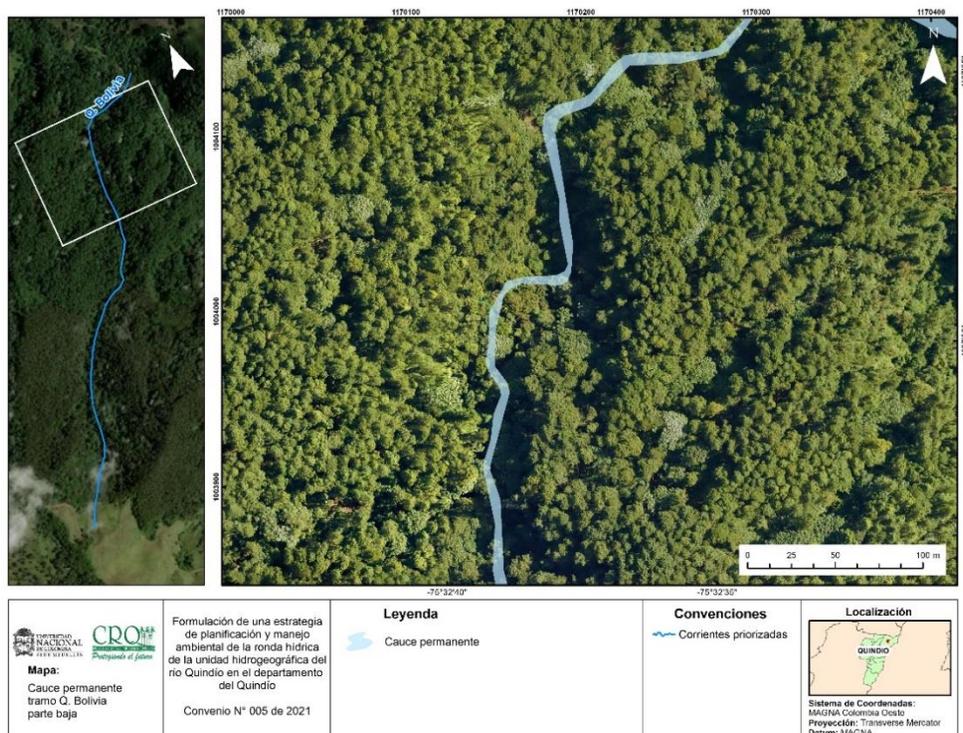


Figura 87. Cauce permanente de la quebrada Bolivia

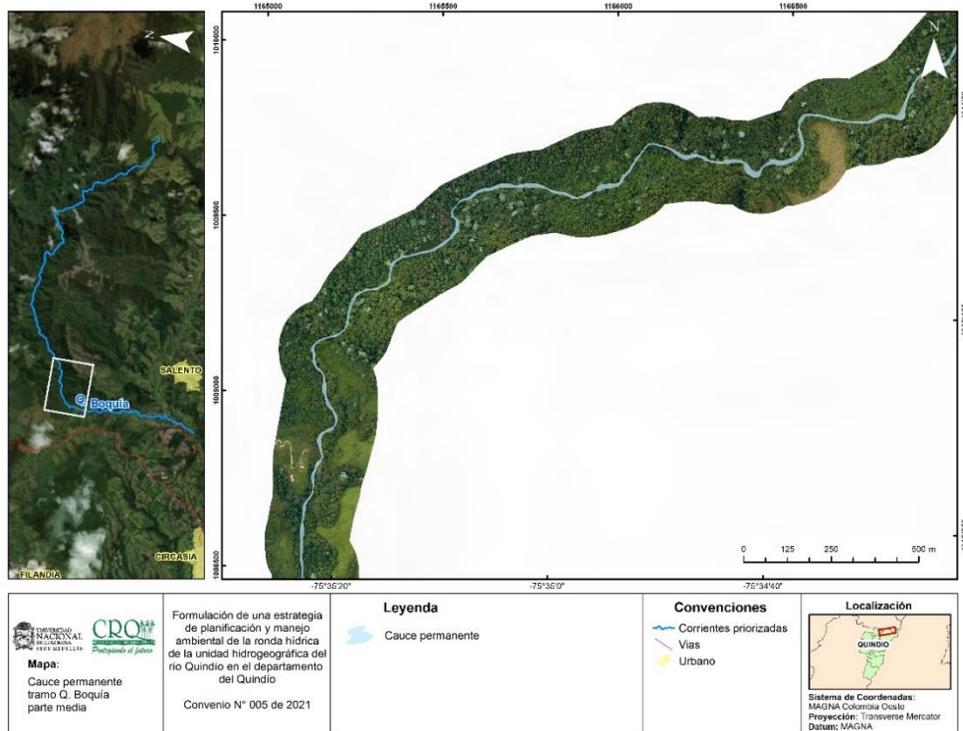


Figura 88. Cauce permanente de la quebrada Boquía

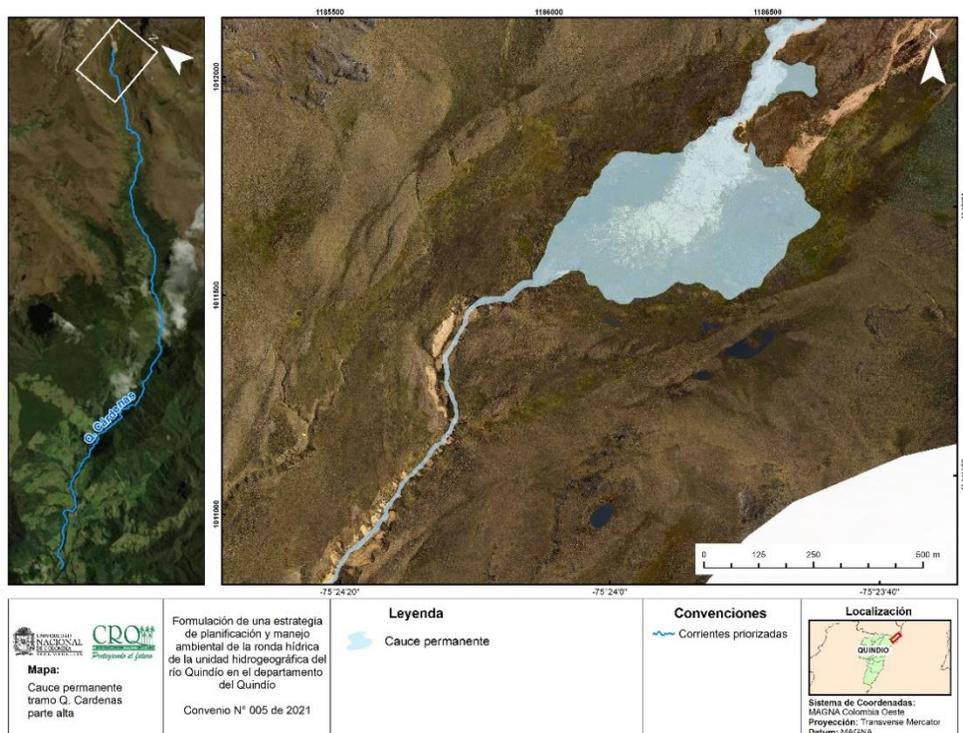


Figura 89. Cauce permanente de la quebrada Cárdenas

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

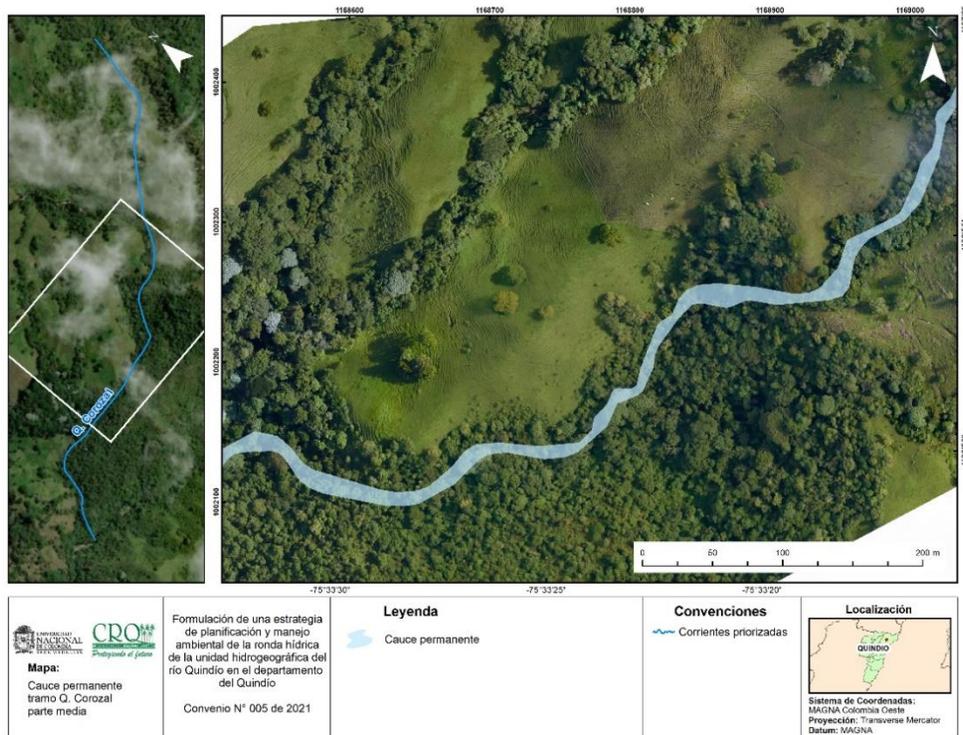


Figura 90. Cauce permanente de la quebrada Corozal

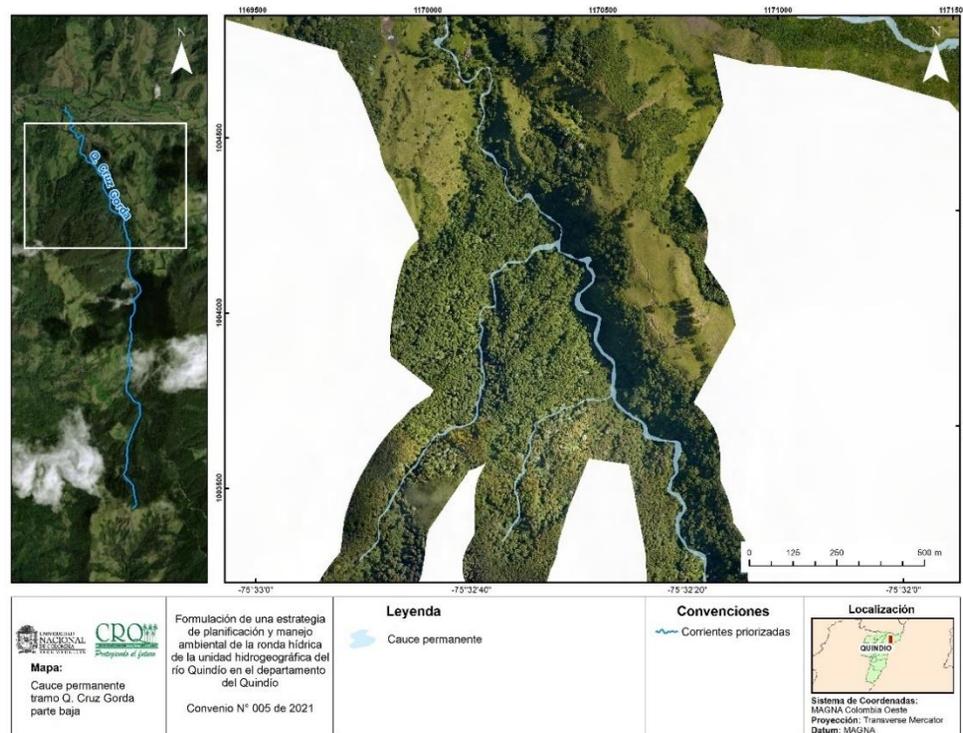


Figura 91. Cauce permanente de la quebrada Cruz Gorda

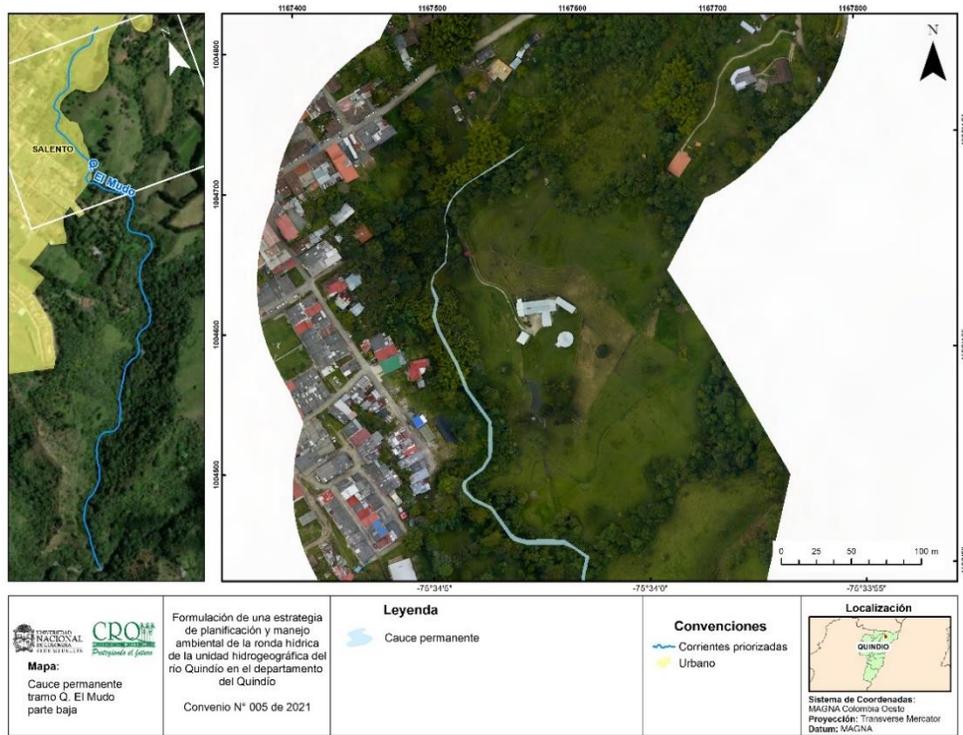


Figura 92. Cauce permanente de la quebrada El Mudo

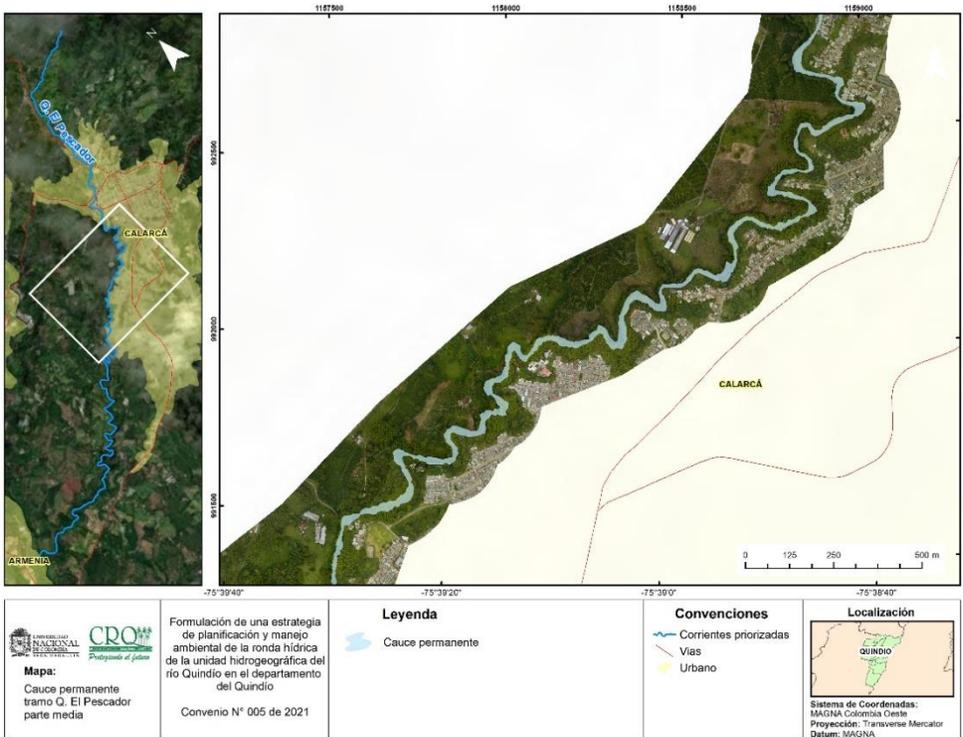


Figura 93. Cauce permanente de la quebrada El Pescador

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

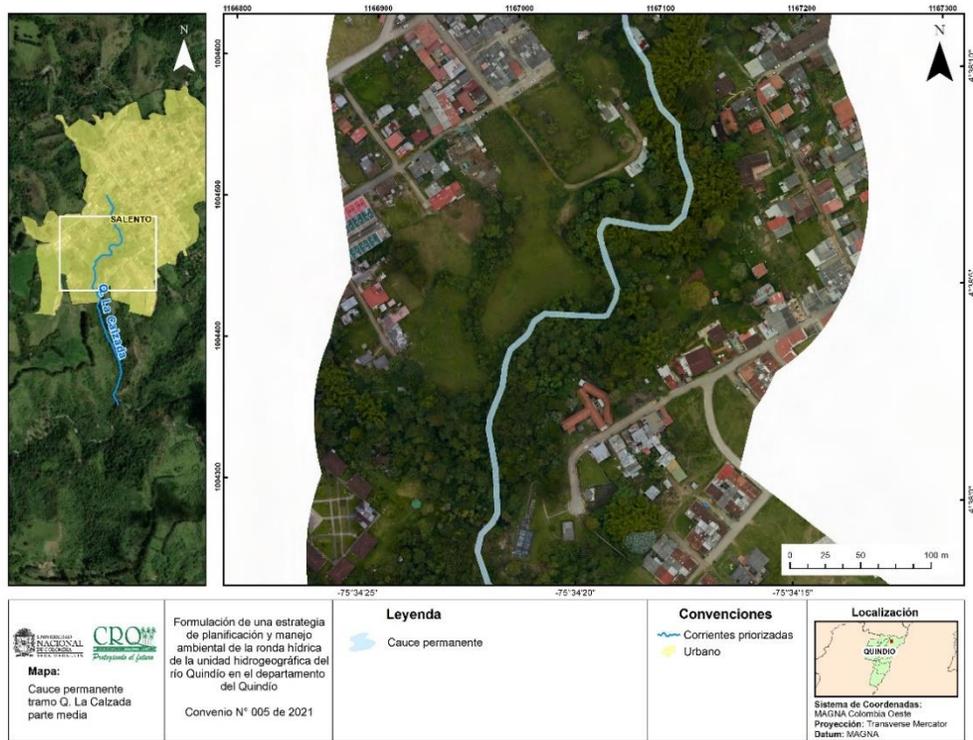


Figura 94. Cauce permanente de la quebrada La Calzada

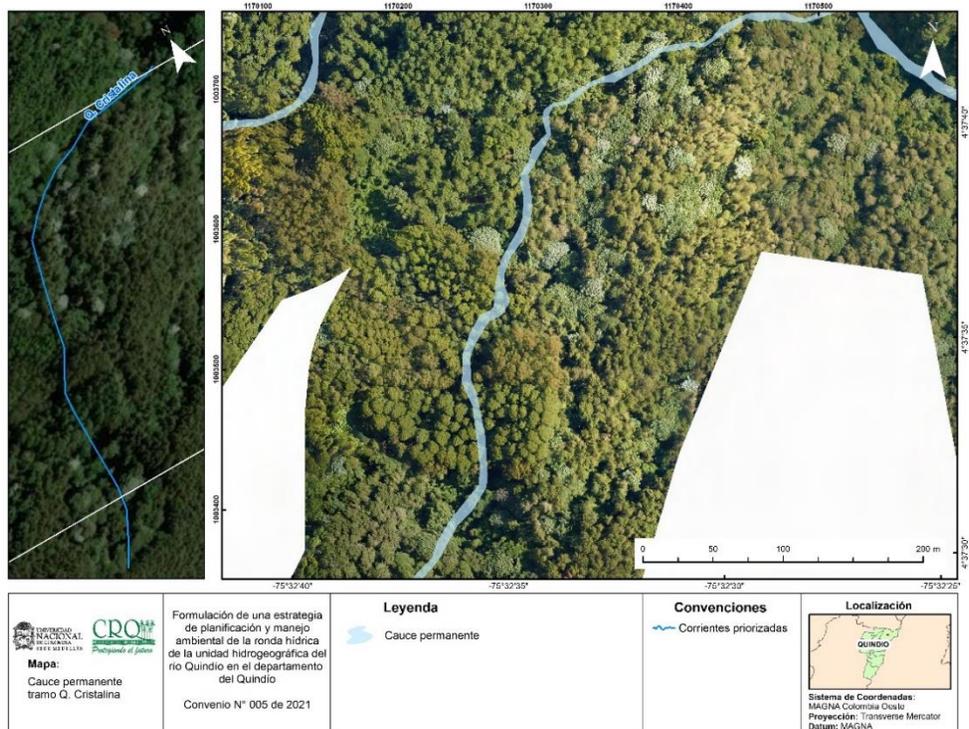


Figura 95. Cauce permanente de la quebrada La Cristalina

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

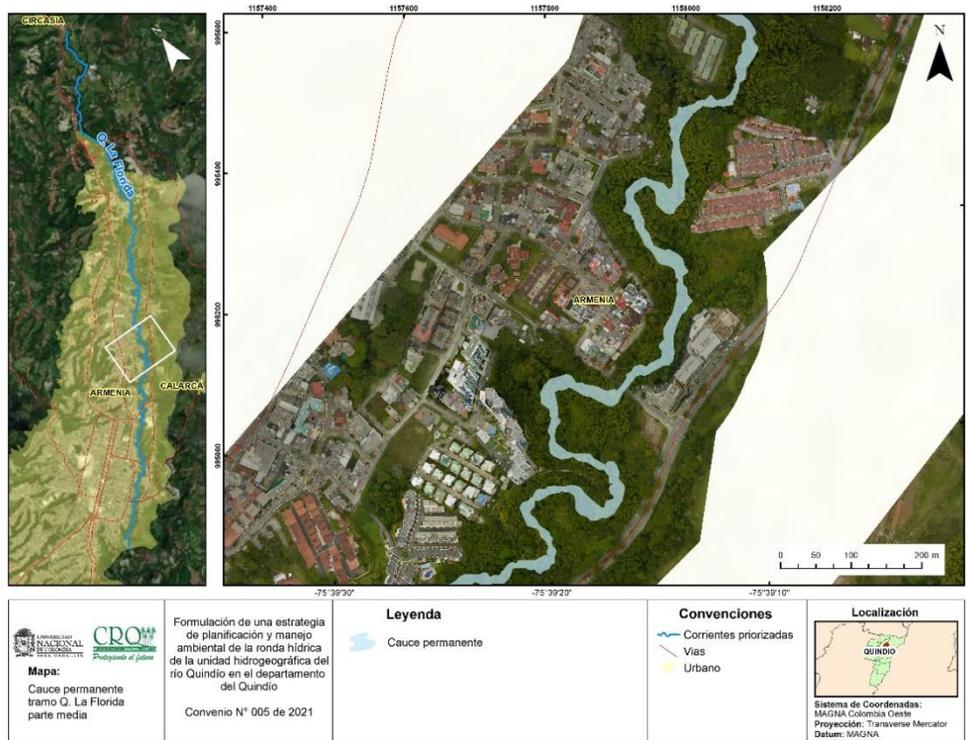


Figura 96. Cauce permanente de la quebrada La Florida

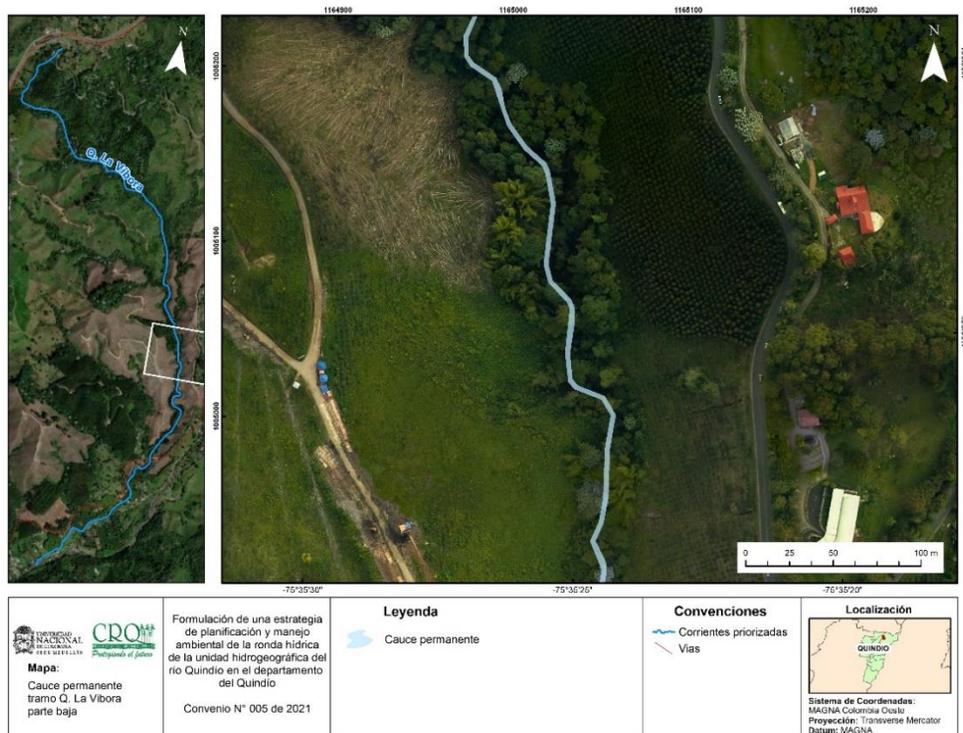


Figura 97. Cauce permanente de la quebrada La Víbora

4.4 VEGETACIÓN ASOCIADA A CAUCE PERMANENTE

Las comunidades vegetales asociadas al cauce permanente, en los tramos estudiados, están representadas por vegetación de bajo porte con característica morfológica que le permiten soportar periodos de crecientes o avenidas. Vegetación que posee varios estratos y que puede cambiar de acuerdo a la dinámica de las corrientes, en general son especies herbáceas y arbustivas flexibles con altos requerimientos hídricos y tolerantes a suelos poco profundos. Esta vegetación tiene una capacidad de regeneración alta y ayuda a mantener la diversidad además de amortiguar los efectos en lo perdidos secos.

Algunas especies arbóreas, poseen carácter hidrófilo, y por tanto también pueden ser observadas a lo largo de los cursos de agua.

En general la vegetación observada tiene una dominancia de especies de guadua, cañabrava, heliconias y palmas y a nivel arbustivo especies de miconias, alchorneas, bohemia y fabaceae.

En la Figura 98 se muestra la vegetación asociada a los cauces permanentes de los tramos a los que se les delimitó componente ecosistémico.



Río Boquerón



Río Quindío



Río Navarco



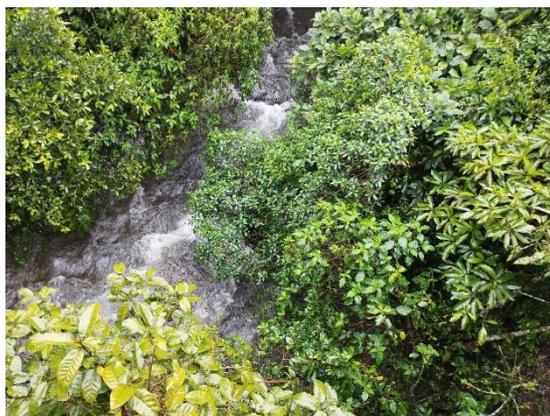
Río Verde



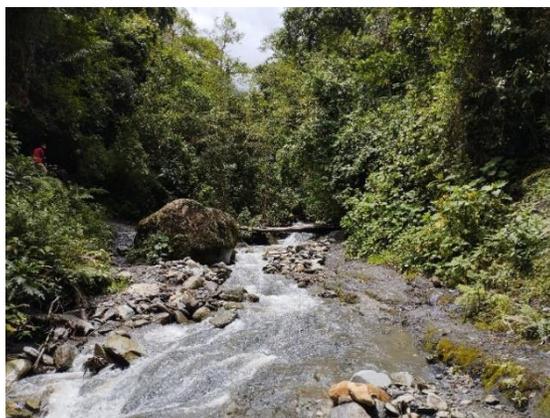
Quebrada Bolivia



Quebrada La Cristalina



Quebrada Boquía



Quebrada Cárdenas



Quebrada Corozal



Quebrada Cruz Gorda



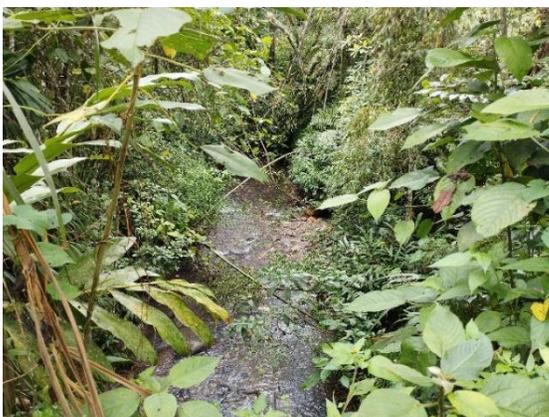
Quebrada El Mudo



Quebrada El Pescador



Quebrada La Calzada



Quebrada La Florida



Quebrada La Víbora

Figura 98. Vegetación asociada a los cauces de las corrientes objeto del acotamiento de la ronda hídrica

5. DEFINICIÓN DEL LÍMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA

Para la definición del límite físico de la ronda hídrica se siguió la metodología desarrollada en la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2018, la cual se resume en el numeral 2.2, donde se detalla algunos temas específicos que se aplicaron en este estudio en particular. Los resultados obtenidos en cada uno de los componentes, al igual que el límite final de la ronda hídrica, para cada uno de los tramos se describen a continuación. Toda la información cartográfica de los componentes y la ronda hídrica se integra en la Geodatabase del proyecto.

5.1 COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO DE LA RONDA HÍDRICA EN LAS CORRIENTES PRIORIZADAS

El componente geomorfológico de la ronda hídrica define el área necesaria para garantizar los procesos morfodinámicos que soportan la función de transporte y almacenamiento de agua y sedimentos. Esta función tiene una alta variabilidad temporal ya que procesos como el ajuste en la forma del cauce, su pendiente y sus patrones de alineamiento se dan a distintas escalas de tiempo. En términos geomorfológicos, la dinámica fluvial y su expresión pueden ser comprendidas como el resultado de la relación interdependiente de cuatro variables principales: caudal, longitud, carga y la capacidad de la corriente (Minambiente, 2018b). En este numeral se presenta las geoformas asociadas a la ronda hídrica a escala 1:25.000, y la identificación y clasificación de estas geoformas a escala de detalle.

5.1.1 Contexto geológico y geomorfológico para la identificación y clasificación de las geoformas asociadas a la ronda hídrica a escala 1:25.000

El río Quindío nace en el páramo Los Nevados ubicado a 4.163 m.s.n.m. en la parte más occidental del eje de la Cordillera Central.

La quebrada Cárdenas nace en la caldera colapsada del Paramillo del Quindío en una zona que donde existen evidencias claras de diferentes periodos glaciales del Cuaternario y hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados, el cual tiene una extensión aproximadamente de 60.000 ha e incluye los volcanes y Nevados del complejo Ruiz Tolima. En la zona turística del Valle de Cocora, la quebrada Cárdenas se une con el río Quindío. Su primer tramo tiene una orientación predominante Este – Oeste hasta su confluencia con la quebrada Boquía donde el río cambia a una dirección Sur – Sur Oeste hasta su desembocadura en el río Barragán, a una altura aproximada de 1.079 m.s.n.m. dando origen al río La Vieja tributario del Cauca.

Los afluentes más importantes al río Quindío nacen en el eje de la Cordillera Central a alturas aproximadas de 3.700 m.s.n.m. La tendencia de estas corrientes es Norte - Oeste, pero desembocan al Quindío en dirección Sur – Sur Oeste haciendo curvas pronunciadas en alguna forma relacionadas con el tren tectónico de la zona. Los principales son de Norte a Sur el Navarco cuando ya ha recibido las aguas del río Boquerón y El Santo Domingo ya unido con el río Verde.

Por su margen derecha tiene varios afluentes, siendo los más importantes las quebradas Boquía, La Víbora y La Florida. La unidad hidrográfica del río Quindío muestra una fuerte asimetría geomorfológica e hidrológica, especialmente en el tramo comprendido entre su confluencia con la quebrada Boquía y la unión con el río Barragán, ya que en este sector el río corta la zona más sur de los depósitos fluvio - glaciales y fluvio - volcánicos que conforman el abanico Armenia Pereira.

Las poblaciones más importantes localizadas en la cuenca del río Quindío son Salento, Calarcá, Córdoba, Barcelona y la parte Sur Este de la ciudad de Armenia.

5.1.1.1 Marco geológico

En la unidad hidrográfica del río Quindío afloran rocas metamórficas del Mesozoico (Triásico), Ígneas y sedimentarias del Mesozoico (Cretáceo) y depósitos fluvio - glaciales, volcánicos y de origen glaciar del Neógeno y el Cuaternario. En este apartado se hará una breve descripción de la cronoestratigrafía de la cuenca, con base en información producida por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) principalmente. Los acrónimos que acompañan esta descripción son los utilizados por el SGC en su mapa geológico 1:500.000.

5.1.1.1.1 Rocas Metamórficas

En la zona de interés este tipo de rocas está representado por el Complejo Cajamarca que se describe a continuación.

▪ **Complejo Cajamarca (T-Mbg)**

Con este nombre se agrupan un conjunto de rocas metamórficas que afloran en la Cordillera Central y que han recibido distintas denominaciones dependiendo de la región y el nivel histórico de conocimiento de la Geología Regional como Grupo Cajamarca, Grupo Ayurá Montebello entre otros.

El complejo está conformado por esquistos grafiticos, cuarzo moscovíticos, cloríticos y anfibólicos y se pueden incluir dependiendo de la zona geográfica filitas, cuarcitas, mármoles e incluso serpentinitas. La Edad de este conjunto ha sido igualmente materia de

discusión, asignándola al Paleozoica y Mesozoico. En el mapa del SGC mencionado más arriba se le asigna una edad triásica.

En la unidad hidrográfica del río Quindío afloran predominantemente en las partes altas y el eje de la cordillera Central, el límite occidental con las rocas vulcano - sedimentarias del Mesozoico (Formación Quebradagrande) está definido por la Fallas de San Jerónimo. En gran parte de las zonas altas del Quindío y sus afluentes principales esta unidad está recubierta por materiales piroclásticos originados en el complejo Ruiz - Machín durante el Cuaternario principalmente.

5.1.1.1.2 Rocas Ígneas

En la región afloran rocas volcánicas de fondo oceánico que hacen parte de la Formación Quebradagrande, granodioritas, tonalitas y cuarzo dioritas del Stock de Córdoba, granodioritas, tonalitas y cuarzo dioritas del Complejo Ígneo de Río Navarco y peridotitas serpentinizadas que afloran al norte del casco urbano del municipio de Córdoba.

▪ Formación Quebradagrande (K1-VCm)

La parte ígnea de esta formación está conformada por basaltos, lavas basálticas almohadilladas y andesitas de origen oceánico (Instituto Colombiano de Geología y Minería [Ingeominas], 1985). En la Plancha 243 aparecen cartografiados con extensas fajas de orientación suroeste - noreste, limitados por las Fallas Córdoba, Navarco, Salado y Campanario. La edad de esta Unidad cronoestratigráfica se define como Cretáceo Inferior

▪ Stock de Córdoba (K2-Pi)

Esta unidad denominada por Ingeominas como Stock y descrita inicialmente en la Plancha 243 (Ingeominas, 1985), como Complejo de Córdoba como dioritas con variaciones a composicionales a granodioritas y cuarzodioritas de edad Cretácico Superior que afloran entre las poblaciones de Pijao y Córdoba de donde toma el nombre.

▪ Rocas Ultra básicas (K1-Pu)

Hay pequeños afloramientos de rocas ultramáficas serpentinizadas intruidas por diques de rodingitas, cartografiados al este y noreste de la cabecera municipal de Calarcá. Se consideran de edad Cretáceo Inferior (Ingeominas, 1985).

▪ Complejo Ígneo de Río Navarco (N2-Vi)

Con este nombre se define un conjunto cuarzodioritas de grano medio con efectos cataclásticos importantes de edad Cretáceo superior - Paleógeno, aflorantes

principalmente en la unidad hidrográfica del río del mismo nombre, al noreste del casco urbano de Calarcá.

5.1.1.1.3 Rocas sedimentarias y depósitos.

La unidad hidrográfica del río Quindío afloran rocas sedimentarias de edad Cretácea y varios complejos de depósitos fluvio - volcánicos, volcánicos y glaciares de edades principalmente Cuaternarias. Las sedimentarias Cretáceas son rocas de origen marino componentes de la Formación Quebradagrande, compuesta como se indicó más arriba por un conjunto volcánico de fondo oceánico. Las rocas sedimentarias de esta Formación son predominantemente grawacas, areniscas, calizas, lutitas y chert, intercaladas con flujos volcánicos de composición básica (Ingeominas, 1985).

▪ Formación Armenia (Q-vc)

Con este nombre se denomina al conjunto de depósitos de origen volcánico y fluvio - glaciar que dieron lugar a un gran sistema de abanicos acumulados entre el piedemonte de la cordillera Central y la serranía de Santa Barbara al Occidente. Esta unidad constituye la mayor parte de los flancos occidentales de la unidad hidrográfica y el río corre en gran medida encajada entre distintos niveles de depósitos pertenecientes a esta Formación.

▪ Depósitos de Ceniza y Lapilli (Q-p)

Son depósitos volcanoclásticos distribuidos en amplias zonas de las partes altas de la unidad hidrográfica. Son de edad cuaternaria y están relacionados a la actividad volcánica de la cordillera Central.

▪ Depósitos glaciares (Q-g)

Son depósitos glaciares, periglaciares y fluvio - glaciares acumulados en las partes más altas de la unidad hidrográfica a alturas superiores a los 3.200 m.s.n.m., depositados durante las últimas glaciaciones del Pleistoceno Tardío. En la parte superior son bastante claras las geoformas que indican la presencia de este tipo de depósitos, aunque también se vieron algunas morrenas en la parte alta de la unidad hidrográfica del río Navarco a alturas superiores a los 3.200 m.s.n.m.

5.1.1.1.4 Tectónica

En la unidad hidrográfica se reconocen los siguientes sistemas tectónicos:

En la parte Este la falla de Palestina de rumbo predominante noreste, la falla de Salento de Rumbo este – oeste cartografiada en el tramo del río Quindío comprendido entre, los sectores Boquía y Cocora. El sistema más importante de la región es el de Romeral

representado en la zona por las fallas Armenia, Silvia Pijao, Córdoba, Pijao, Campanario y el Salado entre otras de menor extensión.

5.1.1.2 Marco geomorfológico

La unidad hidrográfica del río Quindío se caracteriza por su asimetría, especialmente en el tramo comprendido entre la confluencia con la quebrada Boquía y la desembocadura en el río Barragán. En su zona oriental coincide con la vertiente Occidental de la Cordillera Central que tiene alturas que van desde los 4.700 m.s.n.m. en el volcán paramillo del Quindío, llegando aproximadamente a 1.800 m.s.n.m. en la zona de Armenia - Calarcá.

En las zonas más altas se encuentran relieves de origen volcánico y glaciario (Figura 100), en las zonas media predominan paisajes denudacionales representados por varios conjuntos de lomos de distintos tipos y orientaciones con grados de incisión de alta a media dependiendo de su posición en la cordillera. El rasgo dominante es el abanico de Armenia – Pereira en la margen derecha de la unidad hidrográfica en la cual el río ha incidado su cauce principal.

Las dos fuentes principales del río Quindío están en el eje de la cordillera Central en el Parque Nacional Natural Los Nevados. La quebrada la Cárdenas inicia en la caldera del volcán Paramillo del Quindío, orientada hacia el sur occidente donde pueden reconocerse geoformas típicas asociadas a la actividad volcánica como laderas estructurales relacionadas con las secuencias volcánicas estratificadas. De la misma manera se observan en todas las paredes de la caldera conjuntos de depósitos de vertiente tipo conos de derrubios generados por caídas de rocas, probablemente recubiertos de material piroclástico de caída. La zona abierta de la caldera tiene depósitos aluviales o aluviotorrenciales, conformados por clastos tamaño grava gruesa de rocas volcánicas del mismo edificio volcánico. Estos materiales parecen estar colmatando un sistema de humedales de probable origen glacial.

De otro lado es posible reconocer en los sensores remotos disponibles geoformas de origen glaciario como morrenas laterales y terminales que se formaron durante periodos fríos no datados, posteriores al colapso de la caldera del volcán. En el presente, el Paramillo del Quindío no presenta glaciares, pero es probable que los haya tenido en tiempos históricos pues uno de los picos principales es registrado todavía en la cartografía consultada como Nevado del Quindío. En el tramo de la quebrada Cárdenas que corre entre el sistema de morrenas consideradas más recientes por su estado de conservación, se observan depósitos importantes de materiales de origen fluvio glacial.

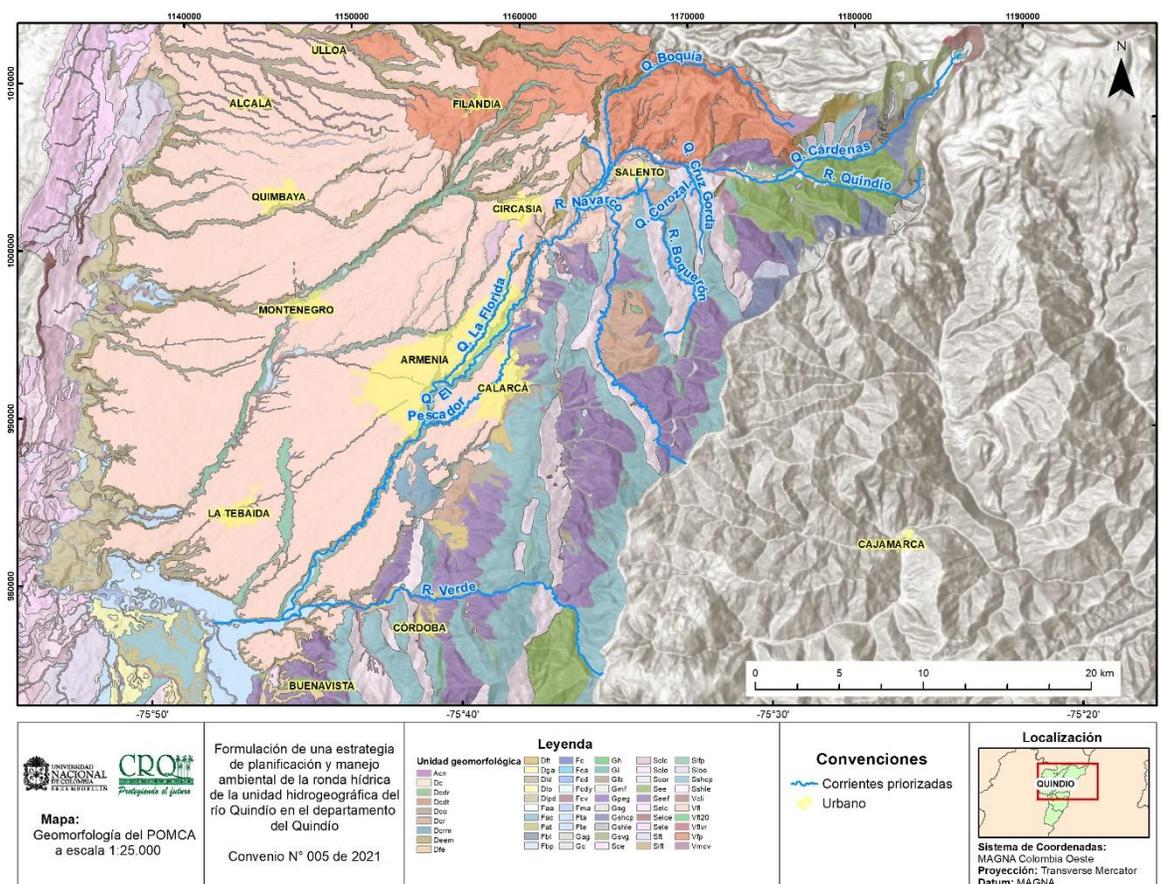


Figura 100. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:25.000 del POMCA río La Vieja.

5.1.2 Análisis multitemporal e identificación y clasificación de las geoformas en los tramos prioritados a escala de detalle 1:1.000

En los tramos prioritados se identificaron tres (3) ambientes de formación los cuales son el Denudacional, Fluvial y Glaciar, este último corresponde a unidades dentro de la unidad hidrográfica de la quebrada Cárdenas. Dentro del ambiente fluvial para el río Quindío y la quebrada Cárdenas, la zona aluviotorrencial llega hasta la desembocadura de la quebrada Boquía sobre el río Quindío y de ahí en adelante se determinó como aluvial. Además, se destacan tres unidades distintas de terrazas clasificadas por su altura y origen que se dividieron en aluvial (Fta) y aluviotorrencial (Ftal). Las terrazas 1 corresponden a aquellas entre 8 y 15 m, las segundas se encuentran entre 4 y 8 m y las terceras y más bajas entre 2 y 4 m.

A continuación, se presenta una descripción geomorfológica de los tramos por unidades.

5.1.2.1 Río Boquerón

En el tramo 1, correspondiente a la parte alta del río Boquerón, no tiene interpretación de 1950 debido a la espesa cobertura vegetal y a la resolución de la imagen. Tampoco se cuenta con interpretación de 2010 debido a que la imagen no cubre esta zona.

Para el tramo 2, se observa que gran parte del río no ha variado en el tiempo debido a que en su mayor parte se trata de tramos encañonados. Sin embargo, en algunas zonas más abiertas del valle se observa que el río se amplía permitiendo la formación llanuras de inundación, y en estos tramos ha cambiado la posición de su cauce en las diferentes épocas analizadas. Además, la posición de la desembocadura del río Boquerón sobre el río Navarco en 2010 se encuentra unos 300 m aguas abajo con respecto a 1950, y el cauce actualmente ocupa un canal antiguo del río Navarco lo que le permite fluir casi paralelo entre sí en este último tramo (Figura 101).

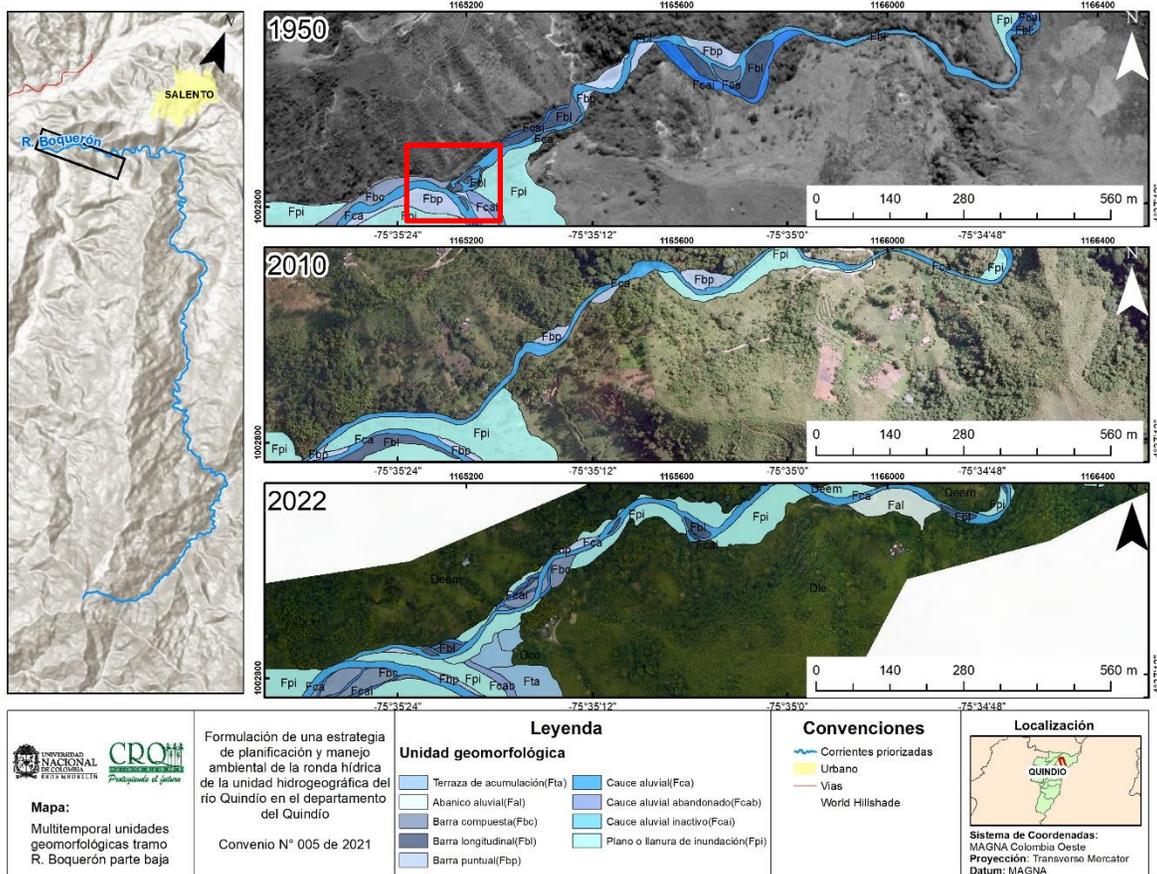


Figura 101. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Boquerón, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022. El cuadro rojo indica la desembocadura en 1950, la cual cambió para el 2010

En cuanto a la geomorfología de detalle del río Boquerón, en su parte alta se encuentra enmarcado en un cañón profundo, limitado por laderas erosivas (Die) con inclinaciones entre 25° y más de 70°. En general, en este tramo el valle es estrecho impidiendo que el río desarrolle geoformas fluviales como barras o llanuras de inundación, sin embargo, unos 2 km aguas abajo de su desembocadura existe una zona en donde el valle se amplía y el río adquiere una forma sinuosa desarrollando llanuras pequeñas en la parte interna de los meandros, de unos 20 m de ancho y 50 m de largo. Así mismo, se desarrollan algunas terrazas de 4 m de altura en promedio. El río tiene este comportamiento por alrededor de un kilómetro y se encañona nuevamente, y a partir de aquí no genera grandes geoformas fluviales a excepción de llanuras de inundación estrechas y alargadas de hasta 8 m de ancho y 60 m de largo, las cuales se ubican al borde del río en algunos tramos en donde el valle se amplía (Figura 102).

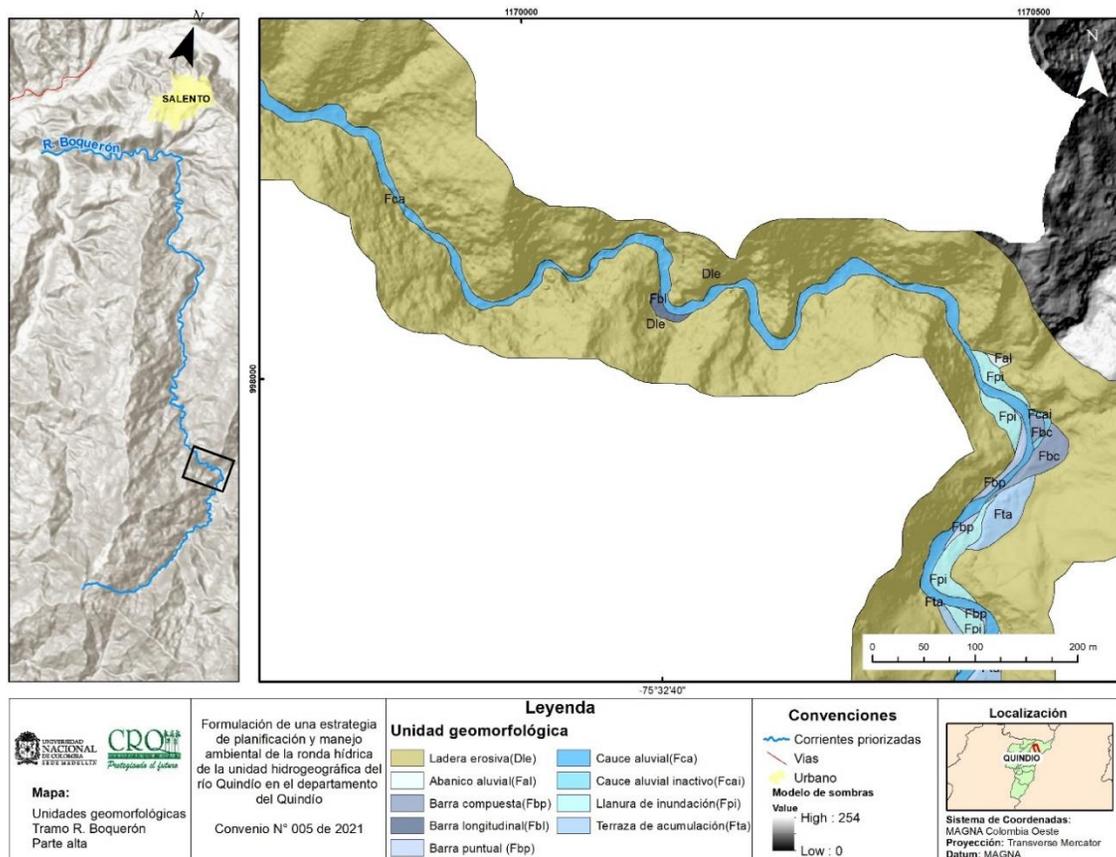


Figura 102. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Boquerón, parte alta.

En la parte baja, a partir de la desembocadura de la quebrada Corozal, el cañón del río se ve limitado por laderas erosivas y onduladas, escarpes de erosión mayor, con pendientes entre 25° y 75° (Figura 103). Aquí el río es sinuoso y tiene tramos estrechos intercalados

con otros anchos que se van volviendo más largos y amplios a medida que se acerca a la desembocadura. En estos últimos tramos el río genera llanuras de inundación (Fpi) que aumentan de tamaño aguas abajo llegando a medir hasta 60 m de ancho y 250 m de largo, cerca de la desembocadura (Figura 104), además, se ven evidencias de divagación lateral como canales inactivos (Fcai) en barras, o canales abandonados (Fcab) en las llanuras de inundación, además, se identifican terrazas de acumulación (Fta) de entre 3 y 4 m de alto (Figura 105).



Figura 103. Tramo 2 del río Boquerón. Se trata de una zona encañonada, con pendientes altas, limitado por laderas erosivas y escarpes. Las flechas azules indican la dirección de la corriente y marcan el cambio de dirección que sufre el río cerca a Salento



Figura 104. Parte baja del río Boquerón. Se ve la formación de llanuras de inundación en zonas amplias del cañón del río. La línea azul marca el curso de la corriente

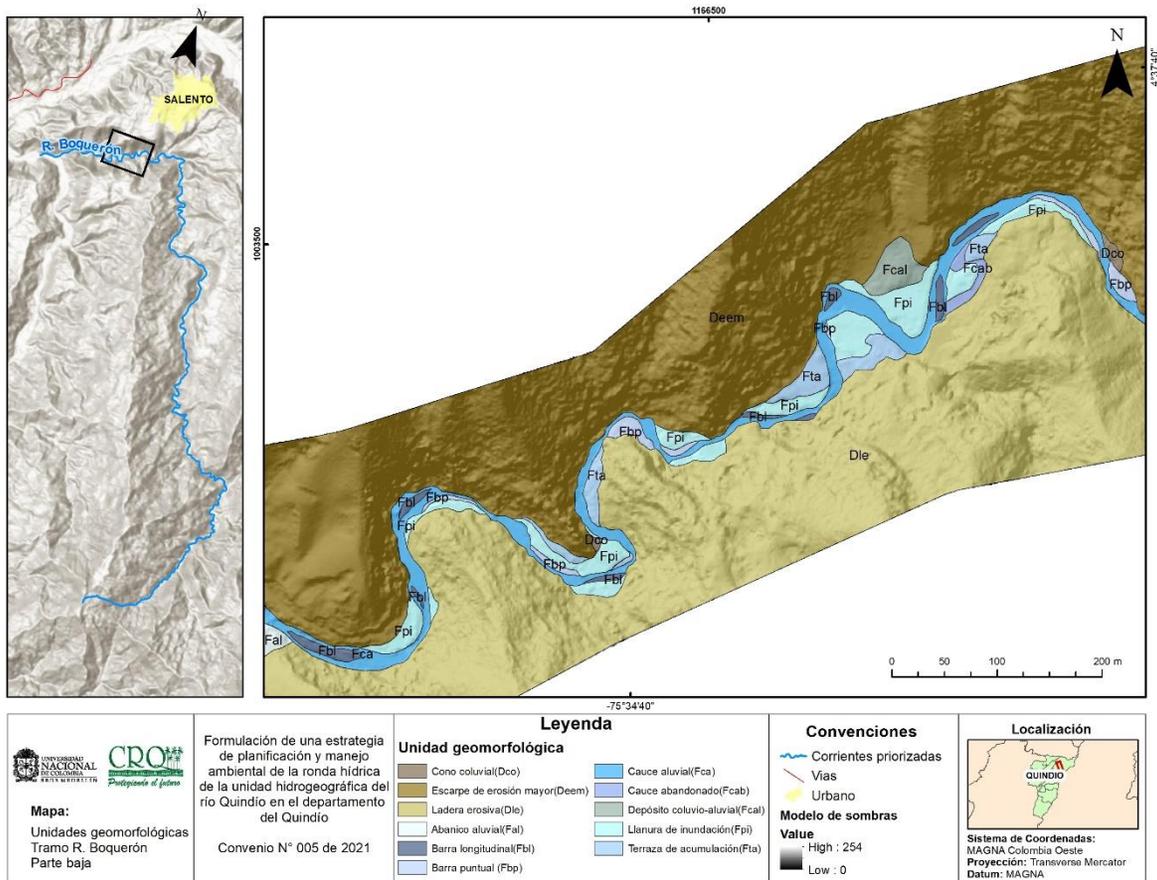


Figura 105. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Boquerón, parte baja.

5.1.2.2 Río Quindío

En el tramo 1 de la parte alta del río en la temporalidad de 1950 no hay cubrimiento por ende no se cuenta con la interpretación de las geoformas fluviales. En general, por tener un cauce encajado y recto las variaciones laterales son bajas o nulas y el proceso que predomina es el de incisión, los cambios más significativos en este tramo ocurren a la altura del Valle de Cocora, donde el río se amplía y está rodeado de una serie de terrazas de hasta 8 m de altura (Figura 106) y el canal del río permanece similar comparando las temporalidades 2010 y 2022.

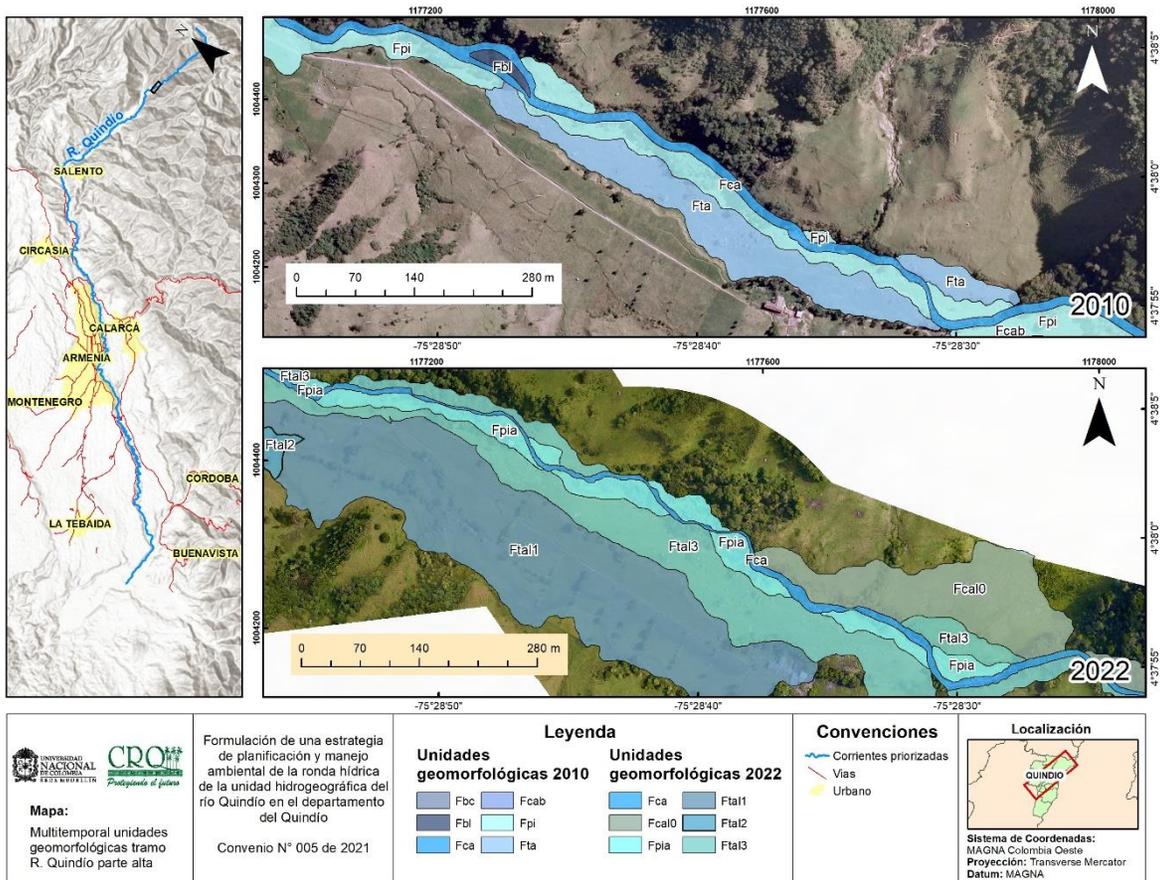


Figura 106. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 1 parte alta de las temporalidades 2010 y 2022.

Hacia el segundo tramo parte media del río, geomorfológicamente en las temporalidades analizadas (Figura 107), este tiene sectores estrechos intercalados con otros más amplios, definidos por las llanuras de inundación de hasta 200 m de ancho, rodeada de algunas terrazas, barras ligeramente alargadas de 100 m de longitud, con canales abandonados y la migración del río solo ocurre hacia la margen izquierda aguas abajo, puesto que los lomeríos del lado derecho surgen como control estructural.

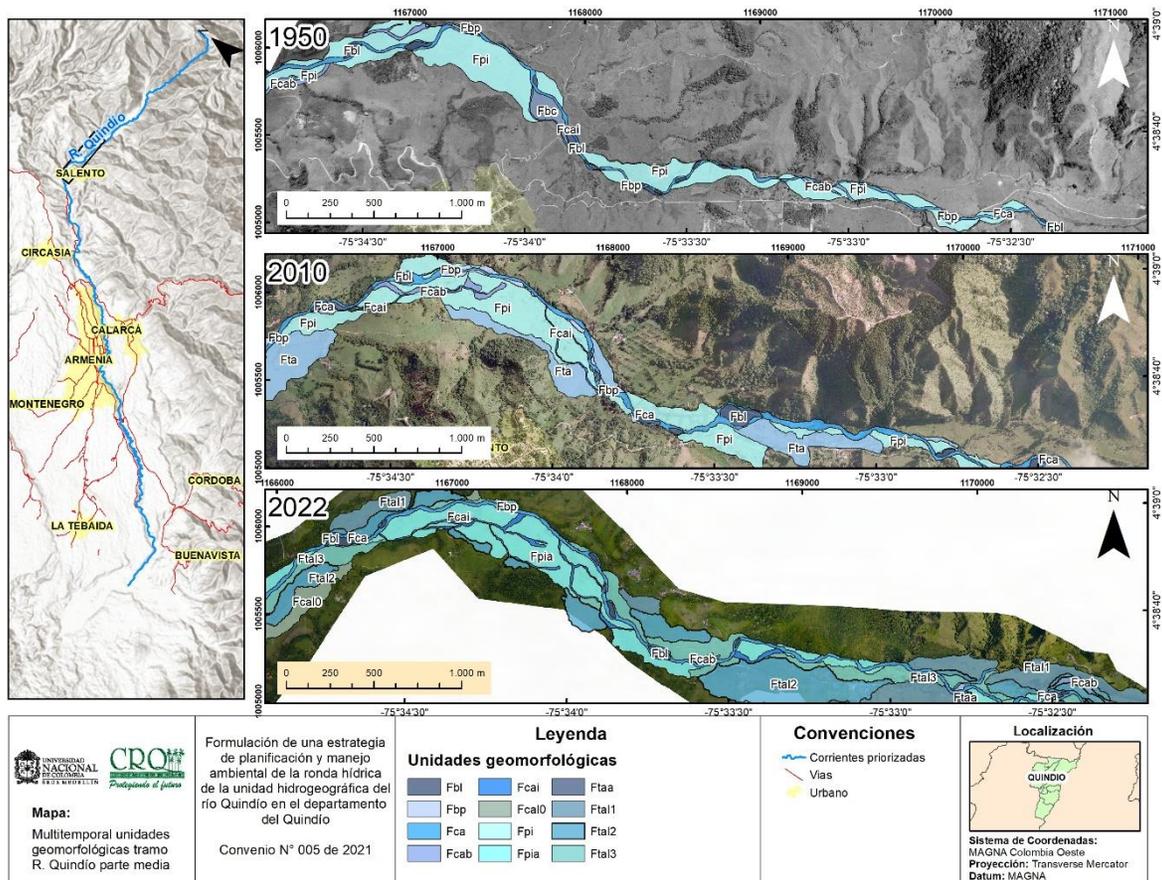


Figura 107. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 2 parte media de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.

En la parte baja, tercer tramo del río, su valle es extenso con un relieve relativo bajo, lo que permite que fluya por distintos canales dando la característica de río trenzado, produciendo cauces inactivos y depositando barras compuestas de gran tamaño. Esta dinámica permite que el río tenga una importante divagación lateral, evidenciado por geformas de canales y meandros abandonados sobre las llanuras de inundación, las cuales son de hasta 1000 m de ancho aproximadamente. En la temporalidad de 1950 el río deposita barras de hasta 100 m de largo y 50 m de ancho, mientras que, en el 2010 y 2022, las barras son de mayor tamaño con longitudes de hasta 300 m de largo y 65 m de ancho (Figura 108). En cuanto a la divagación de las márgenes, comparando 1950 y 2022, estas son del orden de entre 100 y 500 m dentro de las llanuras de inundación, generando grandes sectores de deposición (barras).

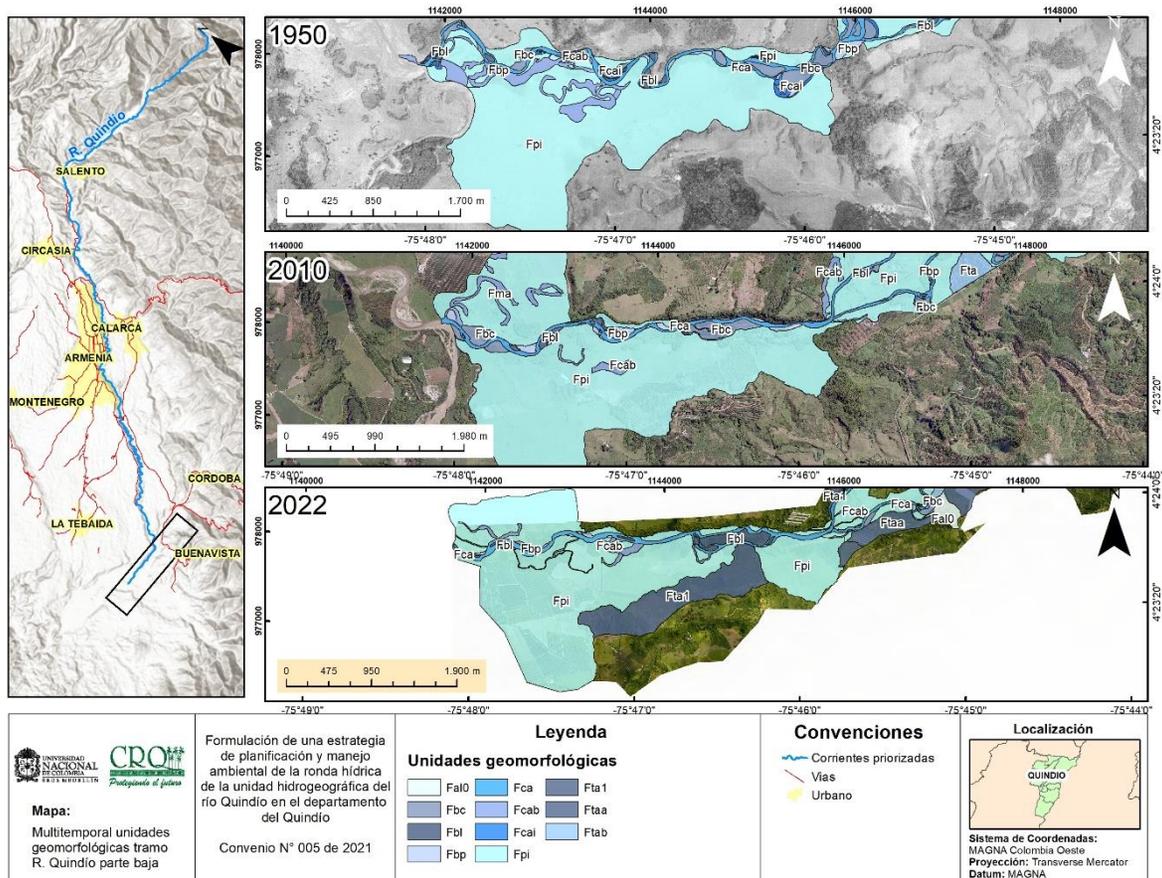


Figura 108. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del río Quindío tramo 3 parte baja de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.

En cuanto a la geomorfología de detalle, en general, el río Quindío inicia como un cauce encajado que solo se amplía en cercanías a su desembocadura, y está rodeado de laderas onduladas y erosivas, las cuales generan cañones profundos, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal. Las pendientes de las laderas oscilan entre 25° y 45° (Figura 109), definiéndose como inclinadas a semi escarpadas, se caracterizan por ser superficies en declive de morfología alomada a colinada, y se forman en distintos depósitos de origen coluvio-aluviales y fluvio-volcánicos. Desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Navarco las unidades de llanuras y terrazas se determinaron del tipo aluviotorrencial, estas últimas divididas entre niveles, donde las terrazas 1 corresponden a aquellas entre 8 y 15 m, las segundas se encuentran entre 4 y 8 m y las terceras y más bajas entre 2 y 4 m (Figura 110).

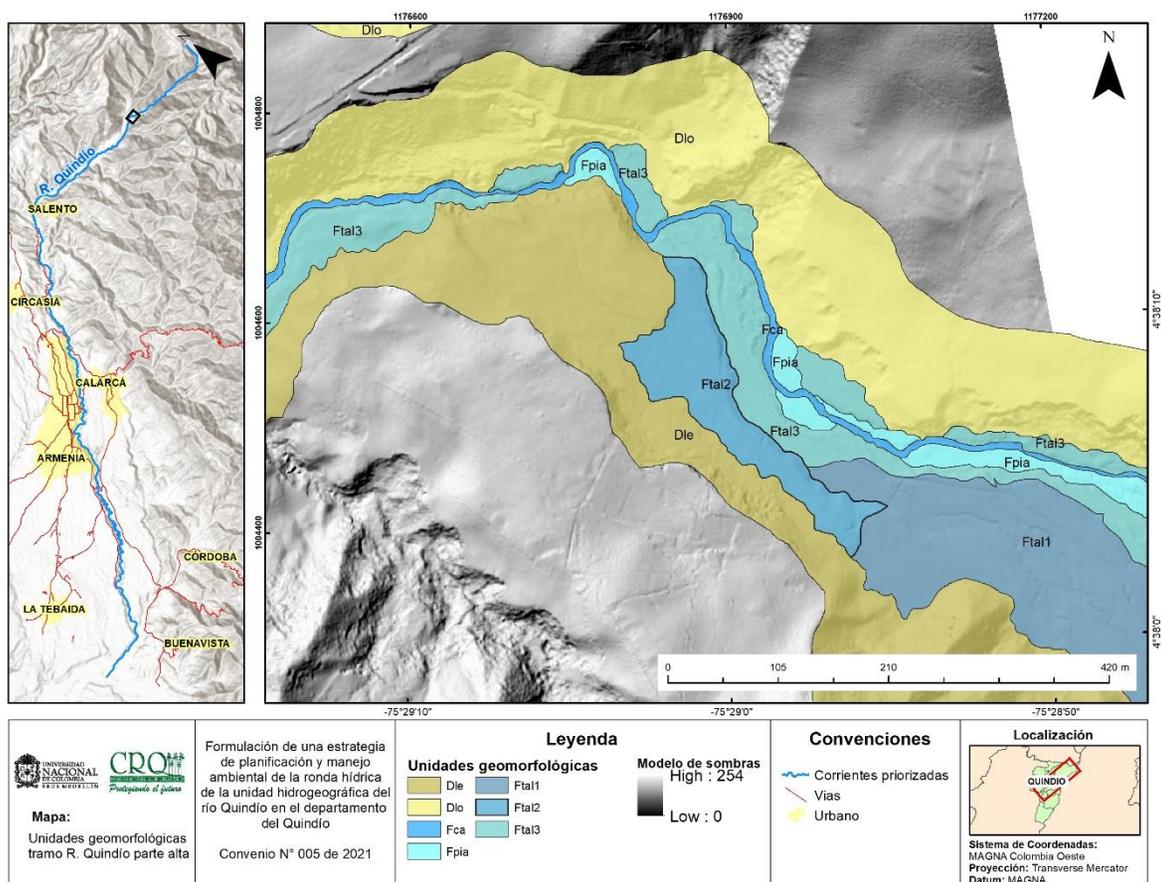


Figura 109. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del río Quindío tramo 1 parte alta.

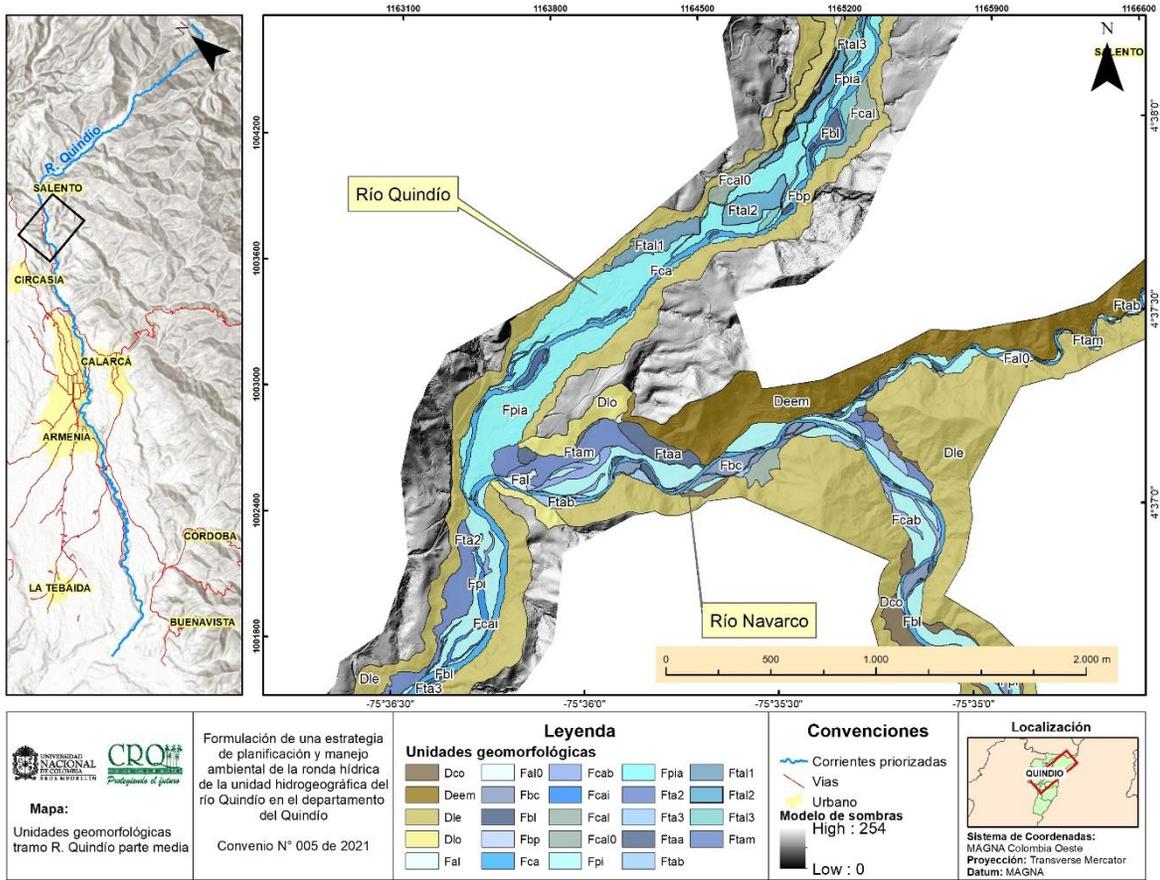


Figura 110. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del río Quindío tramo 2 parte media.

5.1.2.3 Río Navarco

Para el primer tramo del río Navarco, el cual corresponde a la parte alta, no se ven cambios significativos en las diferentes temporalidades analizadas, esto debido a que la corriente es encajada en un cañón profundo en donde no presenta divagación lateral.

En su tramo 2, el río es sinuoso y enmarcado en un valle más amplio. En este tramo el río tiene mayor espacio para migrar lateralmente, lo cual se ve reflejado en los diferentes canales y meandros abandonados que se encuentran en las llanuras de inundación, así como en el cambio de posición que tiene el cauce del río en las diferentes temporalidades analizadas (Figura 111). Se observa, por ejemplo, que la zona del río antes de la desembocadura del río Boquerón en 1950 se encontraba recostada sobre el costado oriental del valle, y ha ido migrando al oeste hasta en 2010, donde se encontraba recostado sobre el otro lado del valle. Así mismo, el tercer meandro al sur desde el anterior punto ha migrado hacia el este desde 1950 hasta 2020.

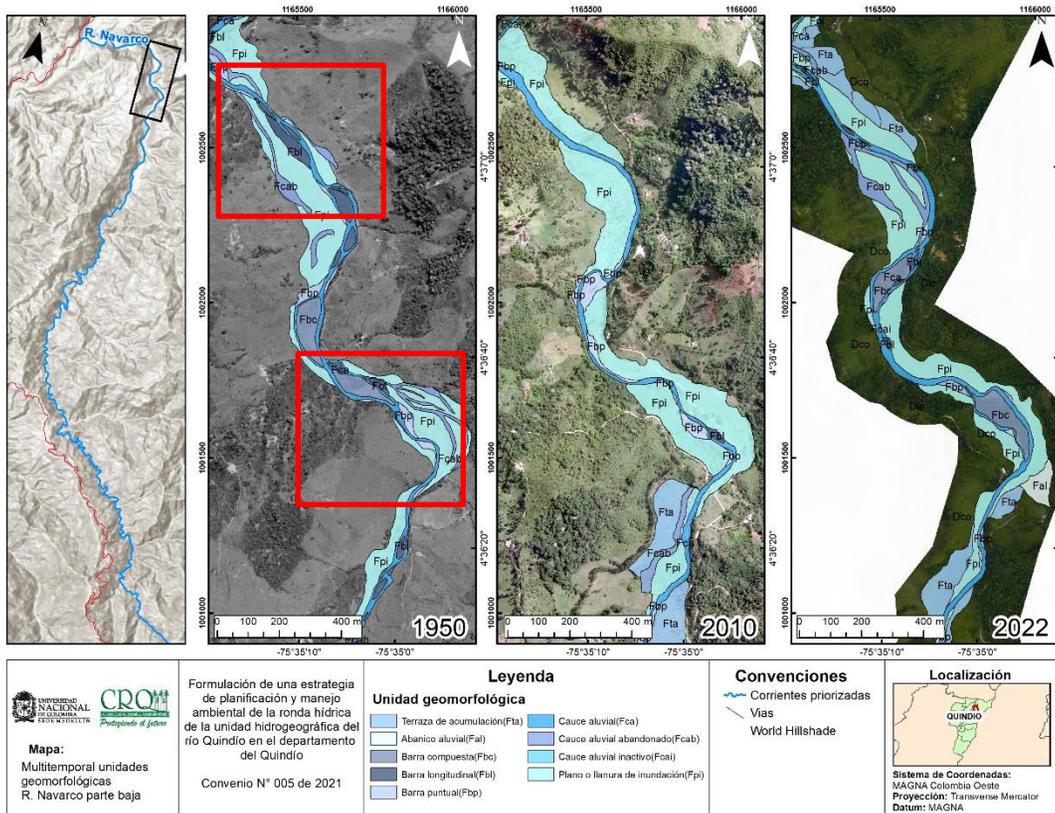


Figura 111. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Navarco, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022. Los cuadros rojos indican zonas que han presentado migración a lo largo de las temporalidades analizadas.

Respecto a su geomorfología de detalle, el río Navarco en su parte alta es sinuoso y se encuentra encajado en un cañón estrecho y profundo, limitado por laderas erosivas (Die) con inclinaciones entre 25° y 70° (Figura 112). El valle en este tramo se amplía en algunos sectores cortos, permitiendo que el río deposite barras (Fbc, Fbp y Fbl) de mayor tamaño y desarrolle llanuras de inundación alargadas de hasta 130 m de largo dispuestas en los bordes del río. Además, se identifican algunas terrazas de acumulación (Fta) alargadas, de entre 3 y 7 m de altura dispuestas en dirección de la corriente (Figura 113).



Figura 112. Corrientes de la unidad 1, mostrando la profundidad de los cañones y su espesa cobertura vegetal. B. Cañón del río Navarco.

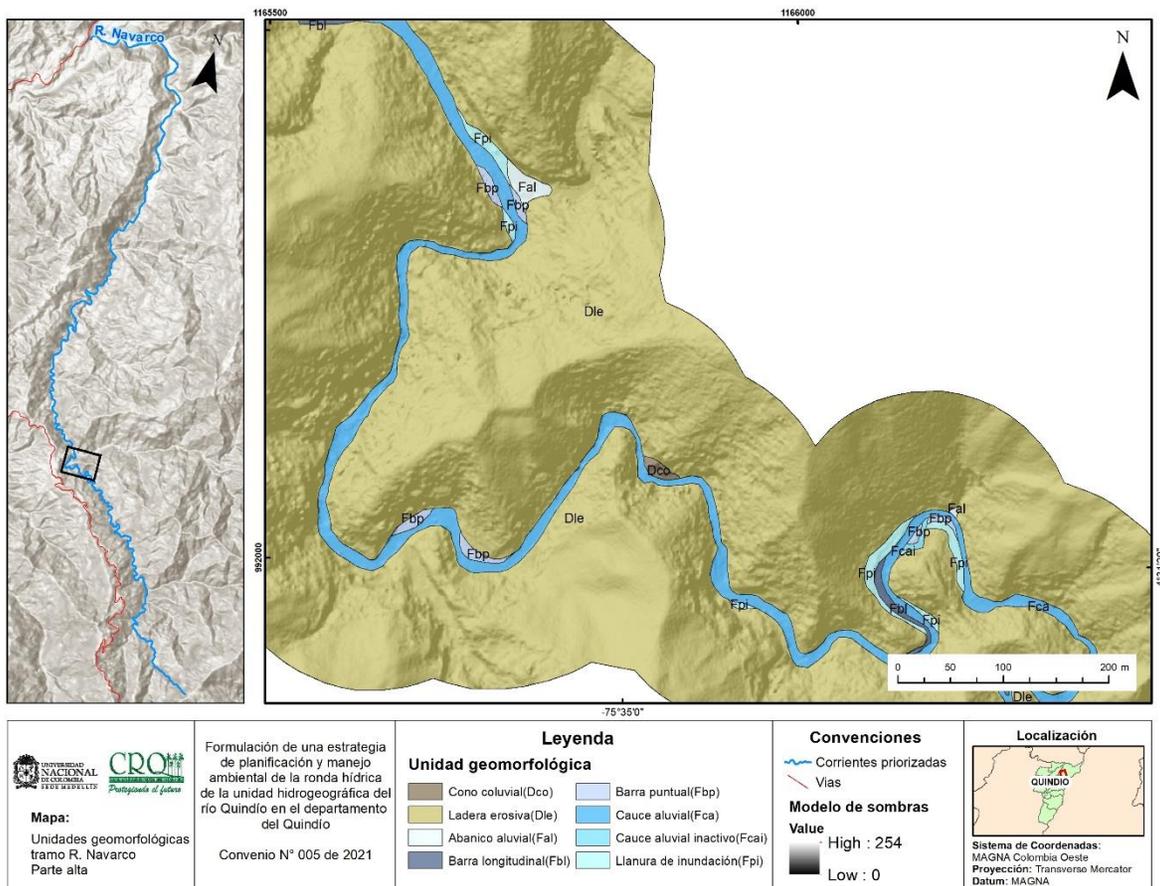


Figura 113. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Navarco, parte alta.

En su parte baja el río es sinuoso y se encuentra en un valle ancho que se amplía conforme se acerca a la desembocadura. Debido a esto el río tiene la capacidad de desarrollar distintos tipos de barras y llanuras de inundación amplia de hasta 90 m de ancho, las cuales aumentan de tamaño aguas abajo llegando hasta los 120 m de ancho y 800 m de longitud aproximadamente (Figura 114). Estas zonas están separadas entre sí por tramos estrechos enmarcados entre laderas erosivas (Dle) y terrazas de acumulación (Fta), las cuales miden desde 3 m hasta más de 7 m. Por otro lado, se encuentran evidencias de divagación lateral como meandros y canales abandonados, además, se observan diferentes conos coluviales y de solifluxión (Dco) y depósitos coluvio-aluviales (Fcal) que se disponen sobre las diferentes superficies aluviales como llanuras y terrazas (Figura 115).



Figura 114. Zona baja del río Navarco. Se observa el valle amplio del río en donde se forman diferentes geoformas fluviales como llanuras de inundación. La línea azul marca el cauce, y las líneas amarillas los bordes de las llanuras de inundación.

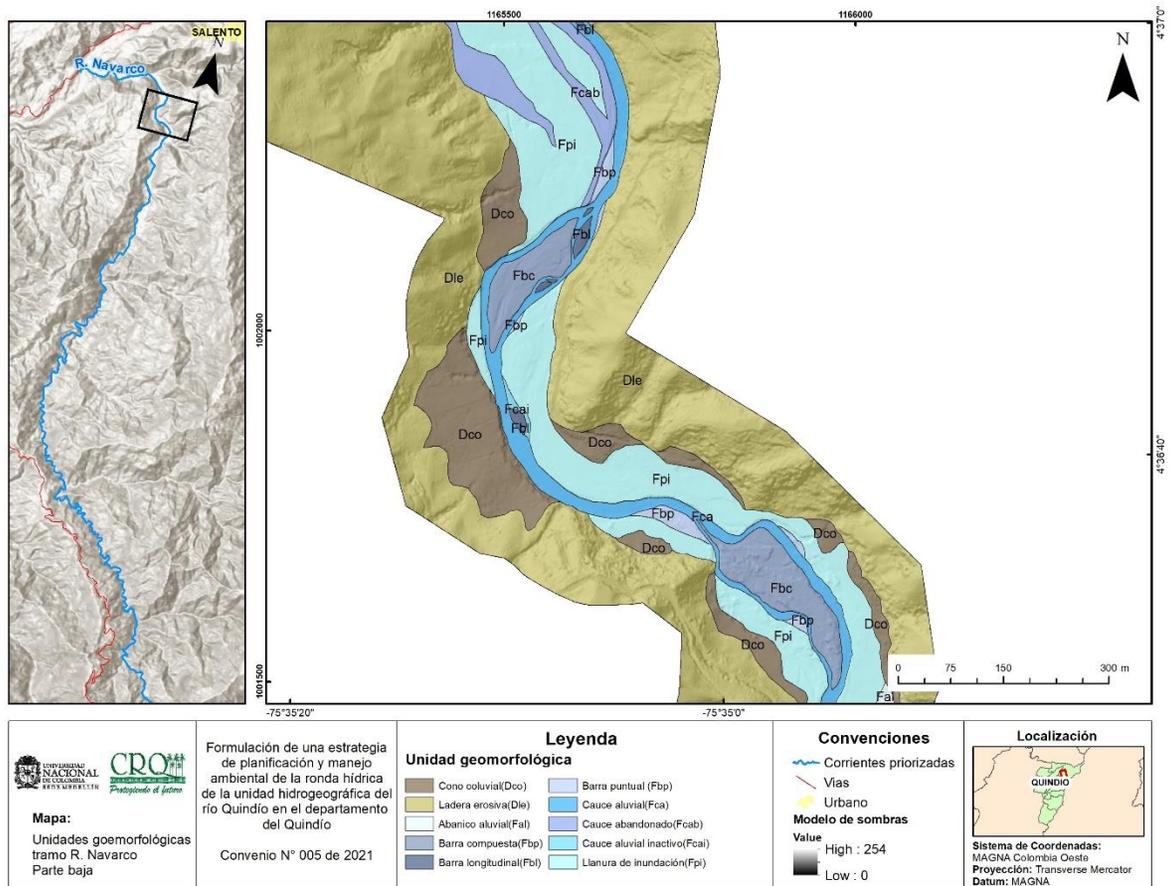


Figura 115. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Navarco, parte baja.

5.1.2.4 Río Verde

Para el análisis multitemporal del río Verde en el tramo 1, que corresponde a la parte alta, no se tiene cobertura de la temporalidad de 1950 y no se pudo interpretar la geomorfología fluvial en la ortofoto de 2010 debido a la resolución de la imagen y la espesa cobertura vegetal que no permitían distinguir el cauce del río. En el segundo tramo, el valle se abre y permite distinguir llanuras de inundación alargadas y estrechas con evidencias de canales abandonados, por donde el río ha migrado lateralmente. Para la temporalidad de 2022, se evidencia que el cauce se encuentra limitado por terrazas de acumulación, que lo encierra e impiden que tenga cambios significativos de posición a lo largo del tiempo, sin embargo, en tramos con llanuras de inundación más amplias, el río ha divagado hasta 100 m aproximadamente entre 1950 y 2010 (Figura 116).

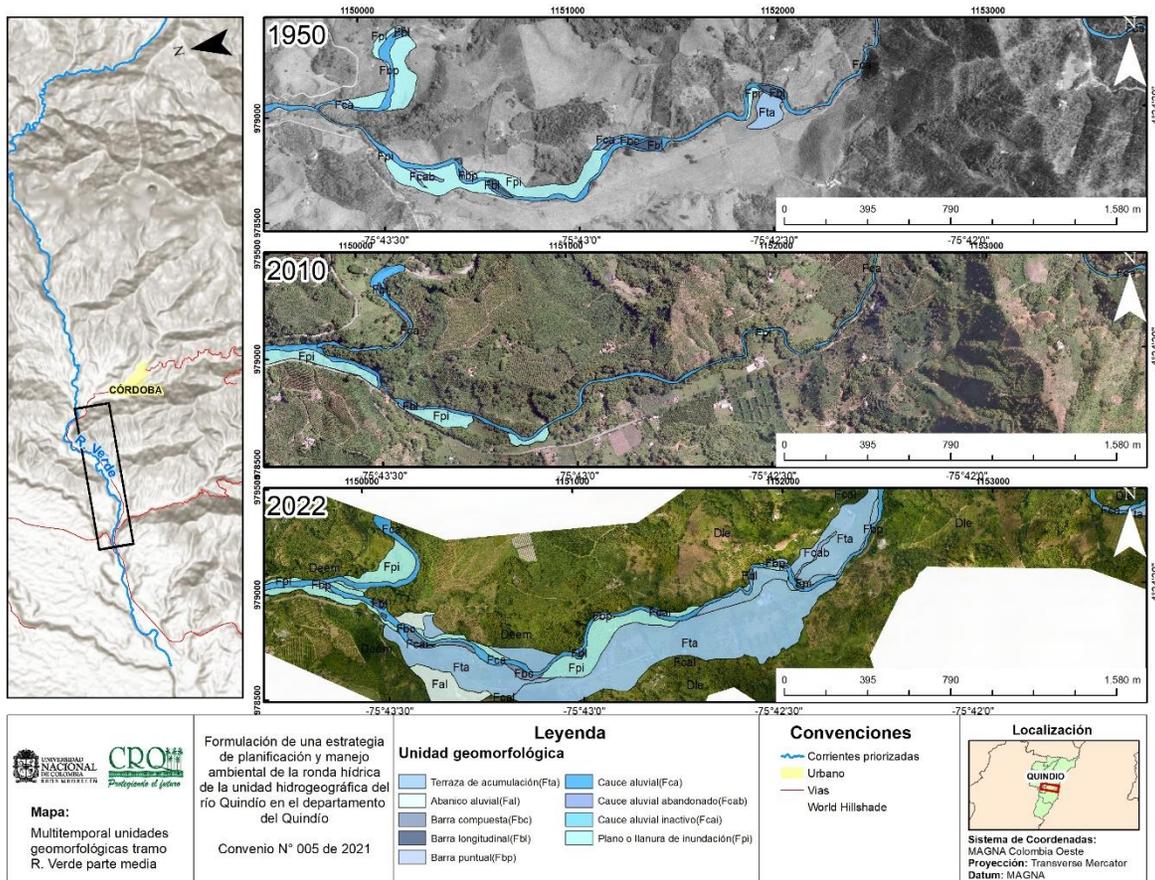


Figura 116. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 2 del río Verde, parte media, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.

En su último tramo el valle del río Verde se amplía en comparación con el tramo 2 y es evidente la dinámica de migración lateral, como, por ejemplo, se pueden distinguir algunos canales abandonados, en especial cerca a la desembocadura y se puede ver cómo ha cambiado la forma del río en las épocas analizadas, evidenciándose como se han abierto y cerrado los diferentes meandros a lo largo del tiempo. Además, la posición de la desembocadura cambió para 2010 y está 200 m más abajo en línea recta con respecto a 1950 (Figura 117).

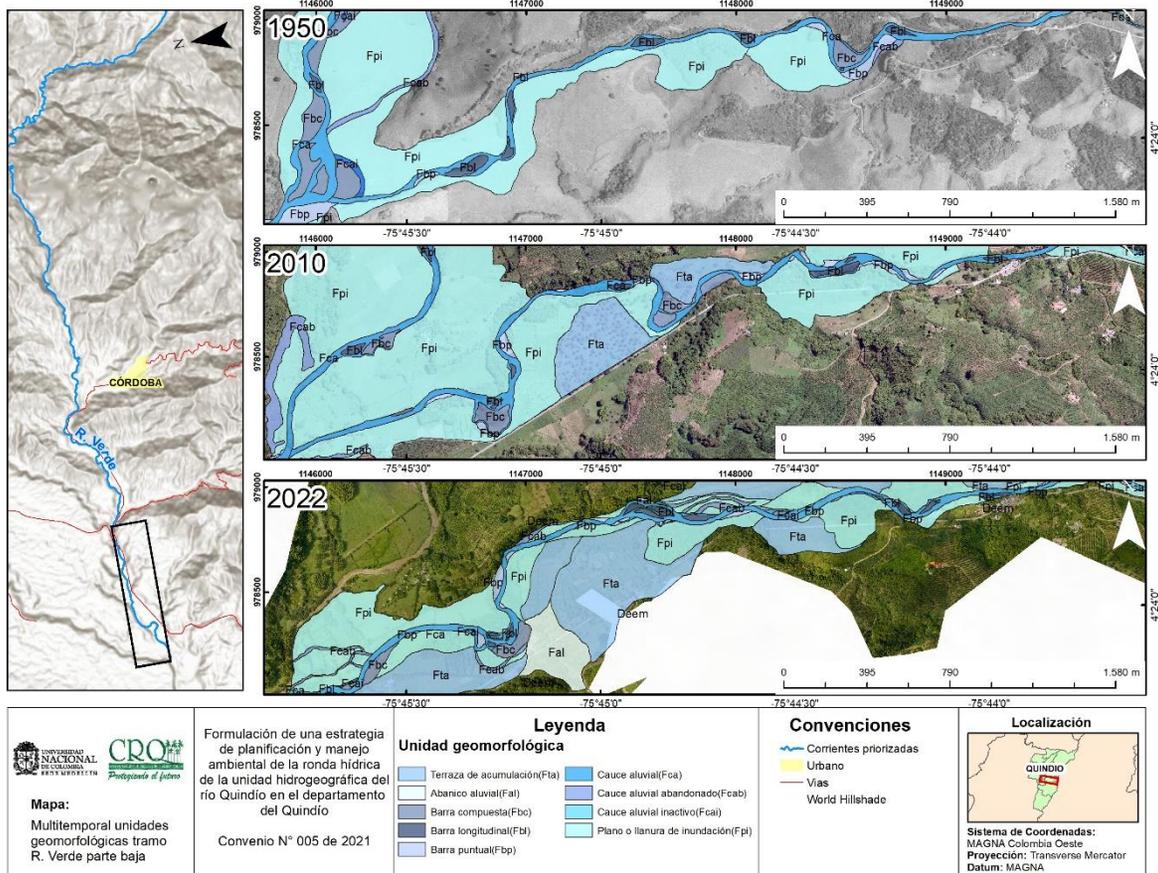


Figura 117. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas del tramo 3 del río Verde, parte baja, de las temporalidades 1950, 2010 y 2022.

Con respecto a la geomorfología de detalle, la parte alta del río Verde fluye por un cañón profundo limitado por laderas erosivas (Dle) con pendientes de entre 25° y 60° de inclinación, su cauce (Fca) es encajado, recto y semi-sinuoso en algunos tramos. En general, no presenta las condiciones para desarrollar geoformas fluviales, salvo por algunas llanuras (Fpi) estrechas y alargadas y barras puntuales (Fbp) pequeñas. Se pueden encontrar también terrazas (Fta) alargadas en dirección del cauce, con alturas entre 3 m y 6 m y algunas de más de 10 m (Figura 118).

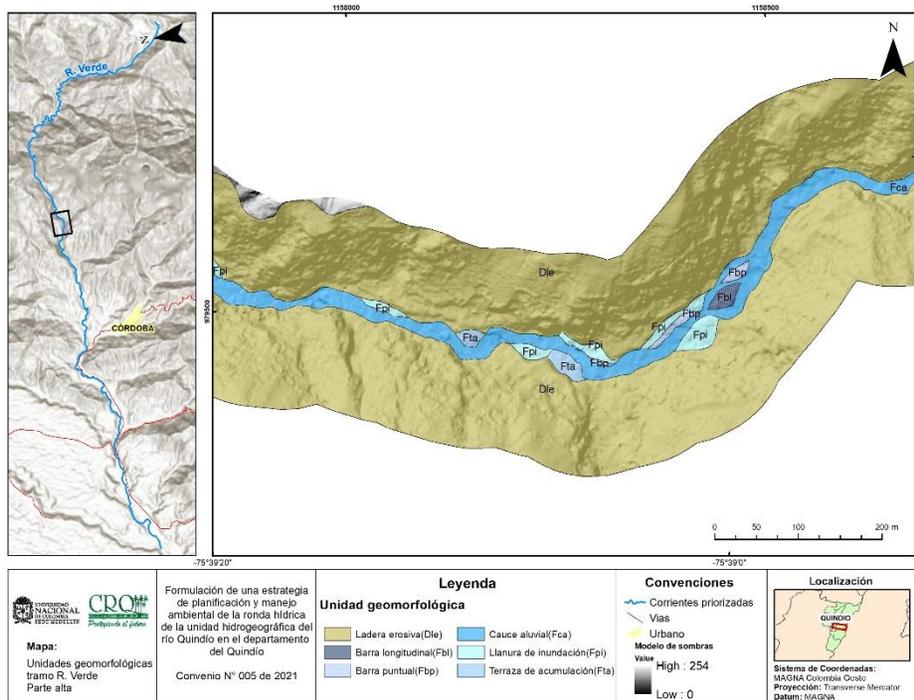


Figura 118. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 1 del río Verde, parte alta.

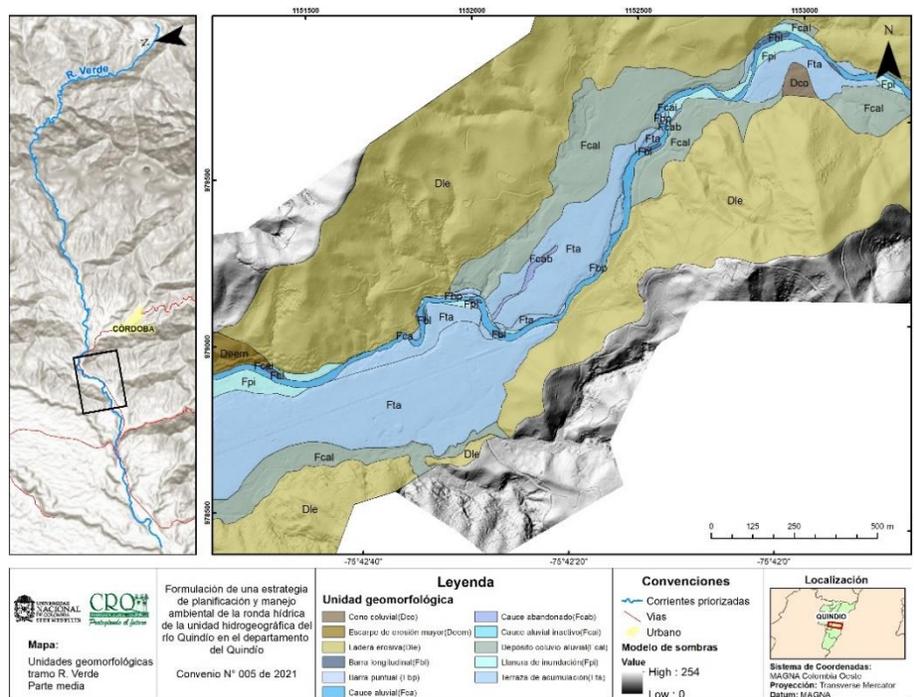


Figura 119. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 2 del río Verde, parte media.

En la parte baja, después de la desembocadura del río Santo Domingo, el valle del río Verde se amplía, presenta un relieve relativo bajo, limitado por escarpes de erosión mayor (Deem). En este tramo el río deposita distintos tipos de barras de hasta 120 m de ancho, y genera llanuras de inundación (Fpi) de hasta 300 m de ancho y un kilómetro de largo. Se pueden ver evidencias de la divagación lateral del río, como algunos canales abandonados (Fcab), en especial cerca a la desembocadura del río Verde sobre el río Quindío. Se identifican, además, distintos niveles de terraza (Fta), con alturas desde los 2 m hasta más de 10 m (Figura 120).

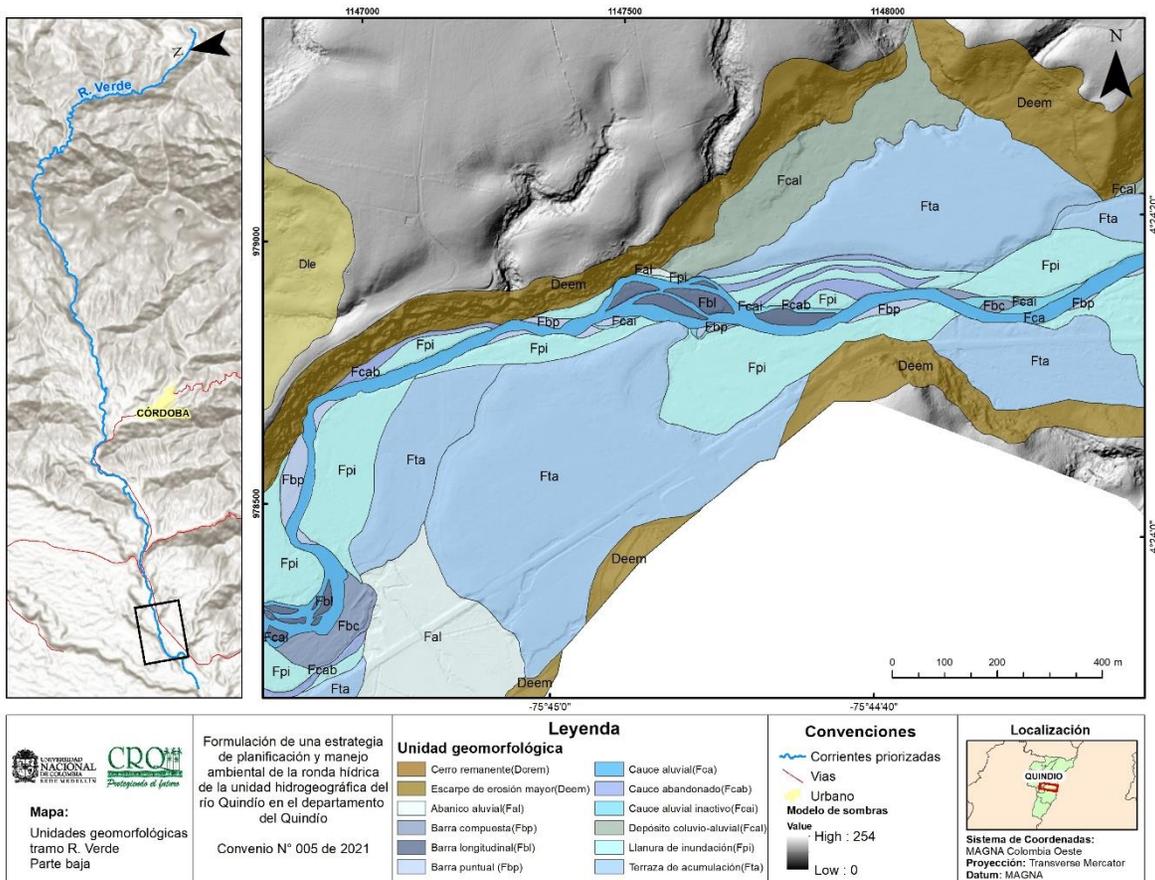


Figura 120. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología del tramo 3 del río Verde, parte baja.

5.1.2.5 Quebrada Bolivia

La quebrada Bolivia es un afluente de la quebrada Cruz Gorda que corre por un cañón corto al oeste de esta. Es un drenaje de corta longitud, con un cauce (Fca) de unos 5 m de ancho el cual no desarrolla geofomas fluviales destacables. Se encuentra enmarcado por laderas erosivas de pendiente inclinada a escarpada de entre 25° y 70° (Figura 121).

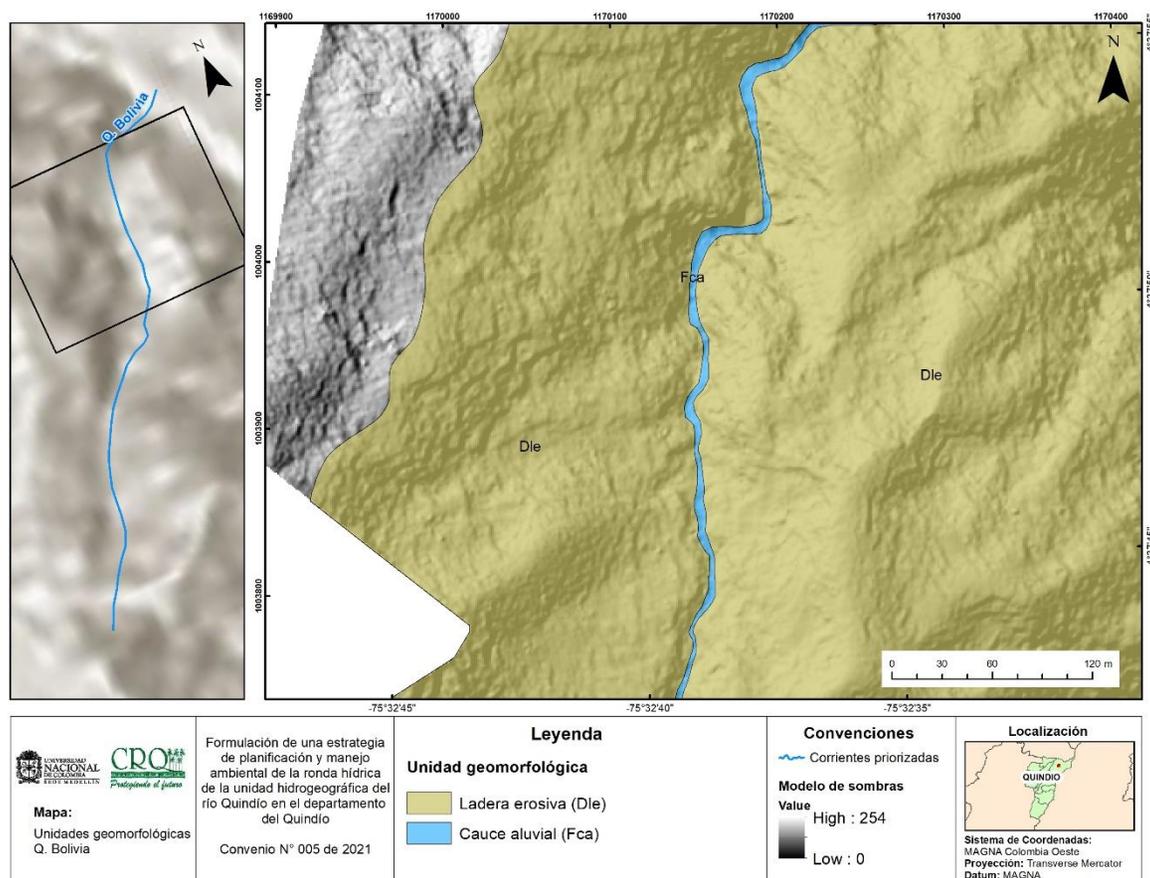


Figura 121. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Bolivia.

5.1.2.6 Quebrada Boquía

Para el análisis multitemporal, de la zona con cambios en la dinámica de la quebrada, el ortofotomosaico de 1950 no tiene cobertura y se muestran los resultados de las temporalidades de 2010 y 2022 (Figura 122). La quebrada se desarrolla en un cauce encajado y estrecho, con tramos rectos y semi-sinuosos, de relieve relativo alto a medio. En la parte baja tiene llanuras de inundación estrechas y alargadas de hasta 60 m de ancho de acuerdo con la temporalidad 2010 (Figura 122), sin embargo, a través de los recursos del LIDAR 2022 se confirmó que son las estribaciones de la ladera lo que se interpretó como llanura y una superficie coluvio-aluvial (Fcal) (Figura 122).

El cauce encañonado está rodeado de laderas onduladas y erosivas, las cuales generan cañones profundos, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal (Figura 123). Las pendientes de las laderas oscilan entre 25° y 45° (Figura 124), inclinada a semi escarpada,

se caracterizan por ser superficies en declive de morfología alomada a colinada, y se forman en distintos depósitos de origen coluvio-aluviales y fluvio-volcánicos.

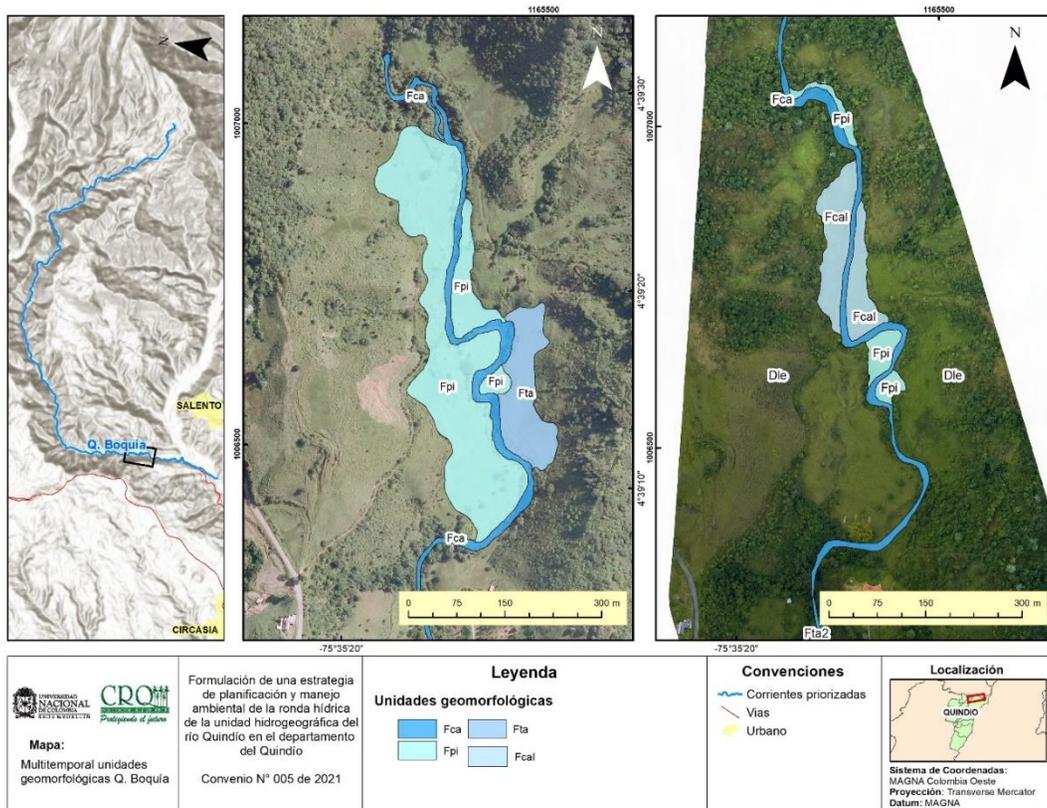


Figura 122. Análisis multitemporal de las unidades geomorfológicas de la quebrada Boquía de las temporalidades 2010 y 2022.



Figura 123. A. Cañón de la quebrada Boquía, mostrando la profundidad de los cañones y su espesa cobertura vegetal.

El centro poblado se localiza sobre una terraza elevada (Dts), la cual es una superficie denudada de morfología alomada y colinada (Figura 124), de pendientes suavemente inclinadas, donde los procesos de erosión son más influyentes que los de depositación y apareciendo como relictos de antiguas terrazas y modelados fluviales, emplazada a una altura mayor que el nivel base del cauce actual.

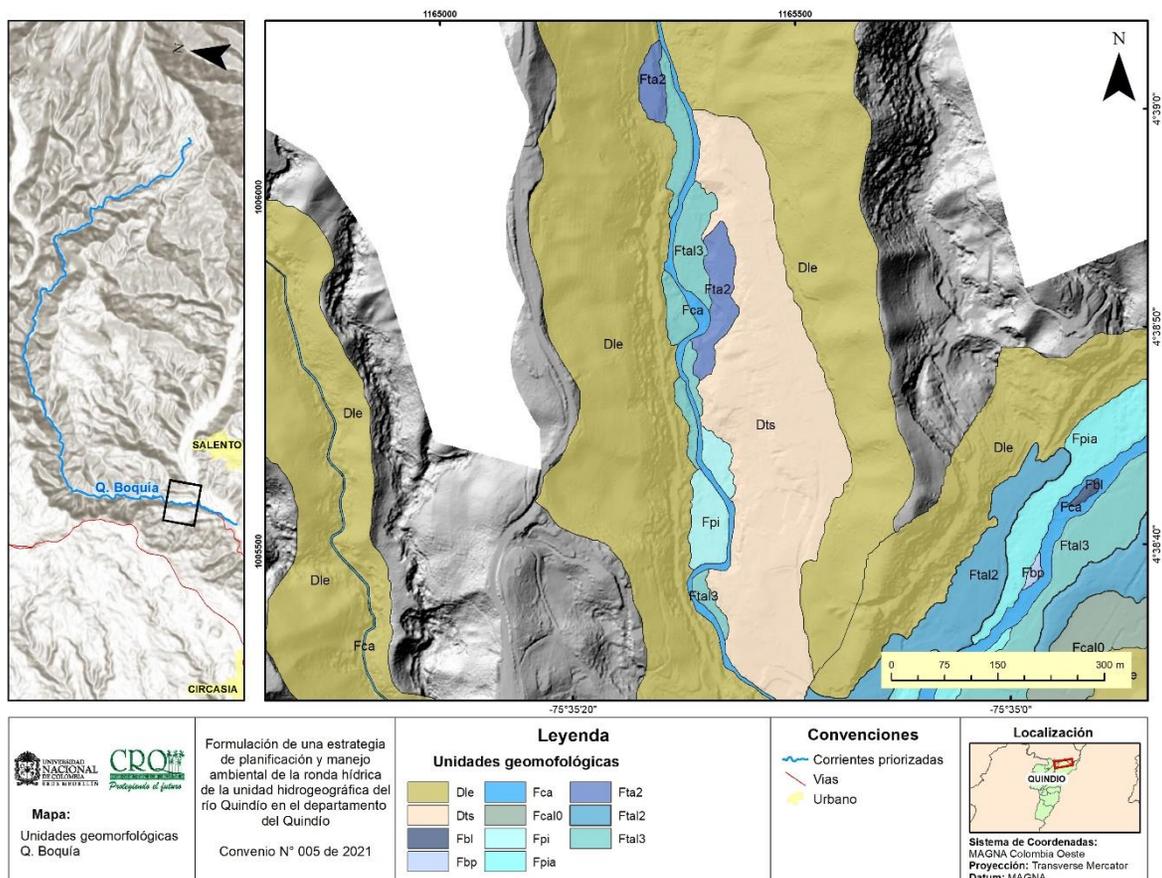


Figura 124. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Boquía en su parte baja.

5.1.2.7 Quebrada Cárdenas

Para el análisis multitemporal el ortofotomosaico de 1950 no tiene cobertura y la de 2010, la zona con una posible divagación, tampoco tiene cobertura y solo se pudo interpretar el canal en un sector de la parte baja. Esta corriente se caracteriza por ser un cauce encajado y estrecho, con tramos semi-sinuosos y cuyo relieve relativo es de medio a alto. En la parte alta se destaca una laguna por donde corre la quebrada y que está rodeada de depósitos de morrena; hacia la parte baja se desarrollan llanuras de inundación aluviotorrenciales estrechas, canales activos e inactivos, barras de todo tipo y terrazas de acumulación

aluvitorrenciales (Figura 125), unidades enmarcadas en laderas erosivas y onduladas de pendientes que oscilan entre 25° y 45°.

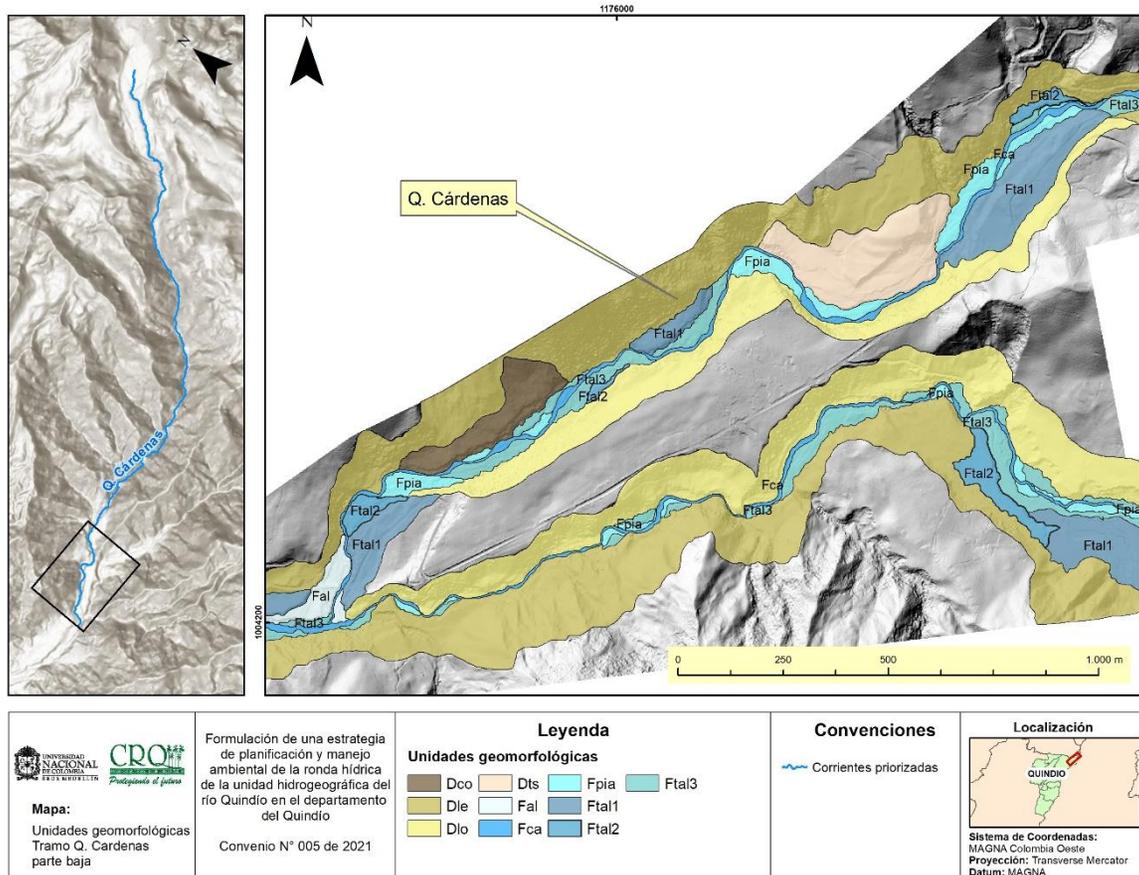


Figura 125. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Cárdenas en su parte baja.

5.1.2.8 Quebrada Corozal

La quebrada Corozal se encuentra enmarcada en un sistema de laderas onduladas (Dlo) de pendientes entre 25° y 45°. La quebrada labra un cañón profundo, encajado en roca (Figura 126) de relieve relativo alto y bordeado por escarpes de inclinación de hasta 75°. El cauce de la quebrada es pequeño, de unos 5 m de ancho y al estar encañonado no genera geformas fluviales (Figura 127).



Figura 126. Corrientes de la unidad 2. A: Quebrada Corozal parte alta, cauce encajado en roca

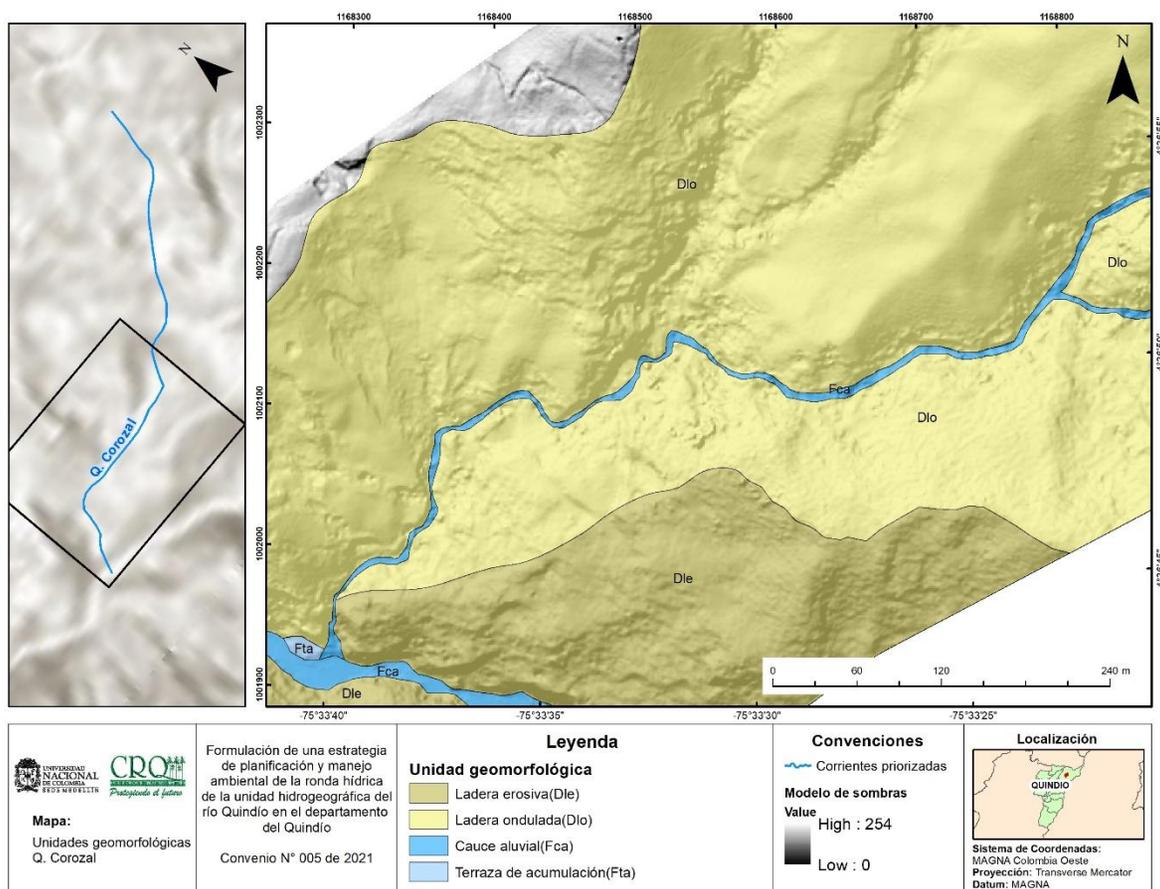


Figura 127. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Corozal.

5.1.2.9 Quebrada Cruz Gorda

Geomorfológicamente la quebrada Cruz Gorda se encuentra rodeada por un cañón estrecho y recto de orientación N-S, cuyas laderas corresponden a laderas erosivas (Die) con una inclinación muy alta a escarpada de hasta 75° de inclinación, debido a esto no hay mucho desarrollo de geoformas fluviales en la parte alta y a partir de la desembocadura de la quebrada Bolivia se pueden ver algunas llanuras de inundación (Fpi) estrechas y alargadas en algunas partes anchas del valle del río, las cuales van aumentando su tamaño a medida que se acerca a la desembocadura, hasta llegar a los 18 m de ancho y 150 m de largo. Además, en la parte baja se pueden ver varios niveles de terrazas (Fta) de 3 m, 6 m y hasta 15 m de altura (Figura 128).

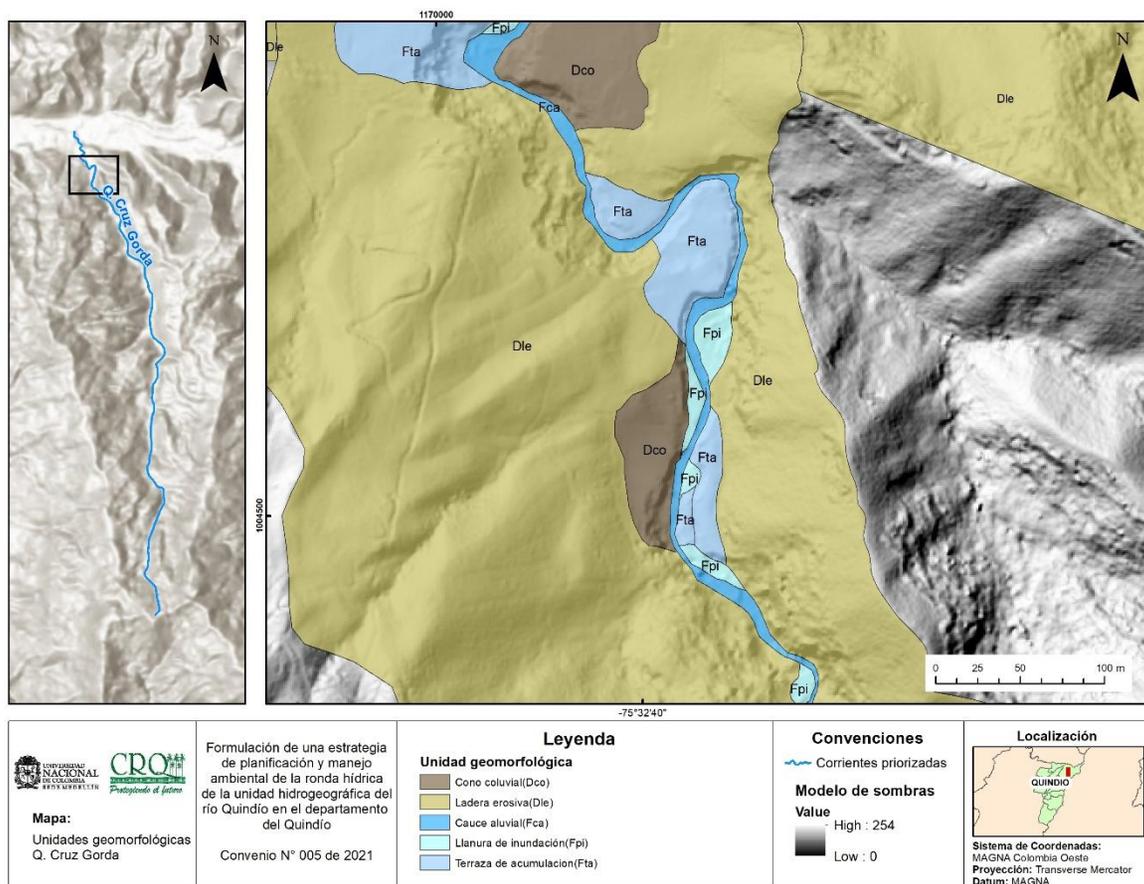


Figura 128. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada Cruz Gorda.

5.1.2.10 Quebrada El Mudo

La quebrada El Mudo incisa depósitos volcánicos, labrando un cañón que profundiza a medida que se acerca a la desembocadura. En su parte alta se encuentra limitado por laderas onduladas (Dlo), de pendiente moderadamente inclinada, de hasta 25° y un relieve de altura relativa media. Y hacia su parte baja está enmarcada en escarpes de erosión mayor (Deem), de pendiente escarpada de hasta 75° de inclinación y un relieve relativo alto. El cauce de esta quebrada es estrecho, de hasta unos 5 m de ancho y no desarrolla geoformas fluviales (Figura 129).

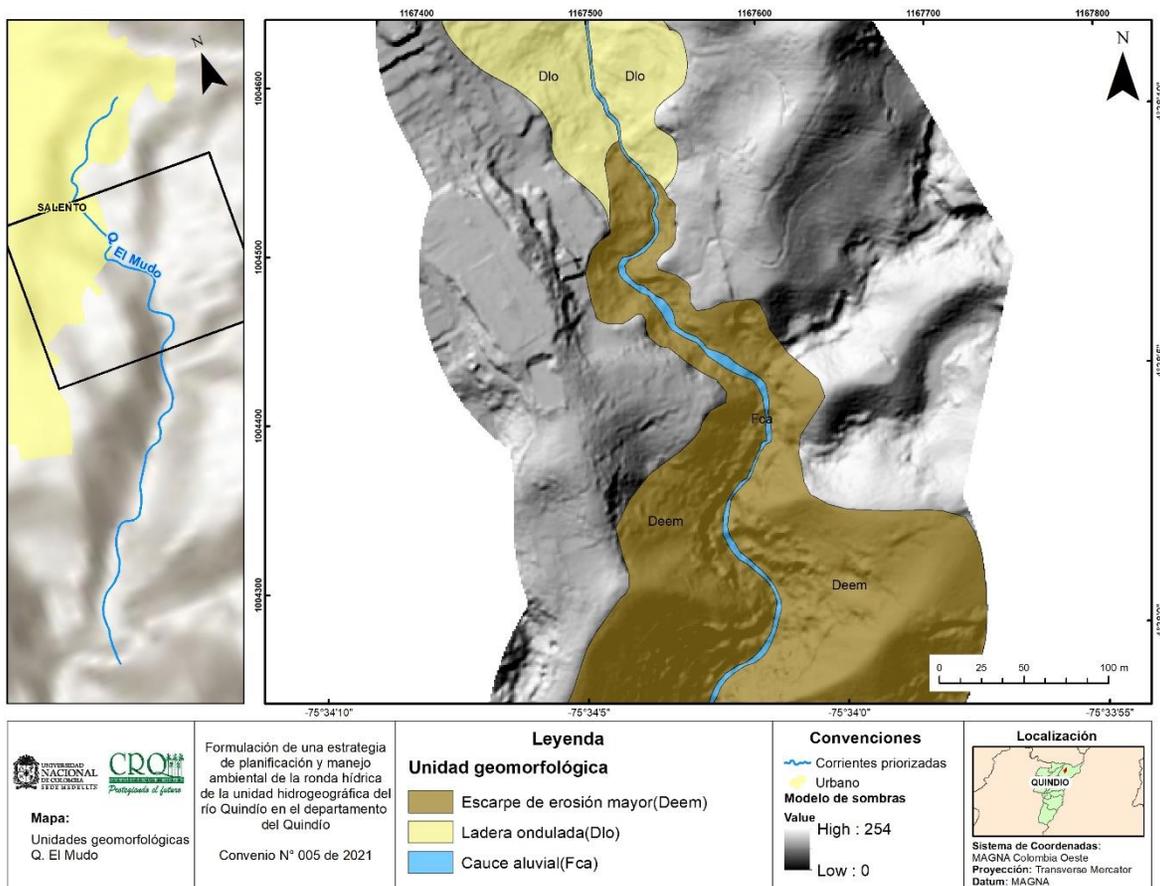


Figura 129. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada El Mudo.

5.1.2.11 Quebrada El Pescador

La quebrada El Pescador se desarrolla en un cauce encajado, con tramos rectos a semi-sinuosos, con un grado importante de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo medio, con una cobertura vegetal de buen espesor y una alta

intervención antrópica. Por estas condiciones no ocurre migración lateral y solo se determinó la geomorfología a través de los recursos del LIDAR 2022. Ese cauce encañonado está rodeado de laderas erosivas con pendientes que oscilan entre 25° y 45° (Figura 130), inclinadas a semi escarpadas, se caracterizan por ser superficies en declive de morfología alomada a colinada, y se forman en distintos depósitos de origen coluvio-aluviales y fluvio-volcánicos.

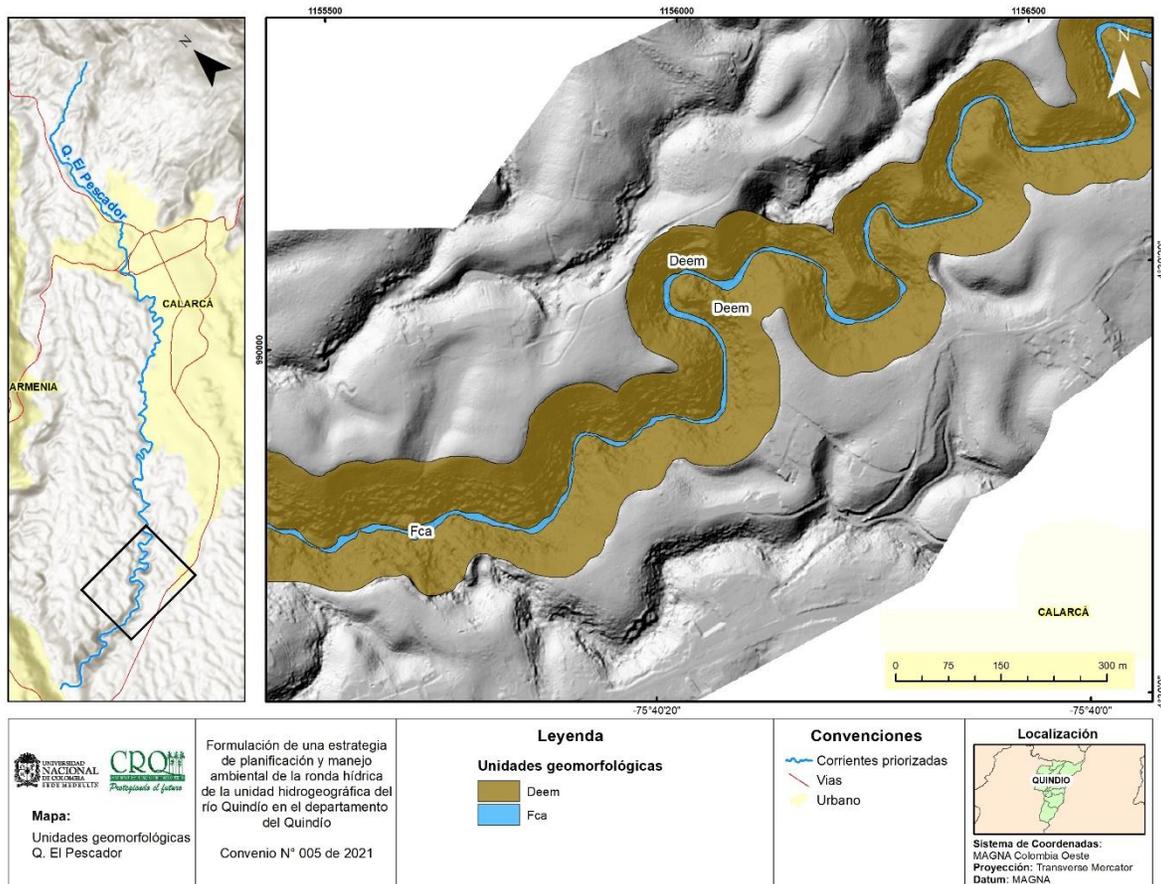


Figura 130. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada El Pescador.

5.1.2.12 Quebrada La Calzada

Al igual que la quebrada El Mudo, la quebrada La Calzada incisa depósitos volcánicos y genera un cañón, el cual profundiza a medida que se avanza hacia su desembocadura. En su parte alta la quebrada está enmarcada en laderas onduladas (Dlo) de relieve relativo medio y en su parte baja, por escarpes de erosión mayor (Deem) de pendiente muy alta en su parte baja. Es una quebrada pequeña con un cauce (Fca) de unos 4 m de ancho, la cual no desarrolla geofomas fluviales (Figura 131).

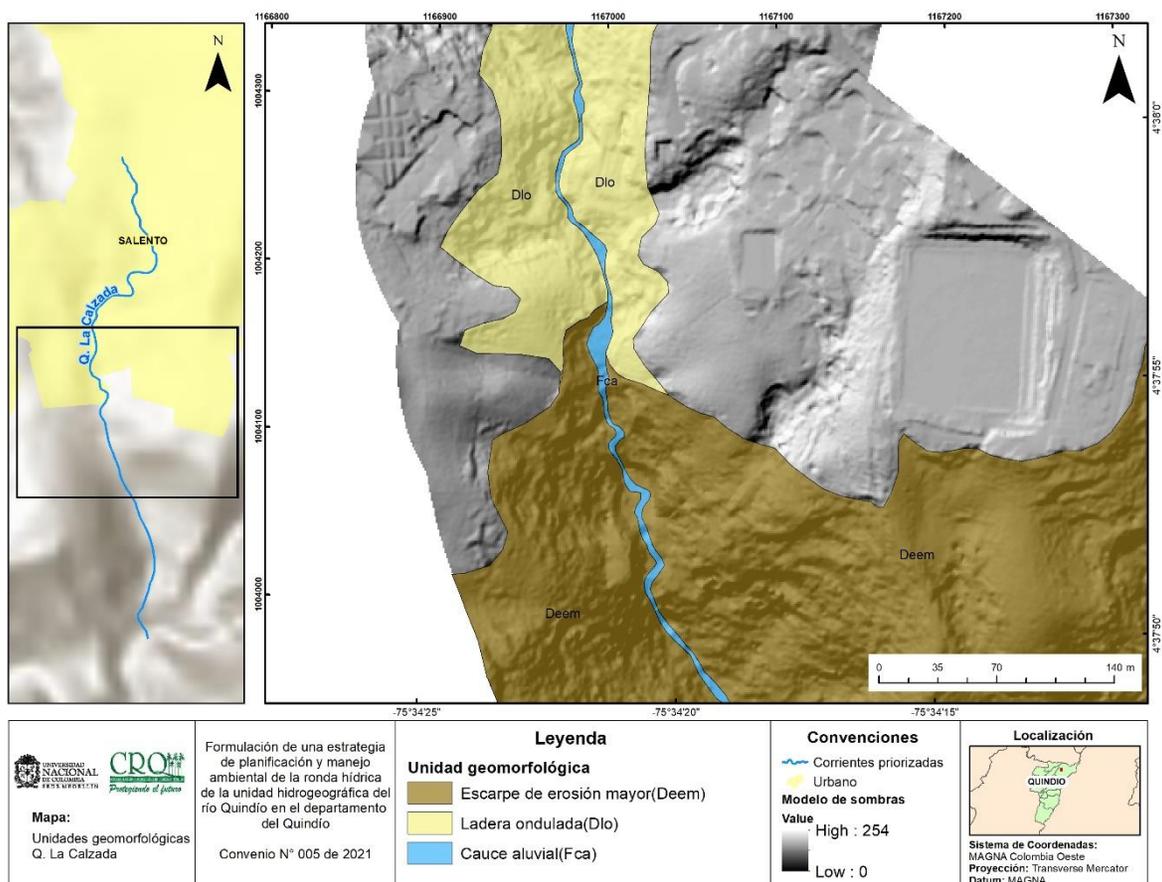


Figura 131. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Calzada.

5.1.2.13 Quebrada La Cristalina

Esta quebrada corre por la ladera occidental del cañón de la quebrada Cruz Gorda. Es un drenaje de longitud corta que desarrolla un cauce (Fca) de unos 3 m de ancho, en donde no desarrolla geoformas fluviales. La quebrada forma un valle profundo, encajado en roca (Figura 132), con laderas erosivas de pendiente muy alta a escarpada, entre 40° y 60° aproximadamente (Figura 133).



Figura 132. Corrientes de la unidad 2. B: Quebrada Cristalina parte alta, cauce encajado en roca y con bloques provenientes de la vertiente.

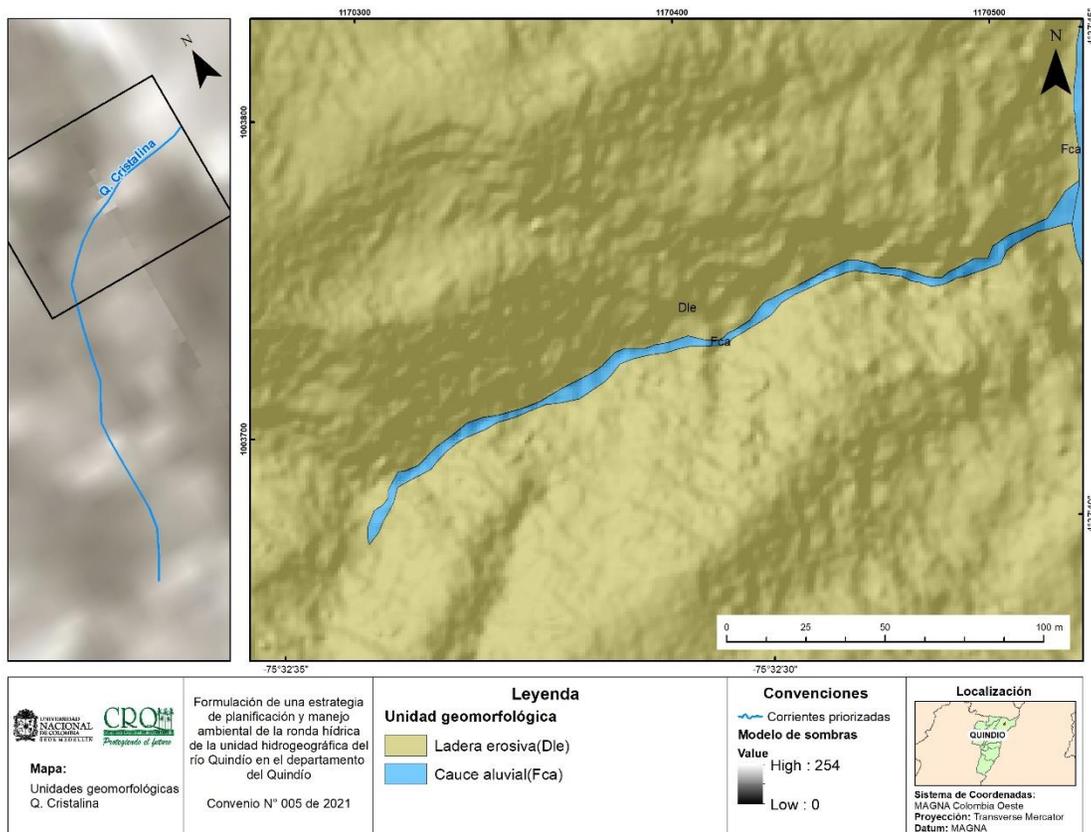


Figura 133. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Cristalina.

5.1.2.14 Quebrada La Florida

La quebrada La Florida se desarrolla en un cauce encajado, con tramos rectos a semi-sinuosos, con un grado importante de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo medio, con una cobertura vegetal de buen espesor y una alta intervención antrópica (Figura 134). Por estas condiciones no ocurre migración lateral y solo se determinó la geomorfología a través de los recursos del LIDAR 2022. Ese cauce encañonado está rodeado de laderas erosivas con pendientes que oscilan entre 25° y 45° (Figura 135), inclinadas a semi escarpadas, se caracterizan por ser superficies en declive de morfología alomada a colinada, y se forman en distintos depósitos de origen coluvio-aluviales y fluvio-volcánicos.



Figura 134. Quebrada La Florida parte baja, semi-sinuosa y limitada por escarpes, en algunas zonas desarrolla pequeñas llanuras de inundación.

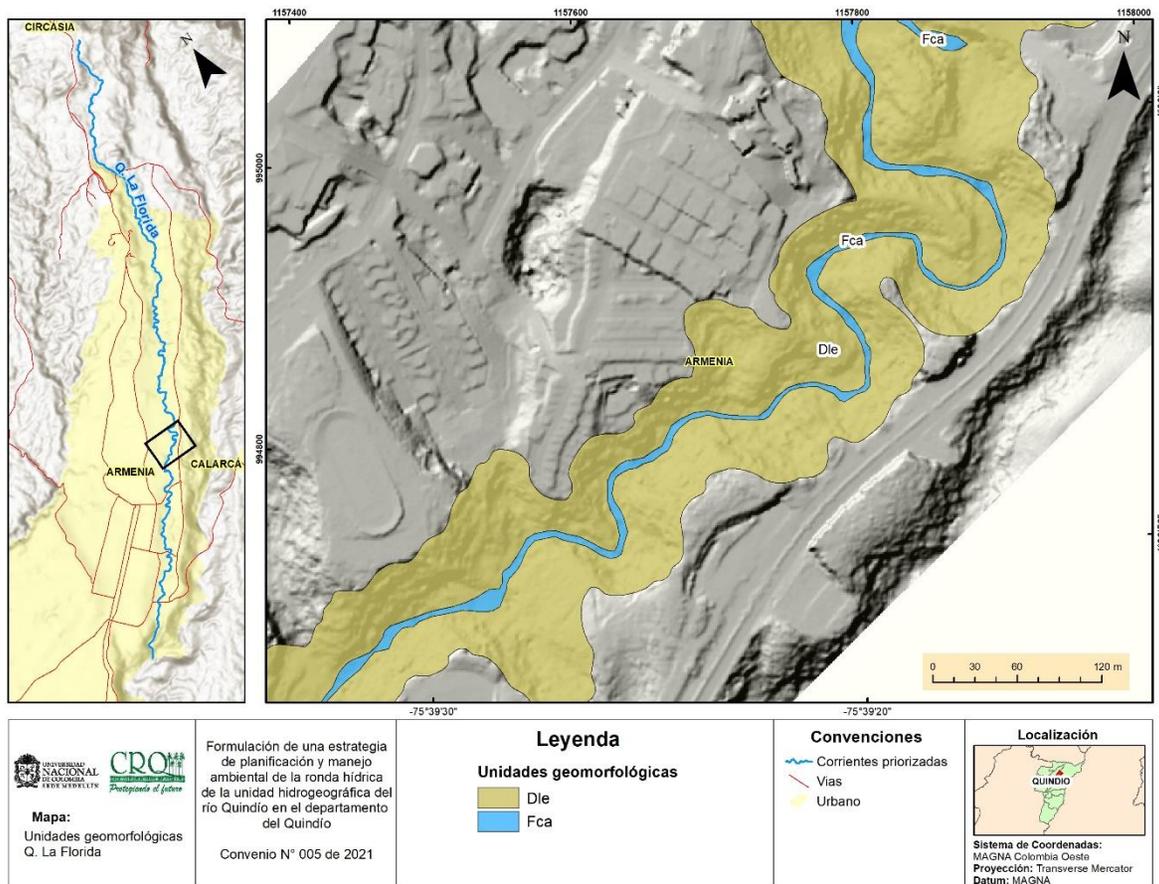


Figura 135. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Florida.

5.1.2.15 Quebrada La Víbora

La quebrada La Víbora se desarrolla en un cauce encajado, recto, con un alto grado de incisión lo que genera un cañón profundo en forma de “V”, de relieve relativo alto y espesa cobertura vegetal. Por estas condiciones no ocurre migración lateral y solo se determinó la geomorfología a través de los recursos del LIDAR 2022 (Figura 136). Ese cauce encañonado está rodeado de laderas erosivas con pendientes que oscilan entre 25° y 45° (Figura 136), inclinadas a semi escarpadas, se caracterizan por ser superficies en declive de morfología alomada a colinada, y se forman en distintos depósitos de origen coluio-aluviales y fluvio-volcánicos.

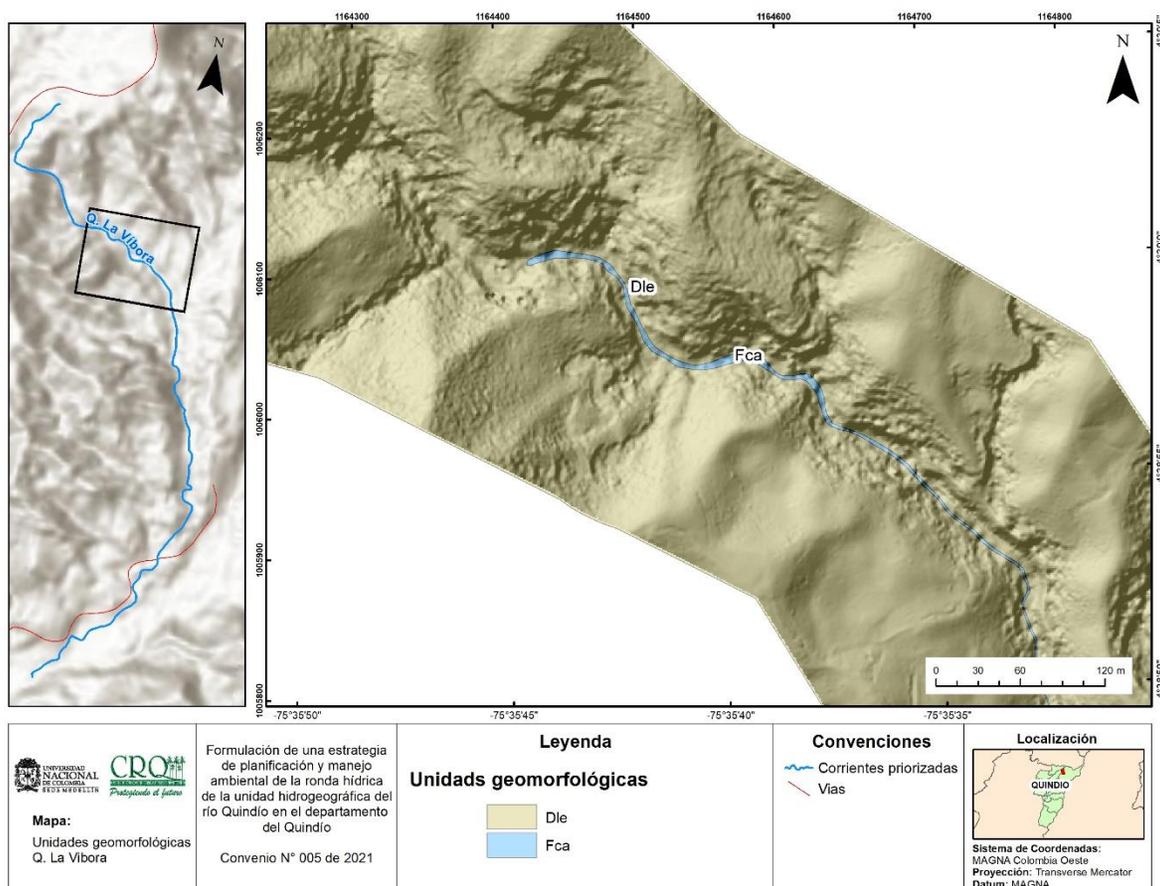


Figura 136. Mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:1.000, mostrando la geomorfología de la quebrada La Víbora.

5.1.3 Delimitación del componente geomorfológico

Las unidades geomorfológicas que están asociadas a la ronda hídrica de los tramos priorizados son: llanura inundable actual bien sea aluvial o aluviotorrencial, los distintos tipos de barras, meandros abandonados, canales inactivos y abandonados, los dos primeros niveles de terraza (3 y 2), para el río Quindío y la quebrada Cárdenas y superficie coluvio-aluvial.

5.1.3.1 Río Boquerón

En la parte alta del río Boquerón el componente geomorfológico de la ronda hídrica se compone del cauce aluvial, las diferentes barras y las llanuras de inundación alargadas que se encuentran a lo largo del cauce (Figura 137). En su parte baja el componente geomorfológico corresponde al cauce activo, los diferentes tipos de barras, las llanuras de inundación, los cauces inactivos y abandonados (Figura 138).

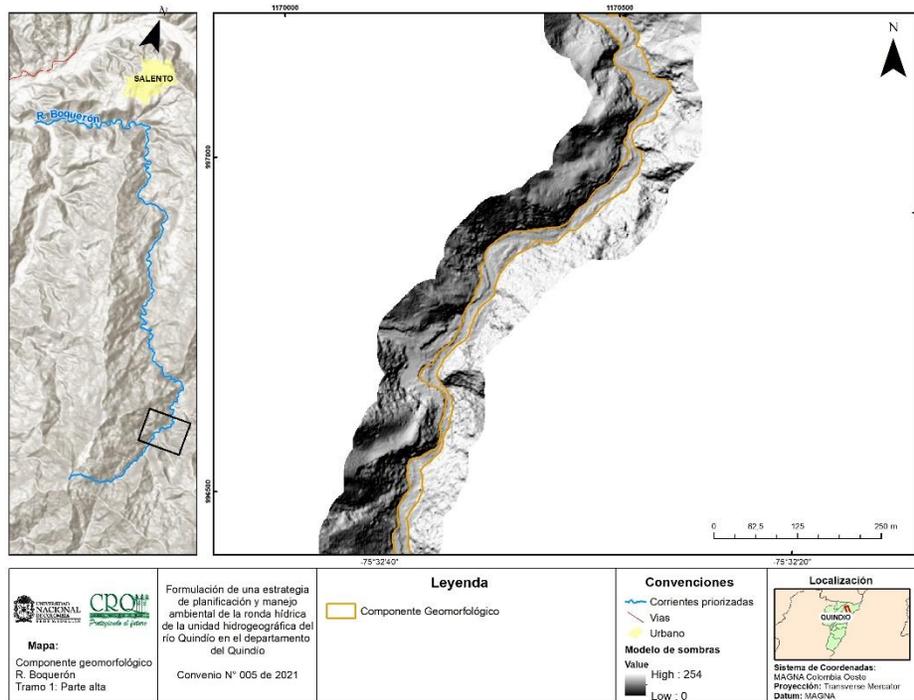


Figura 137. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Boquerón, parte alta.

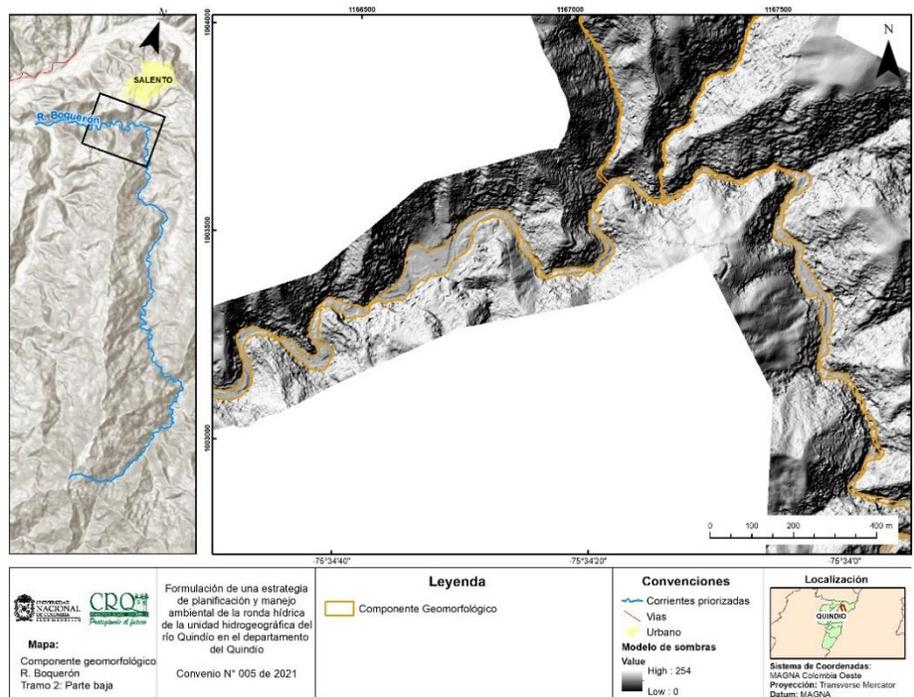


Figura 138. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Boquerón, parte baja.

5.1.3.2 Río Quindío

En su parte baja el componente geomorfológico corresponde al cauce activo, los diferentes tipos de barras, las llanuras de inundación, los cauces inactivos y abandonados (Figura 139).

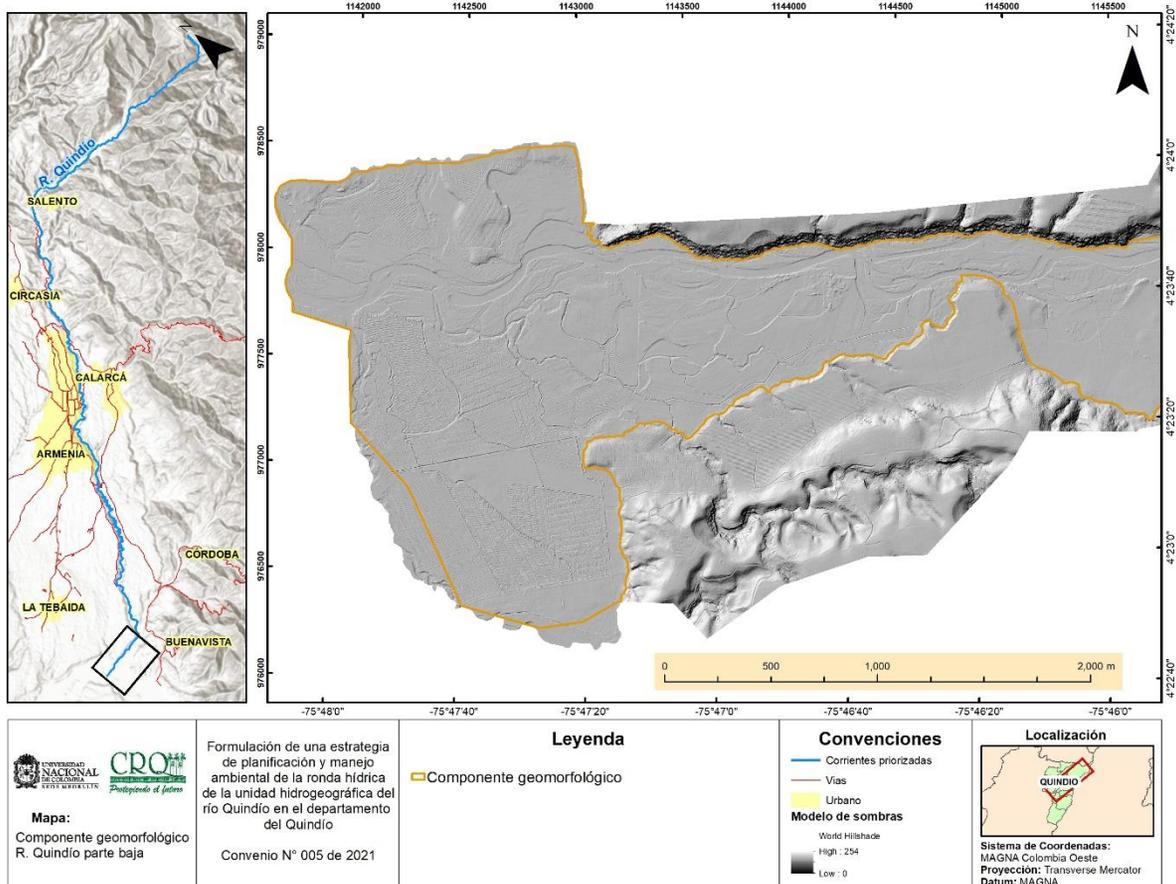


Figura 139. Delimitación del componente geomorfológico, mostrando el río Quindío en su parte baja.

5.1.3.3 Río Navarco

El componente geomorfológico en la parte alta del río Navarco corresponde al cauce aluvial, las barras y llanuras que se encuentran en algunos sectores amplios en este tramo (Figura 140). En la parte baja, el componente geomorfológico se obtiene al integrar el cauce aluvial, las barras, las llanuras de inundación, los cauces aluviales inactivos y abandonados, además, en este tramo se incluyen terrazas bajas, con alturas entre 2 y 3 m debido a que se considera que el río, al presentar un mayor caudal, puede llegar a inundar estas zonas (Figura 141).

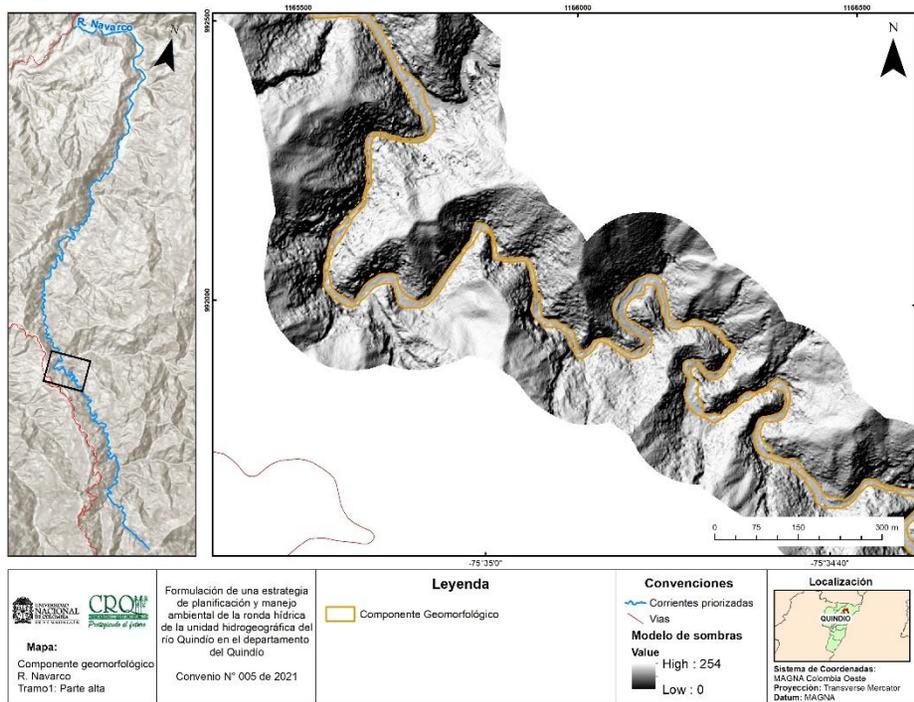


Figura 140. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Navarcho, parte alta.

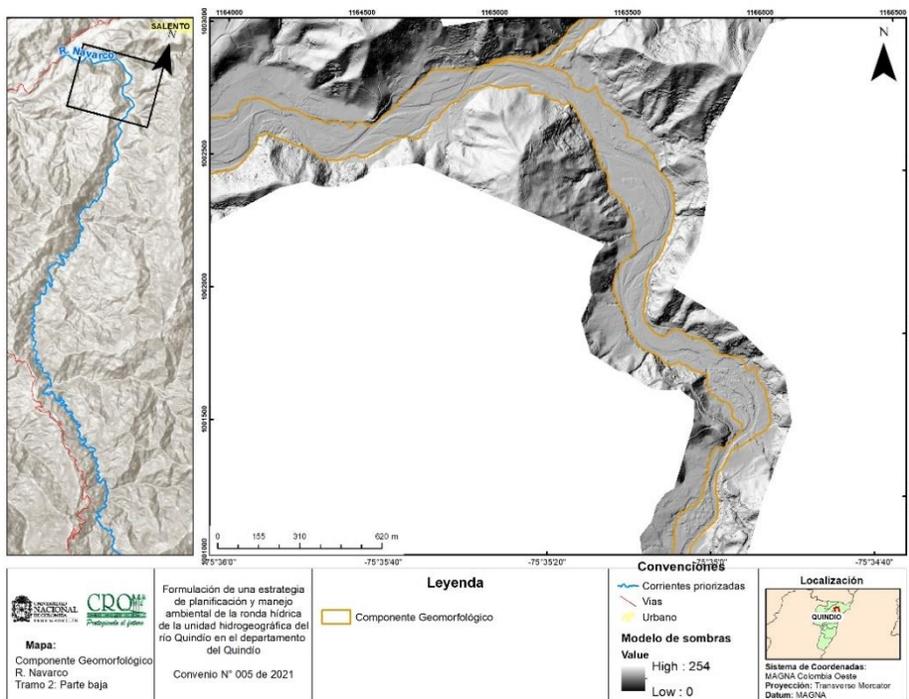


Figura 141. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Navarcho, parte baja.

5.1.3.4 Río Verde

En la parte alta del río Verde el componente geomorfológico de la ronda hídrica se compone por el cauce aluvial, las barras y las llanuras de inundación que se encuentran en algunos tramos amplios del cañón del río (Figura 142).

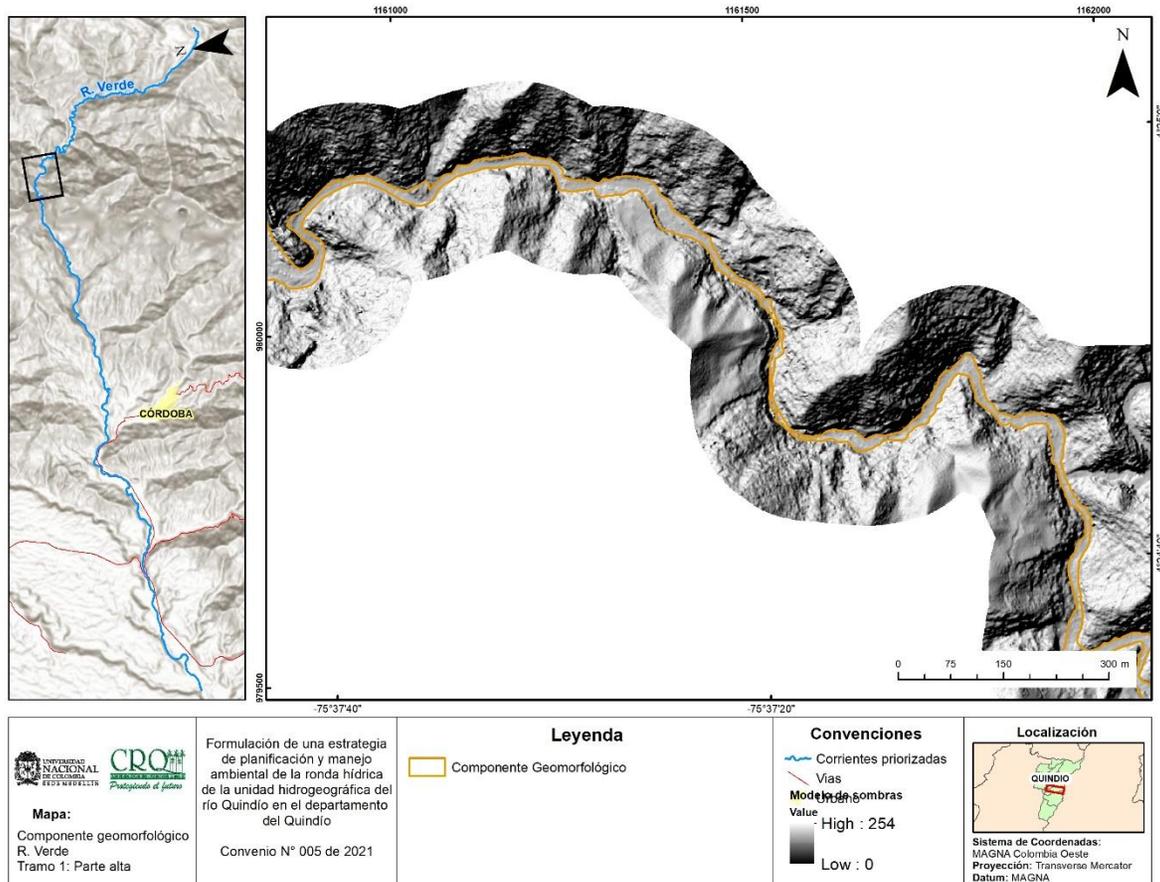


Figura 142. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 1 del río Verde, parte alta.

En la parte media se incluyeron los diferentes cauces inactivos y abandonados que se encuentran a lo largo del tramo y el nivel de terrazas más reciente, el cual se encuentra entre los 2 y 3 m (Figura 143).

En el último tramo del río, la componente geomorfológica corresponde al cauce aluvial, las barras, los canales activos y abandonados, las llanuras de inundación y el nivel de terrazas más reciente, encontrado entre 2 y 3 m (Figura 144).

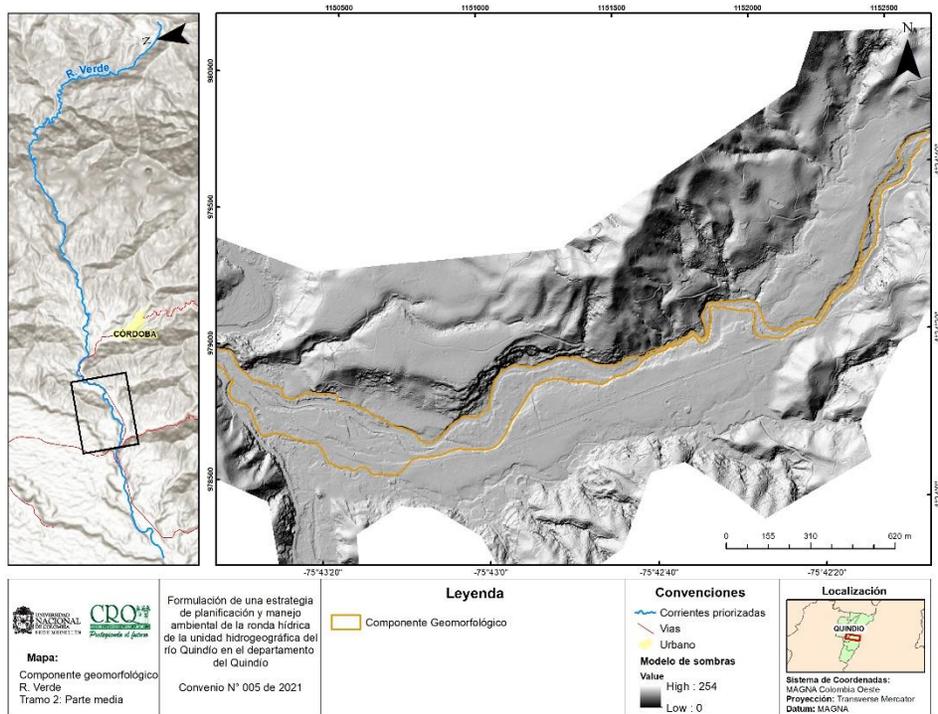


Figura 143. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 2 del río Verde, parte media.

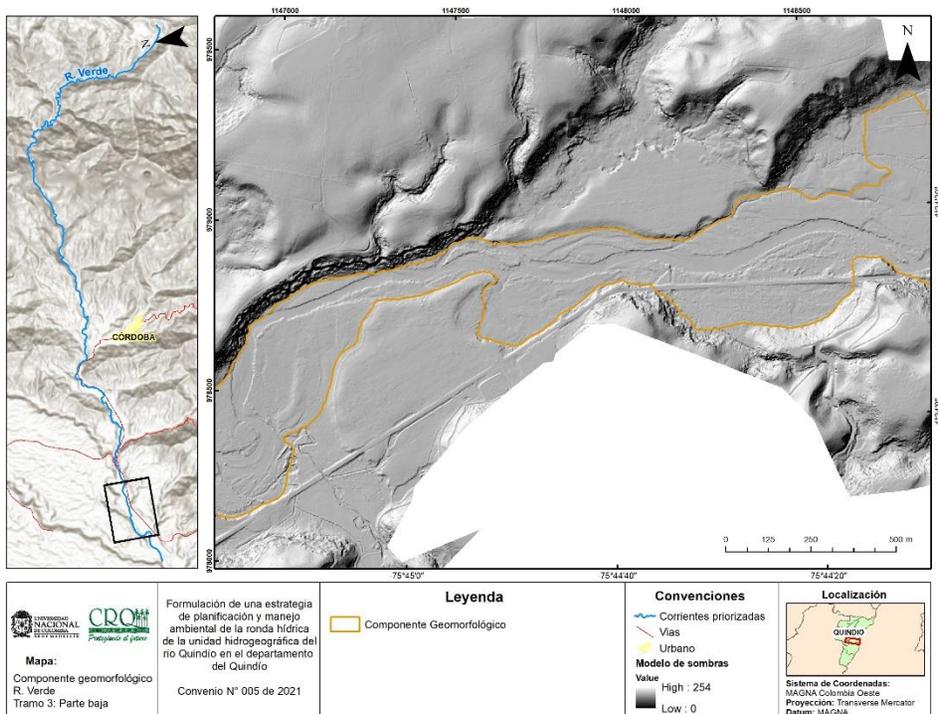


Figura 144. Delimitación del componente geomorfológico del tramo 3 del río Verde, parte baja.

5.1.3.5 Quebrada Bolivia

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada Bolivia se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geoformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 145).

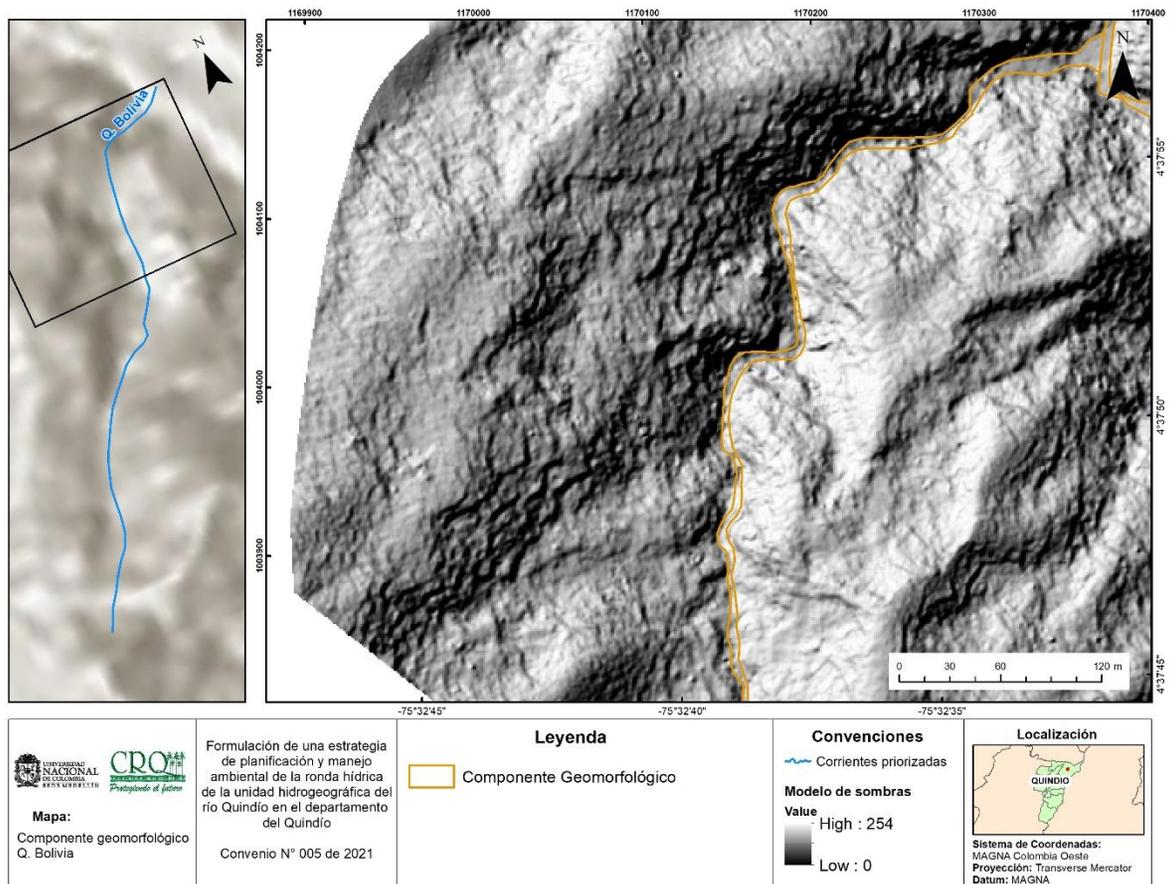


Figura 145. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Bolivia.

5.1.3.6 Quebrada Boquía

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada Boquía se tomó igual al cauce aluvial actual en gran parte del tramo priorizado excepto en la parte baja donde se forman algunas terrazas y llanuras de inundación (Figura 146).

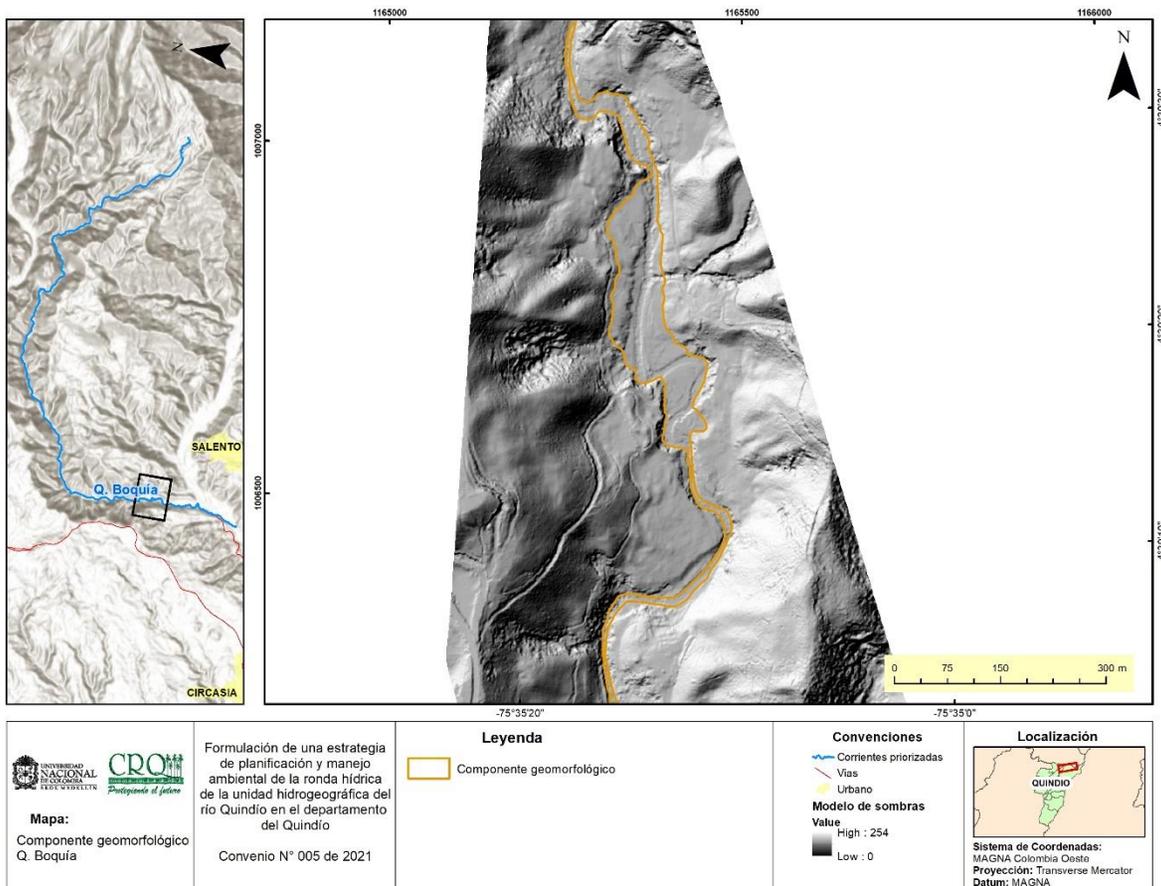


Figura 146. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Boquilla.

5.1.3.7 Quebrada Cárdenas

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada Cárdenas se tomó igual al cauce aluvial actual en gran parte del tramo priorizado excepto en la parte baja donde se forman algunas terrazas aluviotorrenciales y llanuras de inundación (Figura 147).

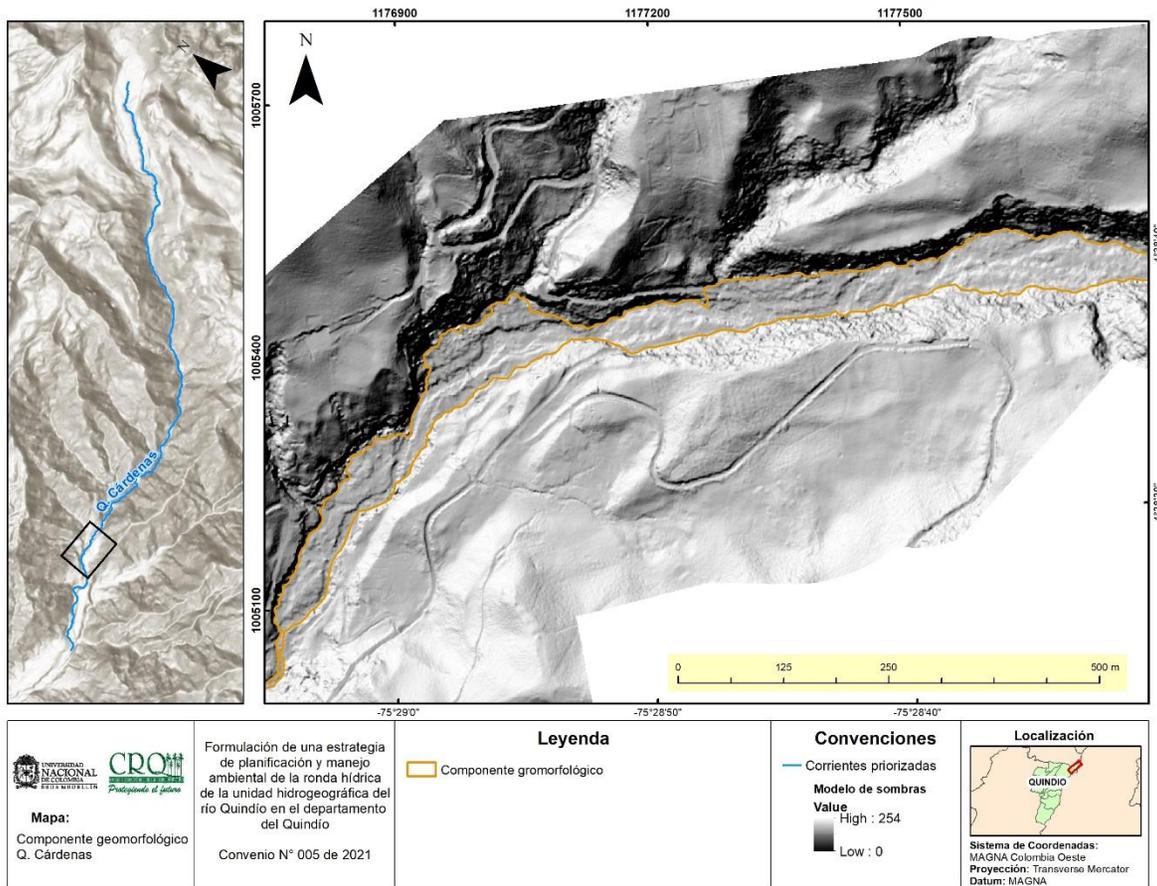


Figura 147. Delimitación del componente geomorfológico, mostrando la quebrada Cárdenas.

5.1.3.8 Quebrada Corozal

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada Corozal se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geoformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 148).

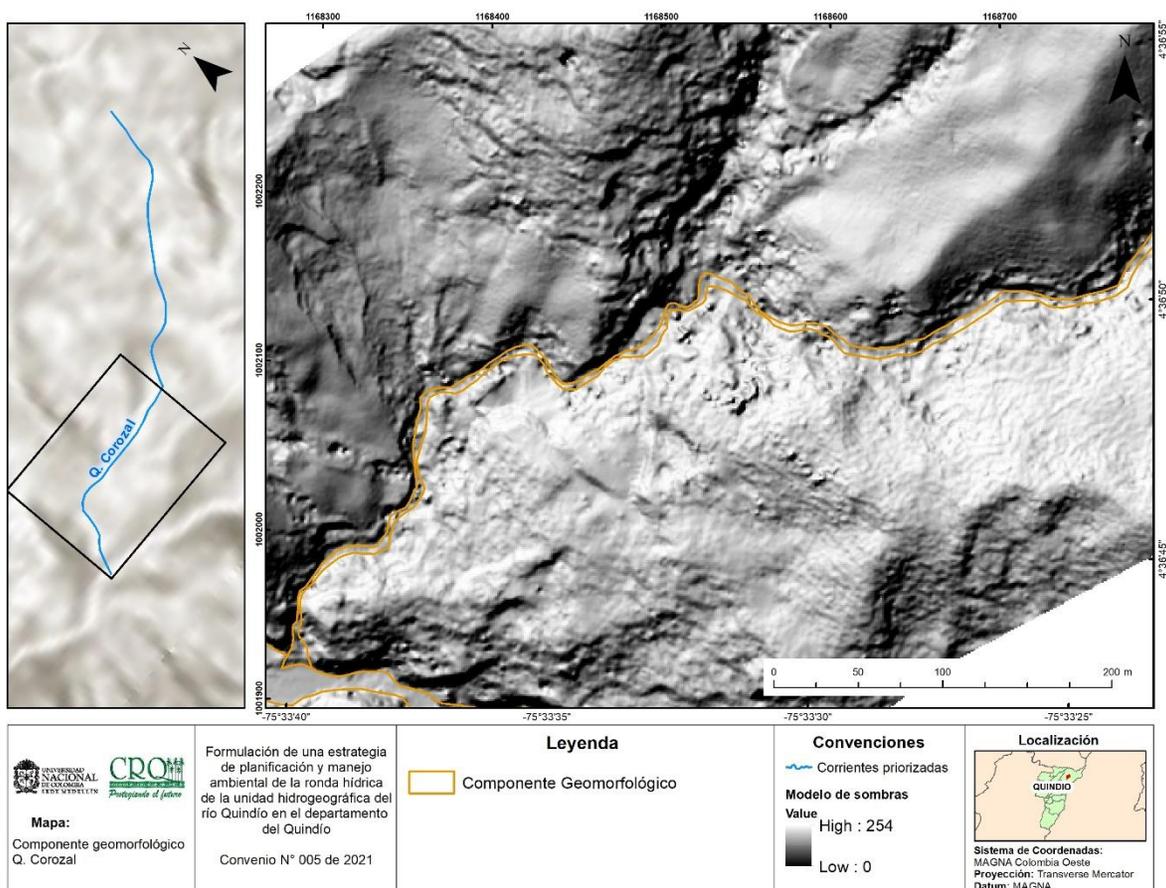


Figura 148. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Corozal.

5.1.3.9 Quebrada Cruz Gorda

Para la quebrada Cruz Gorda el componente geomorfológico se delimita tomando las geoformas del cauce aluvial actual y las llanuras de inundación que se encuentran a lo largo de la parte baja de la quebrada, no se tomaron niveles de terraza debido a que se considera que el caudal de la quebrada no es suficiente para inundar estas geoformas (Figura 149).

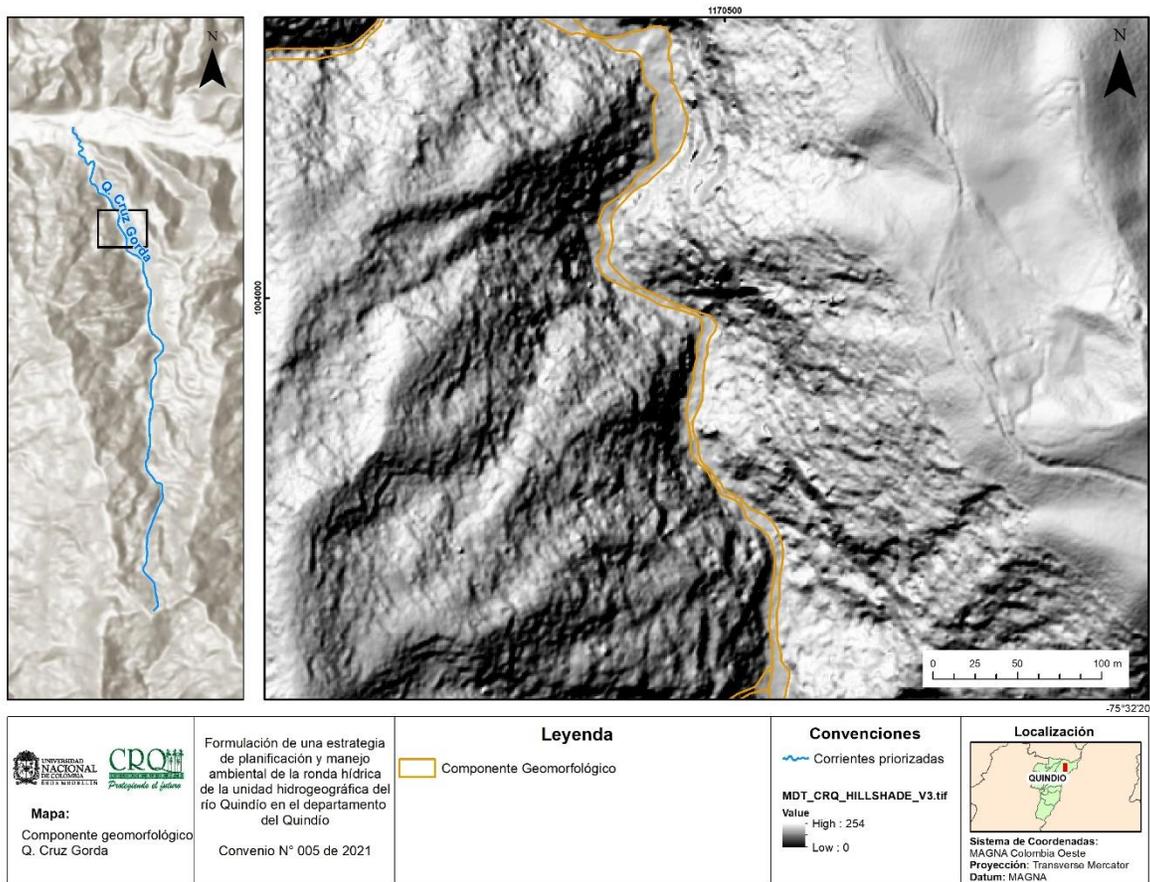


Figura 149. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Cruz Gorda.

5.1.3.10 Quebrada El Mudo

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada El Mudo se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geoformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 150).

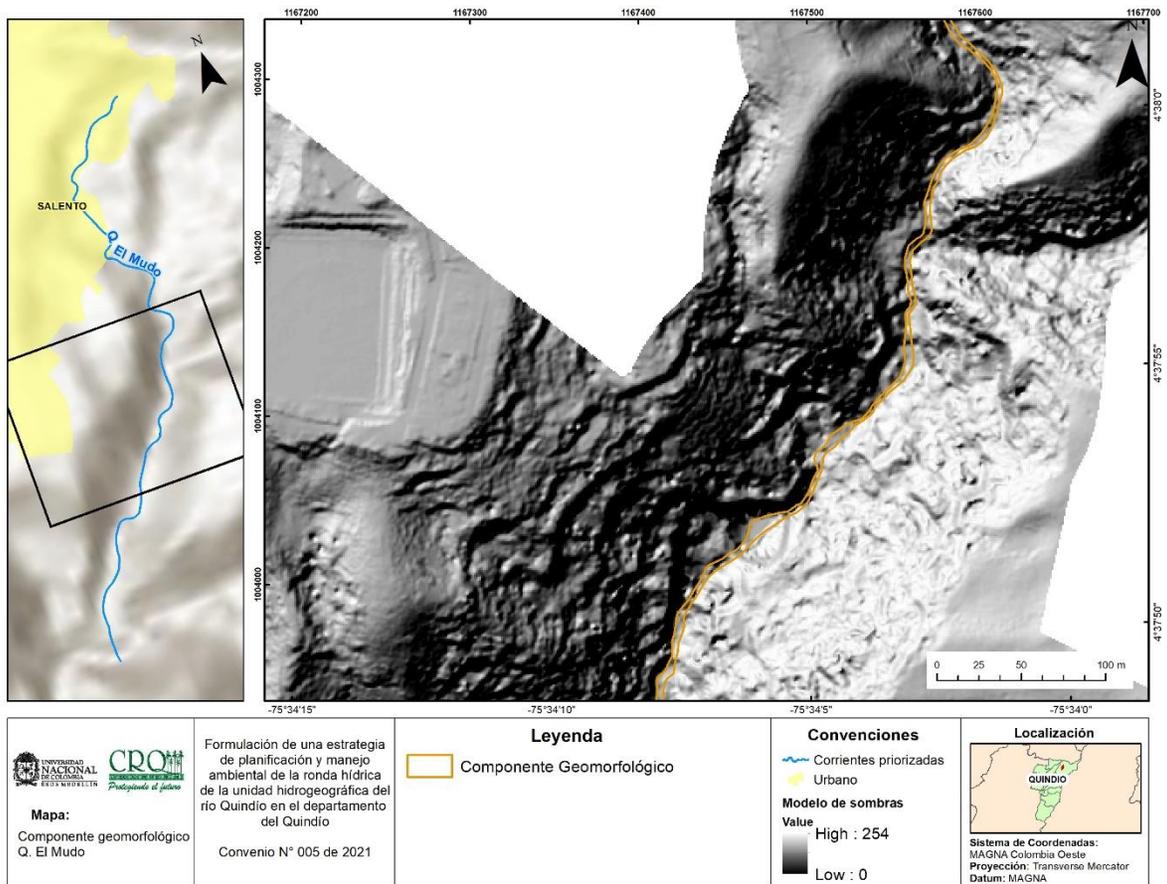


Figura 150. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada El Mudo.

5.1.3.11 Quebrada El Pescador

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada El Pescador se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 151).

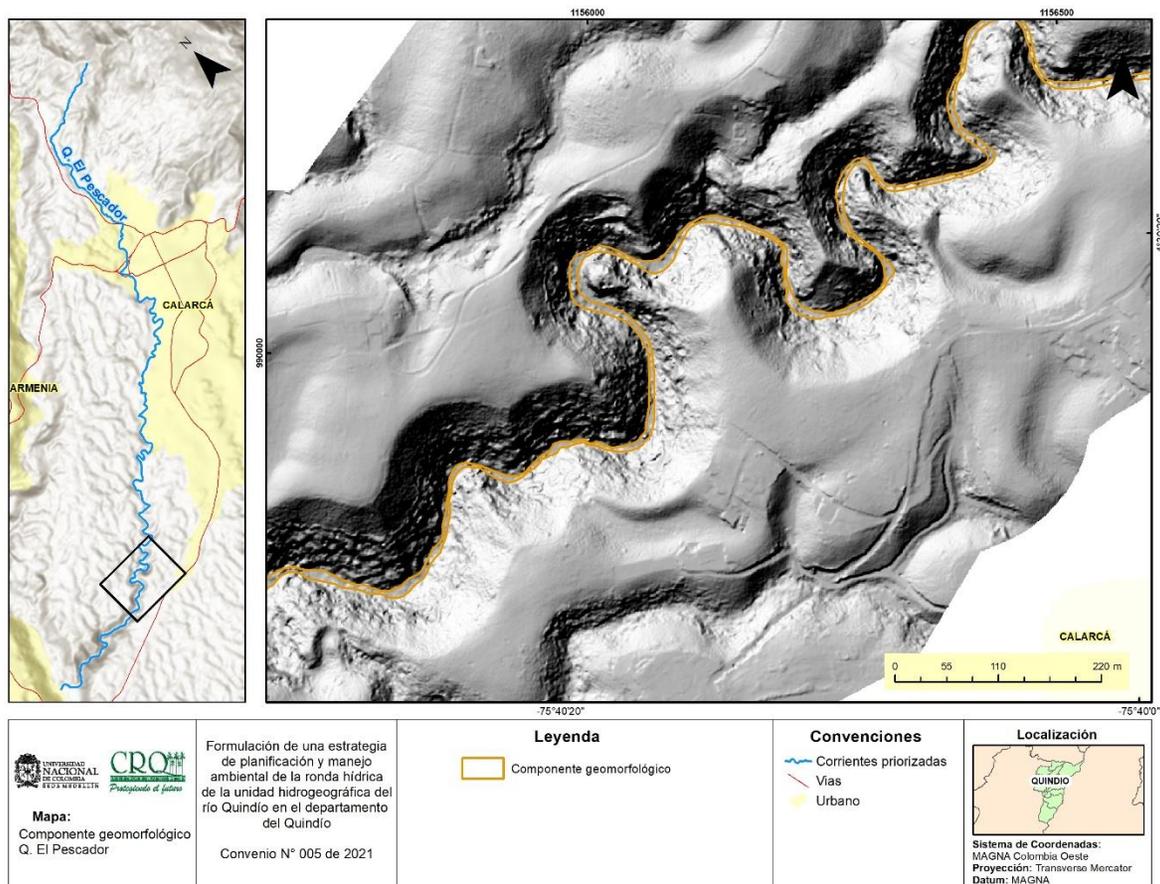


Figura 151. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada El Pescador

5.1.3.12 Quebrada La Calzada

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada La Calzada se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 152).

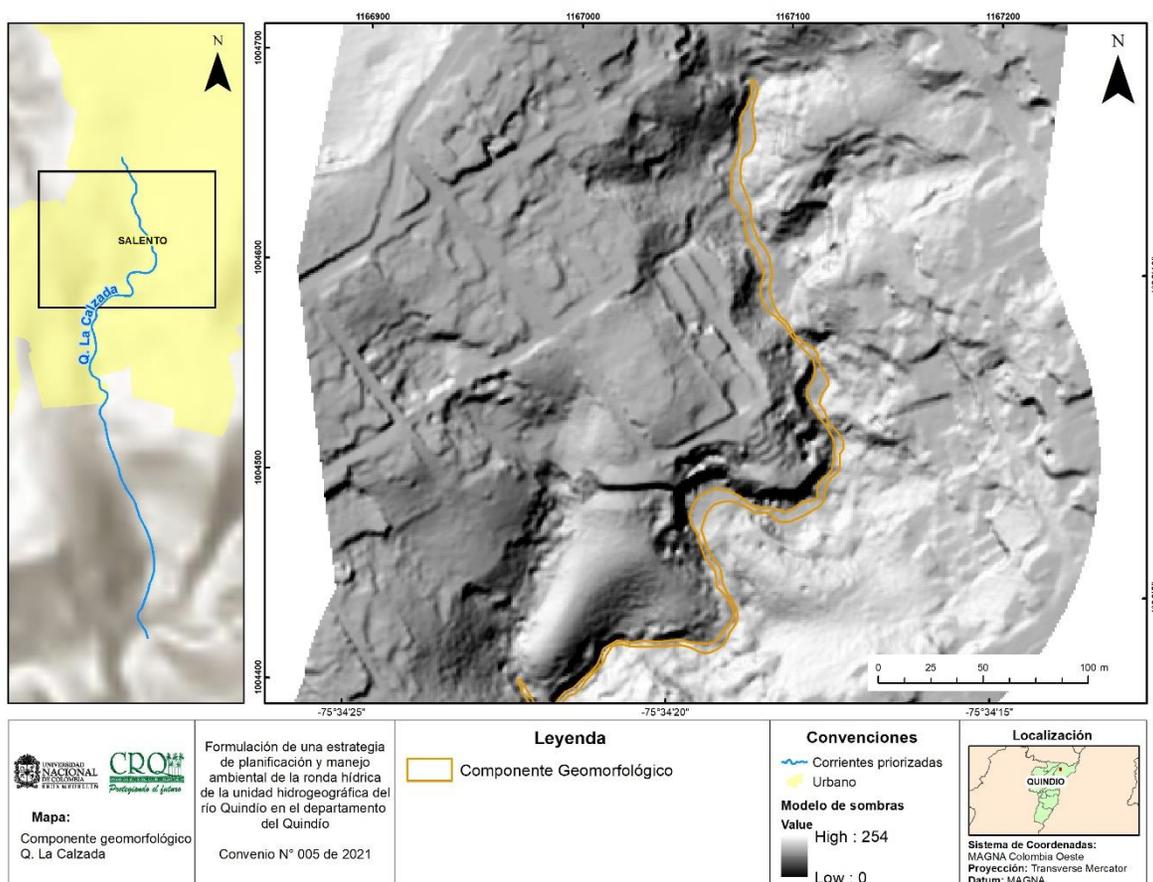


Figura 152. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Calzada.

5.1.3.13 Quebrada La Cristalina

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada La Cristalina se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 153).

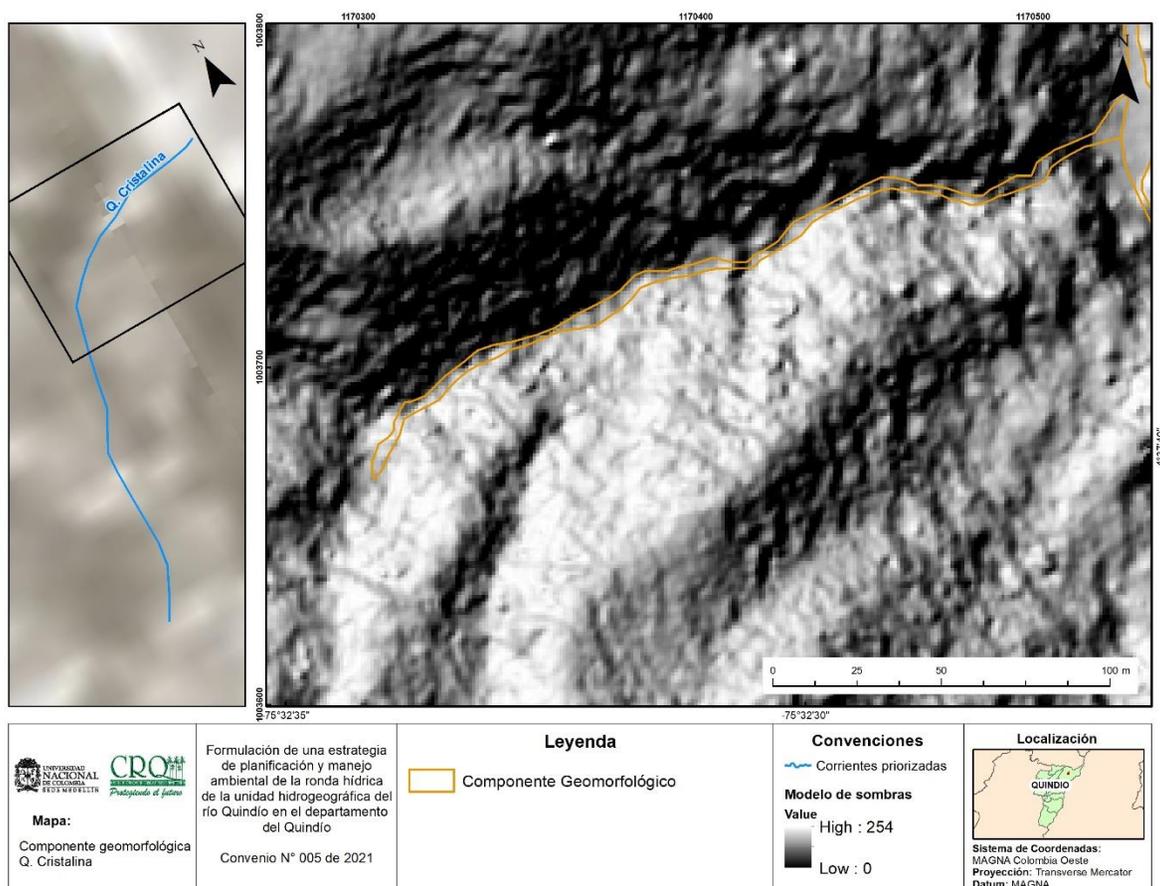


Figura 153. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Cristalina.

5.1.3.14 Quebrada La Florida

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada La Florida se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 154).

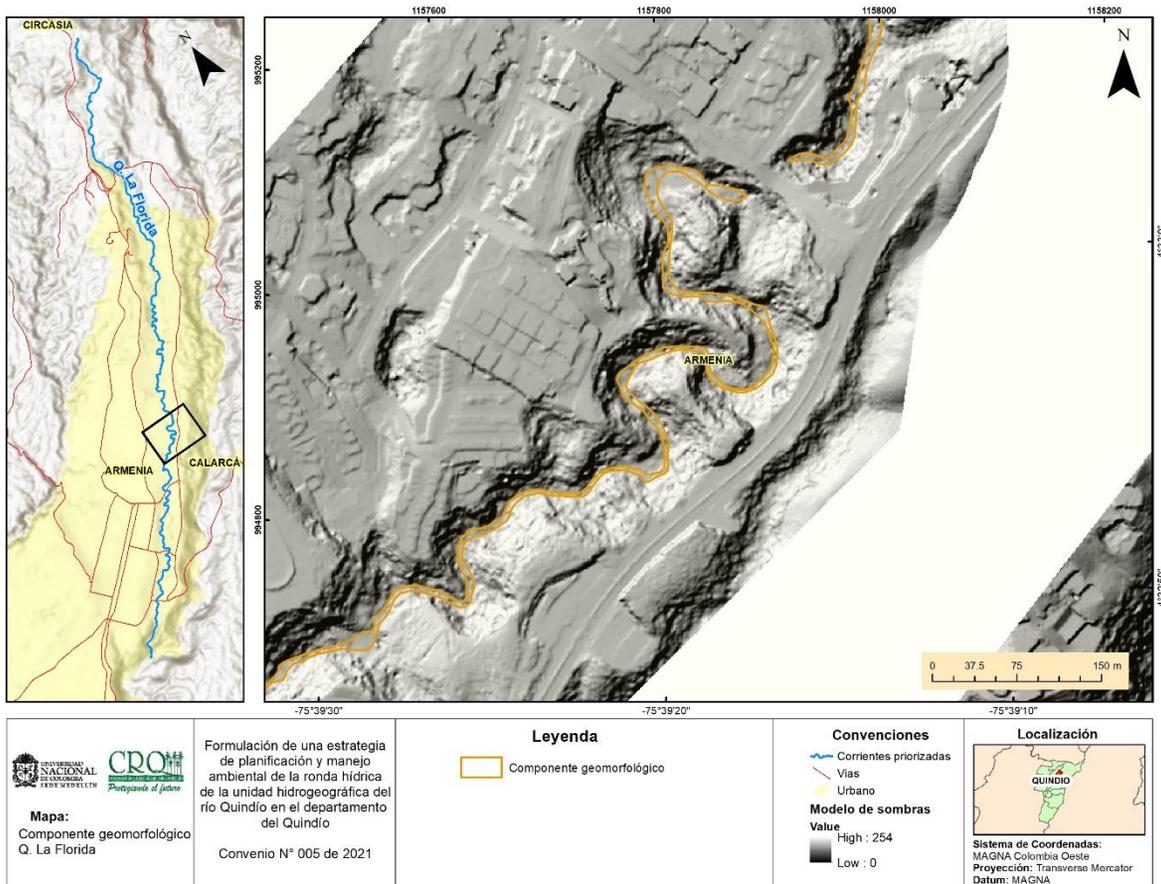


Figura 154. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Florida.

5.1.3.15 Quebrada La Víbora

El componente geomorfológico de la ronda hídrica para la quebrada La Víbora se tomó igual al cauce aluvial actual ya que ésta quebrada no presenta divagación y no hay posibilidad de desarrollar geoformas fluviales por todas las características geomorfológicas ya expuestas (Figura 155).

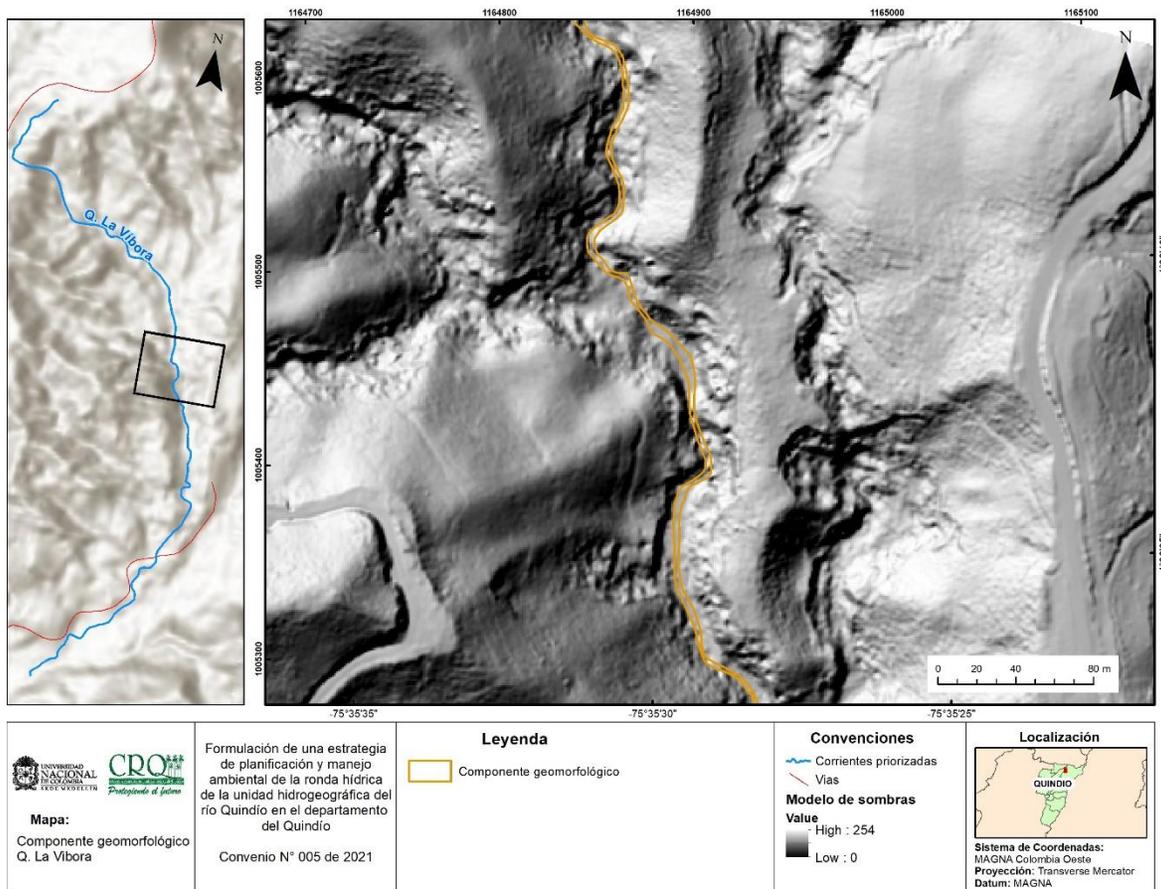


Figura 155. Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada La Víbora.

5.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO

Para delimitar el componente hidrológico de la ronda hídrica es fundamental estimar los caudales máximos asociados a diferentes periodos de retorno de un sistema lóxico. Lo anterior, implica la necesidad de conocer y caracterizar el comportamiento hidrológico del área de estudio, estimar las intensidades asociadas a diversos periodos de retorno mediante análisis de frecuencias de datos de precipitación, escalamiento simple, curvas IDF de referencia para las estaciones de análisis, entre otros.

Los caudales máximos son utilizados para la definición de banca llena o caudal formador y también para estimar las amenazas por inundación asociadas a diferentes periodos de retorno. Así mismo, son la principal variable de entrada para conocer las alturas y velocidades del flujo de las inundaciones o crecidas sobre el terreno. Es decir, la identificación de caudales máximos permitirá alimentar los modelos hidráulicos y así conocer la distribución espacial y temporal de la profundidad y velocidad del flujo sobre el terreno, así como la extensión en el espacio (ocupación) de la avenida.

Por lo tanto, se debe representar la hidrología en las unidades hidrográficas para calcular los caudales máximos a partir del hietograma de la tormenta de diseño y los parámetros morfométricos de las unidades hidrográficas. En la Figura 156 se muestra la metodología general para estimar los caudales máximos de diversos periodos de retorno.

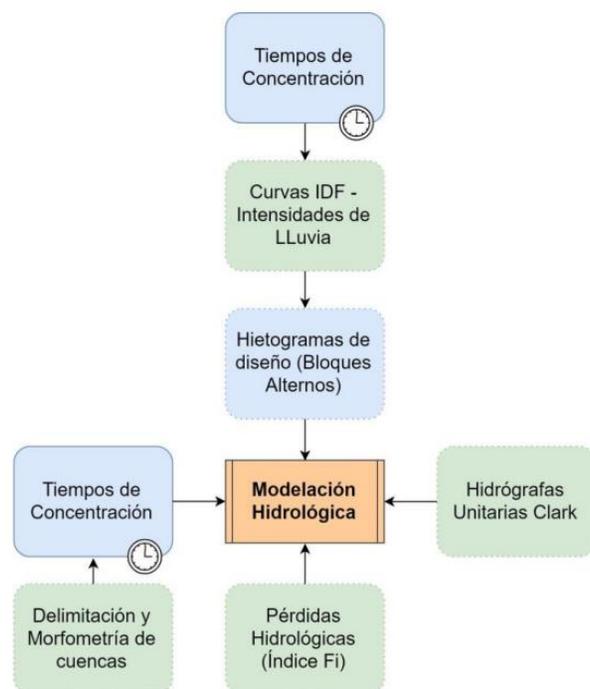


Figura 156. Metodología empleada para estimar caudales máximos.

5.2.1 Revisión y análisis de información hidrometeorológica

5.2.1.1 Estaciones meteorológicas

Inicialmente se descarga la información de todas las estaciones en la zona de estudio que tengan registros de precipitación y temperatura, dicha información es de acceso libre a través de la página web del IDEAM, allí se encuentran estaciones operadas por el IDEAM y por otras entidades. Para esta zona de estudio, se accedió a la información de las estaciones operadas por IDEAM y por CRQ. En la Tabla 14 se listan todas las estaciones con registros de precipitación cercanas a los tramos priorizados y en la Figura 157, se muestran todas las estaciones que se tienen en el departamento.

Las estaciones marcadas con * fueron suministradas directamente por CRQ y no se encontró asociación alguna con los códigos presentes en el catálogo nacional de estaciones hidrometeorológicas de IDEAM, por lo tanto, están referenciadas con el código interno de la entidad y en algunas, se desconoce el tipo de estación.

Además, se identificaron estaciones climatológicas operadas por la Federación Nacional de Cafeteros y por CENICAFÉ, las cuales fueron solicitadas por la plataforma AGROCLIMA.

Según la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia (Minambiente, 2018), solo se deben utilizar las estaciones que tengan más de 15 años de registro y menos del 10% de valores faltantes en la serie. Por esto, de las estaciones que se encuentran en la Tabla 14, sólo 13 estaciones de 34 cumplen este criterio.

Tabla 14. Listado de estaciones con registros de precipitación cercanas a los tramos de estudio.

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Municipio	Fecha inicial	Fecha final	Escala temporal	Tipo de estación	Entidad	Total datos [años]	Faltantes	Criterio
26125210	COCORA [26125210]	4,63	-75,50	Salento	01/07/1971	30/06/1983	Diaria	pluviométrica	CRQ	12,0	9,08%	No cumple
26125200	ESPAÑOLA LA [26125200]	4,58	-75,87	Quimbaya	01/01/1972	30/11/2011	Diaria	Climática Ordinaria	CRQ	39,9	15,80%	No cumple
26125760	PEÑAS BLANCAS - AUT [26125760]	4,48	-75,64	Calarcá	24/03/2006	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	5,8	35,94%	No cumple
26125270	BREMEN [26125270]	4,67	-75,60	Finlandia	01/04/1971	31/12/2011	Diaria	Climática Principal	CRQ	40,8	5,09%	Cumple
26125750	NAVARCO - AUT [26125750]	4,48	-75,55	Salento	01/01/1972	31/12/2011	Diaria	Climática principal	CRQ	40,0	5,53%	Cumple
26120380	GIBRALTAR [26120380]	4,18	-75,73	Génova	14/06/1971	31/07/1995	Diaria	Pluviométrica	CRQ	24,1	7,10%	Cumple
26120410	INDIA LA [26120410]	4,68	-75,67	Finlandia	13/04/1971	31/12/1986	Diaria	Pluviométrica	CRQ	15,7	23,93%	No cumple
26120370	PLANADAS [26120370]	4,50	-75,63	Calarcá	19/04/1985	31/08/2004	Diaria	Pluviométrica	CRQ	19,4	2,89%	Cumple
26120390	TUNEL EL [26120390]	4,50	-75,58	Calarcá	01/01/1971	31/10/1990	Diaria	Pluviométrica	CRQ	19,8	2,39%	Cumple
26120360	ALBANIA LA [26120360]	4,47	-75,72	Calarcá	01/04/1971	30/06/1986	Diaria	Pluviométrica	CRQ	15,3	1,42%	Cumple
26120430	BARRAGAN [26120430]	4,33	-75,78	Pijao	01/04/1971	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	40,8	33,29%	No cumple
26120690	MONTAÑA LA [26120690]	4,62	-75,45	Salento	20/08/1987	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	24,4	6,85%	Cumple
26120710	ESTRELLA DE AGUA [26120710]	4,62	-75,43	Salento	01/01/1995	31/03/2006	Diaria	Pluviométrica	CRQ	11,3	1,31%	No cumple
26120330	PICOTA LA [26120330]	4,63	-75,65	Salento	01/05/1971	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	40,7	15,40%	No cumple
26120700	BOSQUE EL [26120700]	4,65	-75,43	Salento	15/10/1987	31/12/2005	Diaria	Pluviométrica	CRQ	18,2	0,02%	Cumple
26120320	GOBERNACION [26120320]	4,53	-75,68	Armenia (Quindío)	19/03/1972	31/12/1985	Diaria	Pluviométrica	CRQ	13,8	12,61%	No cumple
26120400	BUENOS AIRES [26120400]	4,53	-75,60	Salento	01/04/1971	31/10/1971	Diaria	Pluviométrica	CRQ	0,6	4,67%	No cumple
18	EL JARDIN *	4,15	-75,75	Génova	14/03/2002	30/09/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	9,6	2,93%	No cumple

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados

Convenio 005 de 2021

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Municipio	Fecha inicial	Fecha final	Escala temporal	Tipo de estación	Entidad	Total datos [años]	Faltantes	Criterio
21	CRQ *	4,56	-75,66	Armenia (Quindío)	01/04/1971	31/12/2011	Diaria	Climática ordinaria	CRQ	40,8	7,67%	Cumple
26	VIVERO TEBAIDA *	4,45	-75,79	La Tebaida	01/04/1971	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	40,8	13,60%	No cumple
28	VIVERO MONTENEG *	4,57	75,74	Montenegro	25/11/2011	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	0,1	33,30%	No cumple
29	EL REPOSO *	N.R	N.R	Pijao	01/01/1991	31/12/1994	Diaria	Pluviométrica	CRQ	4,0	0,55%	No cumple
37	LA SIERRA *	4,34	-75,68	Pijao	01/01/1996	31/12/2011	Diaria	Climática ordinaria	CRQ	16,0	5,78%	Cumple
45	EL CAIRO *	4,21	-75,81	Génova	01/01/1996	31/12/2011	Diaria	Climática ordinaria	CRQ	16,0	24,98%	No cumple
46	VIVERO GENOVA *	4,21	-75,79	Génova	17/06/2007	31/12/2007	Diaria	Pluviométrica	CRQ	0,5	7,58%	No cumple
62	EL COFRE *	4,48	-75,05	Calarcá	23/04/2010	31/08/2010	Diaria	Pluviométrica	CRQ	0,4	5,34%	No cumple
67	EL TAPIR *	N.R	N.R	Pijao	23/07/2009	31/12/2011	Diaria	Pluviométrica	CRQ	2,4	13,34%	No cumple
26120420	SAN RAFAEL [26120420]	4,53	-75,65	Calarcá	05/04/1971	30/06/1986	Diaria	Pluviométrica	E.P.	15,2	1,69%	Cumple
26125110	PLAYA LA [26125110]	4,22	-75,77	Génova	01/11/1987	31/12/2011	Diaria	Climática Ordinaria	IDEAM	24,2	0,42%	Cumple
26125300	CALARCA - AUT [26125300]	4,53	-75,60	Calarcá	01/01/2017	14/02/2022	Diaria	Climática Principal	IDEAM	5,1	0,00%	No cumple
26125290	ARMENIA - AUT [26125290]	4,53	-75,69	Armenia (Quindío)	01/01/2017	20/10/2018	Diaria	Climática Principal	IDEAM	1,8	0,00%	No cumple
2612500038	CRQ ARMENIA - AUT [2612500038]	N.R	N.R	N.R	01/04/1971	31/12/2011	Diaria	Climática Principal	CRQ	40,8	7,67%	Cumple
26127010	EL ALAMBRADO [26127010]	4,41	-75,88	La Tebaida	19/01/2017	12/02/2022	Diaria	Limnigráfica	IDEAM	5,1	0,00%	No cumple
26125061	AEROPUERTO EL EDEN - - AUT [26125061]	4,45	-75,77	Armenia (Quindío)	24/12/2016	14/02/2022	Diaria	Sinóptica Principal	IDEAM	5,1	0,00%	No cumple

* No se reporta el código de la estación de la información entregada por CRQ.

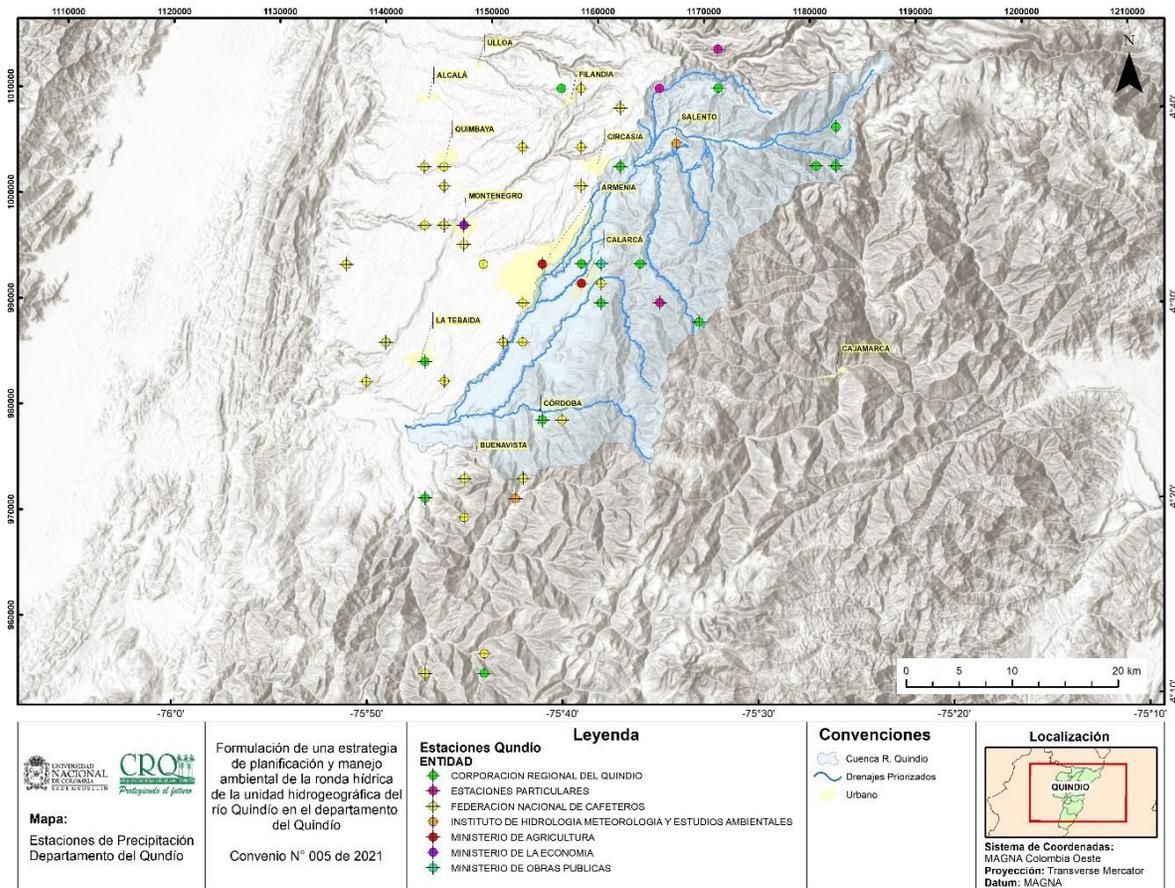


Figura 157. Estaciones de precipitación en el departamento del Quindío.

5.2.1.2 Estaciones de caudal

De la misma forma que en las estaciones meteorológicas se accedió a la información disponible para caudal y nivel en el sitio web de IDEAM y a la información suministrada por CRQ. En la Tabla 15 se listan las estaciones con la información correspondiente y en la Figura 158, se presenta la ubicación de las mismas.

Para el caso de las estaciones de nivel y caudal se resalta que ninguna de las 12 cumple con el criterio de longitud y porcentaje de datos faltantes.

Tabla 15. Estaciones con medición de caudales y nivel en el departamento de Quindío.

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Municipio	Fecha inicial	Fecha final	Escala temporal	Tipo de estación	Parámetro	Entidad	Total datos [años]	Faltantes
26125505	LA BELLA - AUT [26125505]	4,50	-75,67	Calarcá	09/07/1993	19/11/2010	Horaria	Climática Principal	Nivel	CENICAFE	17,4	76,67%
26125260	CENTRO DE GUADUA [26125260]	4,40	-75,72	Córdoba (Quindío)	09/06/1987	31/08/2009	Horaria	Climática Ordinaria	Nivel	CRQ	22,2	39,74%
26127230	BOCATOMA EPA - AUT [26127230]	4,63	-75,60	Salento	08/04/1987	21/12/2011	Horaria	Limnigráfica	Nivel	CRQ	24,7	25,53%
26127250	PALESTINA BAJA - AUT [26127250]	4,62	-75,60	Salento	01/07/1995	31/08/2009	Horaria	Limnigráfica	Nivel	CRQ	14,2	50,69%
1	CALLE LARGA*	4,42	-75,77	Calarcá	20/04/1987	31/10/2011	Horaria		Nivel	CRQ	24,5	34,08%
3	PTO ALEJANDRIA*	4,63	-75,86	Quimbaya	01/05/1987	27/04/2001	Horaria	Limnimétrica	Nivel	CRQ	14,0	17,22%
5	LA HERRADURA*	4,46	-75,84	La Tebaida	12/09/1998	21/05/2001	Horaria	Limnimétrica	Nivel	CRQ	2,7	20,08%
8	CRISTALES*	4,44	-75,77	La Tebaida	01/05/1987	16/08/2010	Horaria	Limnimétrica	Nivel	CRQ	23,3	48,75%
9	RIO LEJOS*	4,30	-75,77	Pijao	02/08/1995	30/11/2000	Horaria	Limnimétrica	Nivel	CRQ	5,3	77,26%
10	SAN JUAN*	4,21	-75,80	Génova	20/04/1987	31/12/2003	Horaria	Limnimétrica	Nivel	CRQ	16,7	12,25%
26127030	BARRAGAN [26127030]	4,34	-75,79	Calarcá	01/01/2016	31/01/2022	Diaria	Limnimétrica	Nivel	IDEAM	6,1	33,30%
26127150	PIJAO [26127150]	4,33	-75,70	Pijao	01/01/2016	31/01/2022	Diaria	Limnimétrica	Caudal	IDEAM	6,1	0,00%

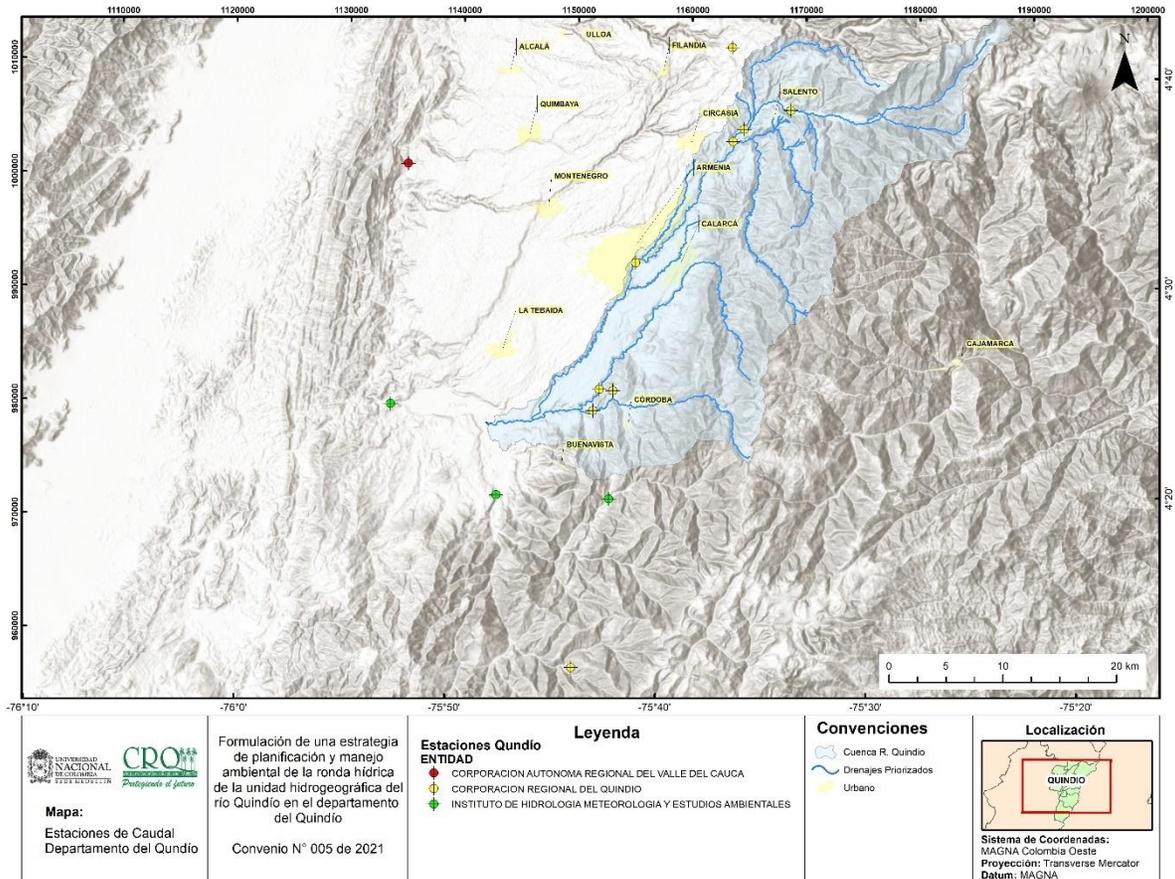


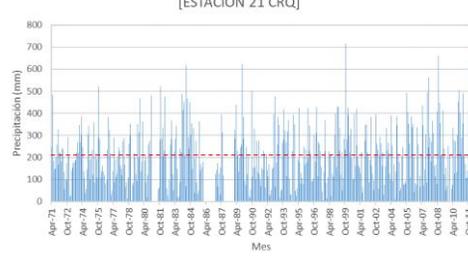
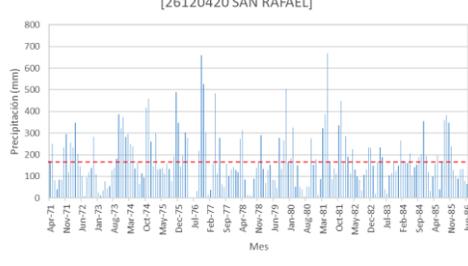
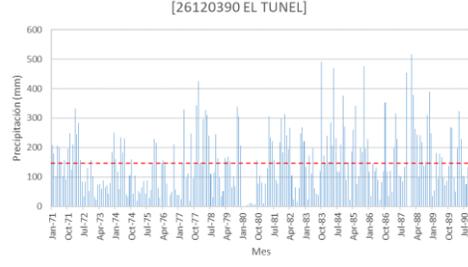
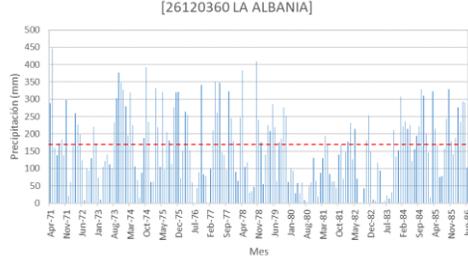
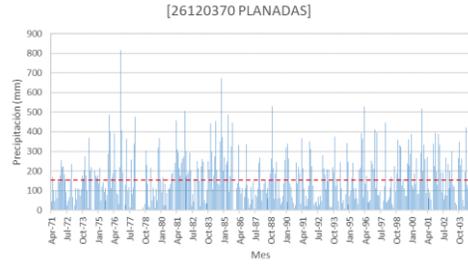
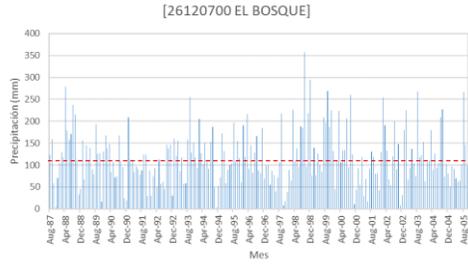
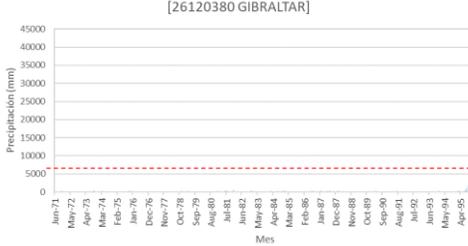
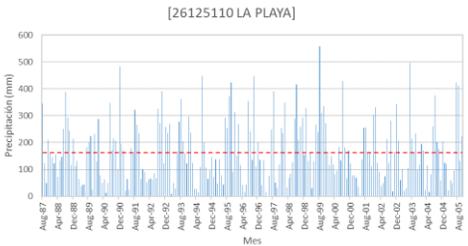
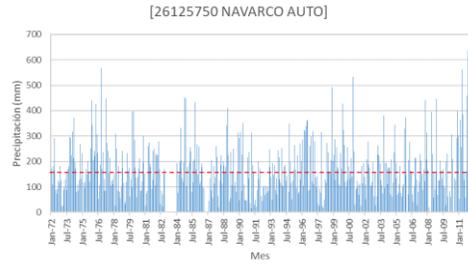
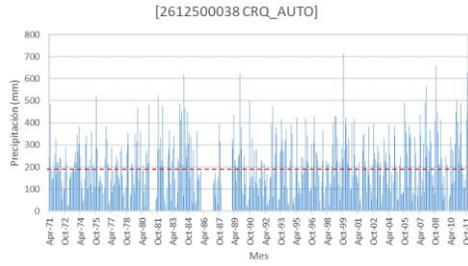
Figura 158. Estaciones limnimétrica en el departamento del Quindío.

5.2.1.3 Análisis de consistencia y homogeneidad

Inicialmente, se realiza un análisis exploratorio basado en una revisión cualitativa de los datos de la serie hidrológica por medio de la gráfica de la serie de tiempo mensual en la cual la información de la serie se representa por barras y la media de la serie por una línea horizontal de color rojo (Figura 159), la curva de masas simple y el diagrama de caja y bigotes (Figura 160 y Figura 161), estas fueron construidas a partir de la series de tiempo con resolución diaria, siendo la precipitación para determinado mes la suma de las precipitaciones de cada uno de sus días.

La información de las series fue analizada sin realizar ningún tratamiento de llenado de datos faltantes, estos se presentaron tal cual se obtuvieron las series de cada estación. Para la media los valores faltantes no se consideraron como valores de cero.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
Convenio Interadministrativo 005 de 2021



Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

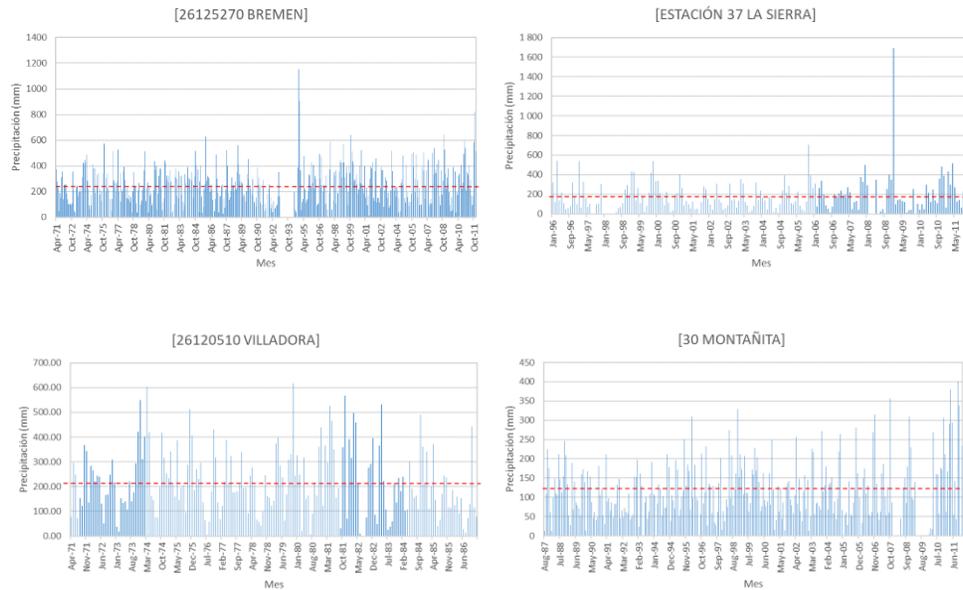
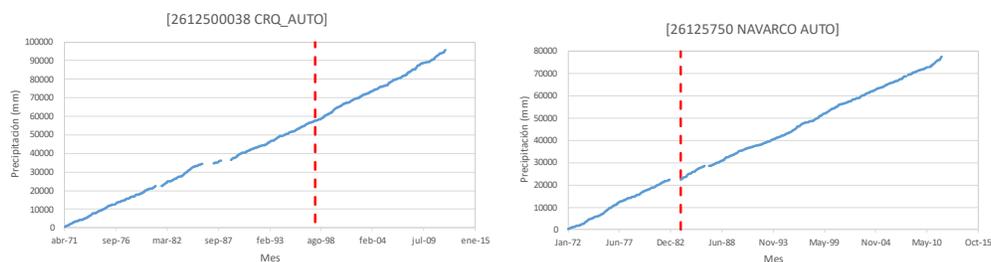


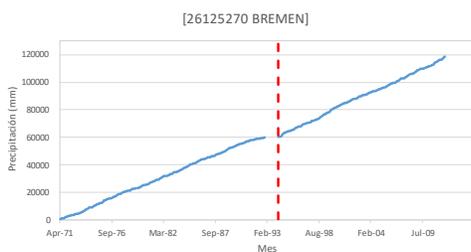
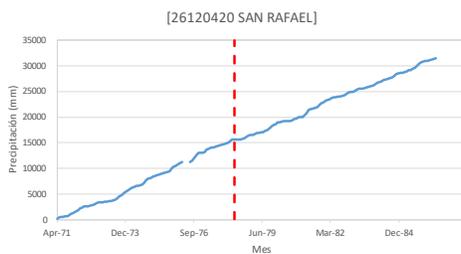
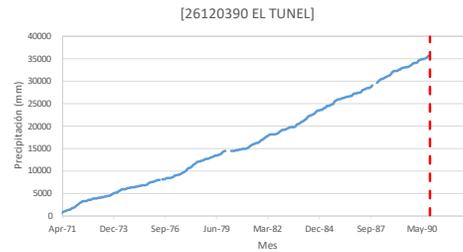
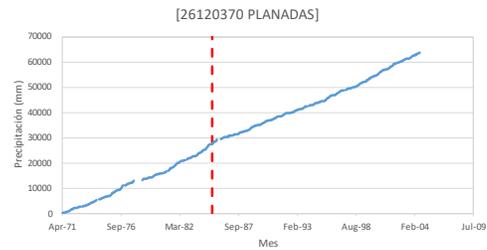
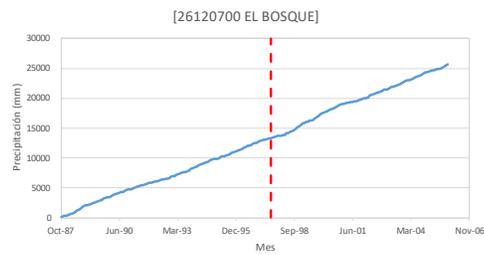
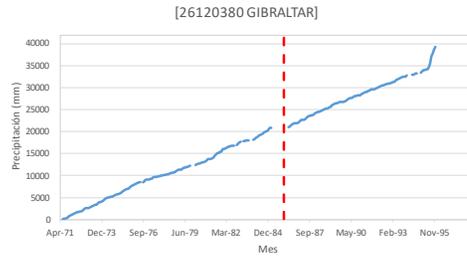
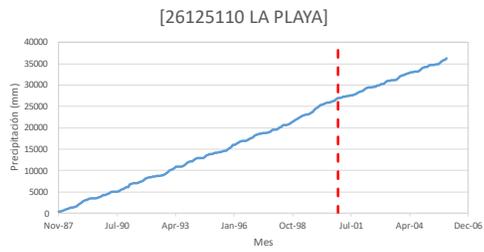
Figura 159. Series mensuales de precipitación para el periodo de registro disponible de cada estación.

De acuerdo con las gráficas, en la mayoría de las estaciones se observan datos de precipitación alta, siendo más marcados en las estaciones Gibraltar [26120380], Planadas [26120370], CRQ Armenia – Aut [2612500038], Bremen [26125270], y La Sierra [37]. Las estaciones La Albania [26120360] y San Rafael [26120420] poseen periodos notables donde los valores se mantuvieron por debajo de la media.

Para la detección de cambios en las series de precipitación es importante identificar puntos en las curvas de masa donde se presenten cambios de pendientes. La función de la curva de masa es plasmar la precipitación acumulada a lo largo de la serie (en azul). En rojo se plasma la fecha de corte que se explica más adelante (Figura 160).



Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
Convenio Interadministrativo 005 de 2021



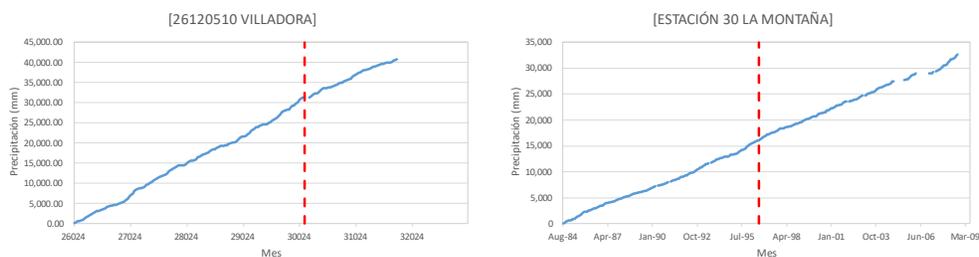


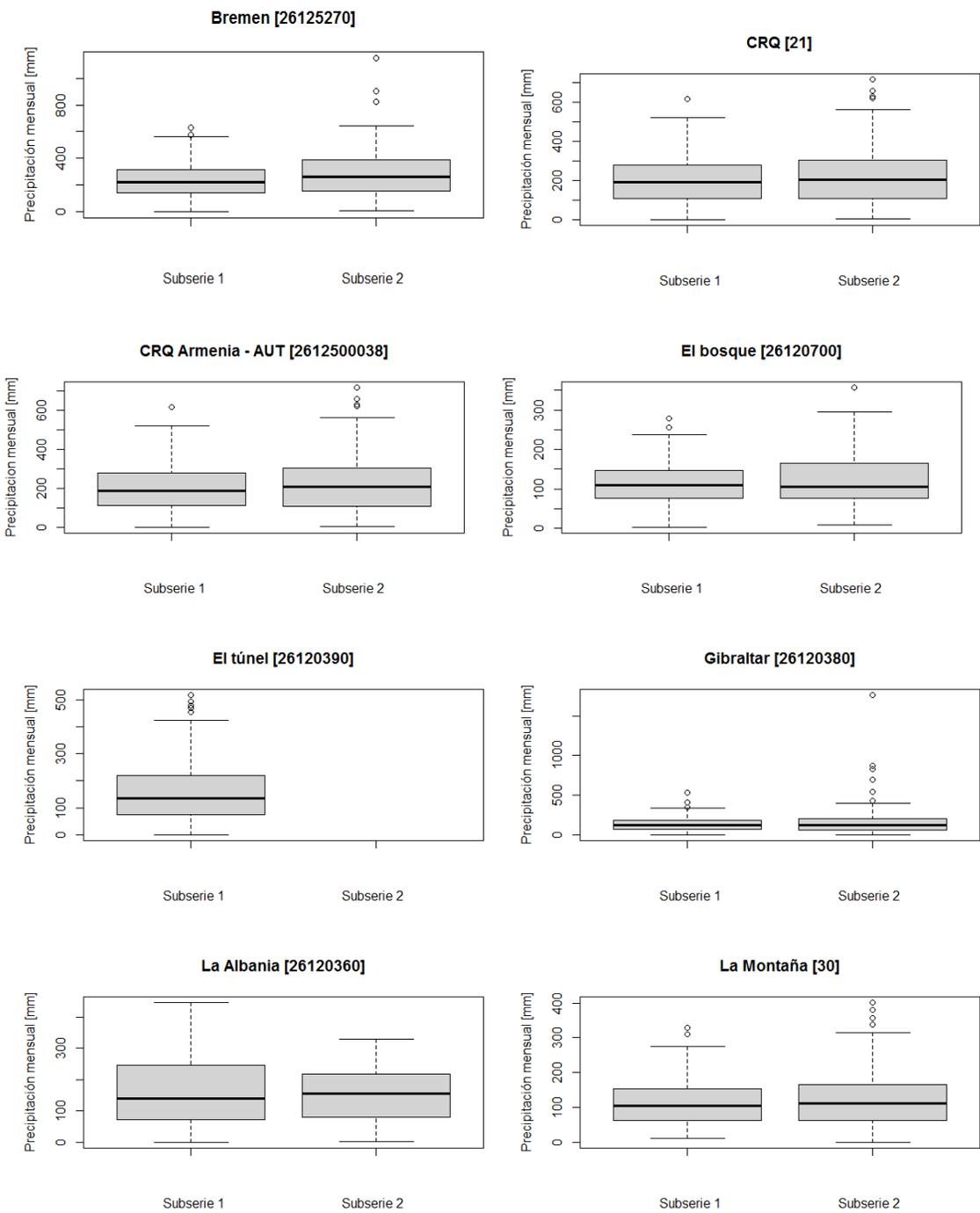
Figura 160. Curva de masa de precipitación para cada estación.

Para efectos de los análisis posteriores es necesario dividir la serie de cada estación en dos (2) subseries, se escoge un punto de corte donde se presente un cambio de pendiente en la curva de masa. En la Tabla 16 se presenta el punto donde se divide cada serie.

Tabla 16. Rango de fechas en las que se divide cada serie de precipitación.

Estación	Fecha de inicio	Fecha de corte	Fecha de fin
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	1/04/1971	1/01/1988	31/12/2011
Navarco - AUT [26125750]	1/01/1972	31/12/1983	31/12/2011
La Playa [26125110]	1/11/1987	28/11/2000	31/12/2011
Gibraltar [26120380]	14/06/1971	31/12/1985	31/07/1995
El Bosque [26120700]	15/10/1987	6/08/1997	31/12/2005
Planadas [26120370]	19/04/1985	10/03/1985	31/08/2004
La Albania [26120360]	1/04/1971	7/01/1981	30/06/1986
El Túnel [26120390]	1/01/1971	31/10/1990	31/10/1990
San Rafael [26120420]	5/04/1971	10/05/1978	30/06/1986
CRQ [21]	1/04/1971	1/01/1986	31/12/2011
Bremen [26125270]	1/04/1971	1/05/1994	31/12/2011
La Sierra [37]	1/01/1996	1/02/2008	31/12/2011
Villa Dora [26120510]	19/04/1971	11/06/1982	31/12/1986
Centro Guadua [7]	11/04/1971	1/01/1986	31/12/2011
La Montaña [30]	20/08/1987	31/07/1996	31/12/2011

Los diagramas de caja y bigotes, que se presentan en la Figura 161, se realizan para cada subserie, donde 1 representa la serie desde la fecha inicial hasta la fecha de división y 2 desde la fecha de división hasta la fecha final.



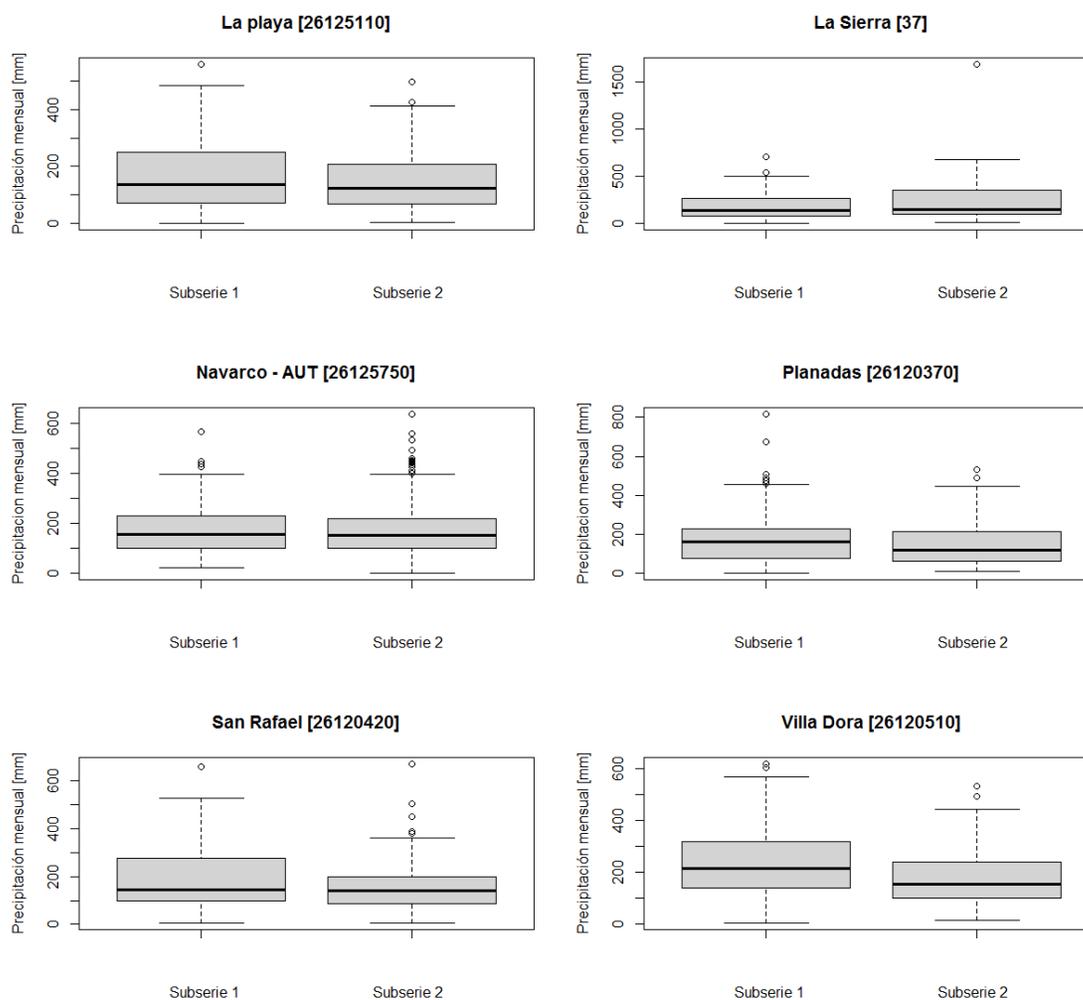


Figura 161. Diagramas de caja y bigotes series de precipitación.

En los diagramas de bigotes de la Figura 161, se observa que la primera subserie presenta una mediana mayor a la subserie 2 en todas las estaciones. Los rangos intercuantiles de cada subserie no son iguales en todas las estaciones y se observa que en la mayoría en la segunda subserie se presenta una mayor cantidad de valores extremos.

Posteriormente se realiza un análisis cuantitativo de la información, a través de las pruebas estadística de Mann-Kendall, Mann-Whitney, Smirnov-Kolmogorov, prueba Z, prueba T de Student, prueba F de Fisher y Ansari -Bradley.

La prueba de Mann-Kendall es una prueba estadística no paramétrica utilizada para detectar tendencias. La hipótesis nula establece que no hay tendencia y la hipótesis alterna establece que hay una tendencia que puede ser creciente o decreciente. Para más

información de esta prueba se recomienda consultar la guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2009). Aplicando esta prueba a toda la serie de cada estación se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados de la prueba de Mann-Kendall.

Estación	Tendencia	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	Creciente	1,0E-07	Rechaza
Navarco - AUT [26125750]	Creciente	0,000	Rechaza
La Playa [26125110]	Creciente	2,6E-14	Rechaza
Gibraltar [26120380]	NO	0,635	Acepta
El Bosque [26120700]	NO	0,078	Acepta
Planadas [26120370]	Creciente	0,000	Rechaza
La Albania [26120360]	NO	0,063	Acepta
El Túnel [26120390]	Creciente	1,1E-06	Rechaza
San Rafael [26120420]	Decreciente	7,7E-04	Rechaza
CRQ [21]	Creciente	1,0E-07	Rechaza
Bremen [26125270]	Creciente	0,000	Rechaza
La Sierra [37]	NO	0,698	Acepta
Villa Dora [26120510]	Decreciente	1,3E-13	Rechaza
Estrella de agua [35]	NO	1,2E-01	Acepta
Centro Guadua [7]	Creciente	4,5E-09	Rechaza
La Montaña [30]	Creciente	3,5E-04	Rechaza

Esta prueba muestra que nueve (9) de las estaciones poseen una tendencia creciente y dos (2) una tendencia decreciente, las demás aceptan la hipótesis nula que indica que no hay tendencia. La prueba de Mann-Whitney es una prueba no paramétrica de homogeneidad y estacionalidad. La hipótesis nula establece que las muestras provienen de la misma población, es decir, que se distribuyen igual, por otro lado, el cambio en la hipótesis alternativa establece que las muestras no tienen la misma distribución. Aplicando esta prueba a cada subserie que se obtuvo dividiendo la serie de cada estación en 2 según el punto de cambio, de la misma forma en que se construyeron los diagramas de bigotes, los resultados obtenidos de la prueba se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de la prueba de Mann-Whitney.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	21715534	1,64E-05	Rechaza
Navarco - AUT [26125750]	18764701	4,80E-04	Rechaza
La Playa [26125110]	9258961,5	0,002	Rechaza
Gibraltar [26120380]	7879200	0,009	Rechaza
El Bosque [26120700]	5438580,5	0,210	Acepta
Planadas [26120370]	15224255,5	4,73E-28	Rechaza
La Albania [26120360]	3304636	0,003	Rechaza
El Túnel [26120390]	5699835,5	2,25E-12	Rechaza
San Rafael [26120420]	3445687,5	8,96E-08	Rechaza
CRQ [21]	21503634,5	0,002	Rechaza
Bremen [26125270]	21744535	1,09E-34	Rechaza
La Sierra [37]	2590399	0,029	Rechaza
Villa Dora [26120510]	2916312,5	8,18E-09	Rechaza
Estrella de agua [35]	1938052	0,466	Acepta
Centro Guadua [7]	20359961	1,55E-07	Rechaza
La Montaña [30]	7984745	0,053	Rechaza

Los resultados de esta prueba muestran que solo dos (2) estaciones, El Bosque [26120700] y Estrella de agua [35] poseen la misma distribución en ambas muestras, es decir, provienen de la misma población. Las demás estaciones rechazan la hipótesis nula. La prueba de Smirnov-Kolmogorov es una prueba no-paramétrica, es decir, que se adapta a los datos y establece como hipótesis nula que ambas muestras siguen la misma distribución Tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la prueba de Smirnov-Kolmogorov.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	0,053	1,00	Acepta
Navarco - AUT [26125750]	0,076	1,00	Acepta
La Playa [26125110]	0,055	1,00	Acepta
Gibraltar [26120380]	0,034	1,00	Acepta
El Bosque [26120700]	0,03	1,00	Acepta
Planadas [26120370]	0,139	1,00	Acepta
La Albania [26120360]	0,065	1,00	Acepta

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
El Túnel [26120390]	0,084	1,00	Acepta
San Rafael [26120420]	0,088	1,00	Acepta
CRQ [21]	0,042	1,00	Acepta
Bremen [26125270]	0,14	1,00	Acepta
La Sierra [37]	0,063	1,00	Acepta
Villa Dora [26120510]	0,102	1,17E-10	Rechaza
Estrella de agua [35]	0,043	0,05	Acepta
Centro Guadua [7]	0,068	10,00	Acepta
La Montaña [30]	0,023	10,00	Acepta

A diferencia de los resultados de la prueba de Mann -Whitney, en la prueba de Smirnof-Kolmogorov solo la estación Villa Dora [26120510] rechaza la hipótesis nula, indicando que las dos muestras no poseen la misma distribución. La prueba Z (Tabla 20) y la prueba T de Student (Tabla 21), son pruebas no paramétricas que permiten valuar la centralidad de una distribución, y establecen como hipótesis nula que la media de las dos (2) muestras es igual.

Tabla 20. Resultados de la prueba Z.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	-2,531	0,994	Acepta
Navarco - AUT [26125750]	0,358	0,360	Acepta
La Playa [26125110]	-1,327	0,908	Acepta
Gibraltar [26120380]	-3,987	1,000	Acepta
El Bosque [26120700]	-1,87	0,969	Acepta
Planadas [26120370]	1,634	0,051	Acepta
La Albania [26120360]	0,898	0,185	Acepta
El Túnel [26120390]	-4,399	1,000	Acepta
San Rafael [26120420]	2,697	0,003	Rechaza
CRQ [21]	-1,926	0,973	Acepta
Bremen [26125270]	-7,154	1,000	Acepta
La Sierra [37]	-4,999	1,000	Acepta
Villa Dora [26120510]	4,618	1,94E-06	Rechaza
Estrella de agua [35]	0,448	0,327	Acepta
Centro Guadua [7]	-3,237	0,999	Acepta
La Montaña [30]	-3,237	0,999	Acepta

Tabla 21. Resultados de la prueba T de Student.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	-2,491	0,013	Rechaza
Navarco - AUT [26125750]	0,357	0,721	Acepta
La Playa [26125110]	-1,334	0,182	Acepta
Gibraltar [26120380]	-4,321	1,57E-05	Rechaza
El Bosque [26120700]	-1,896	0,058	Acepta
Planadas [26120370]	1,68	0,093	Acepta
La Albania [26120360]	0,89	0,374	Acepta
El Túnel [26120390]	-4,379	1,21E-05	Rechaza
San Rafael [26120420]	2,708	0,007	Rechaza
CRQ [21]	-1,892	0,059	Acepta
Bremen [26125270]	-7,267	3,86E-13	Rechaza
La Sierra [37]	-5,819	6,25E-09	Rechaza
Villa Dora [26120510]	4,34	1,45E-05	Rechaza
Estrella de agua [35]	0,448	0,654	Acepta
Centro Guadua [7]	-3,163	0,002	Rechaza
La Montaña [30]	-3,104	0,002	Rechaza

Las pruebas F de Fisher (Tabla 22) y Ansari -Bradley (Tabla 23) son pruebas no paramétricas que permiten evaluar la dispersión de una distribución, y establecen como hipótesis nula que la varianza de las dos (2) muestras es igual.

Tabla 22. Resultados de la prueba F de Fisher.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	0,857	1,000	Acepta
Navarco - AUT [26125750]	0,978	0,791	Acepta
La Playa [26125110]	0,889	0,791	Acepta
Gibraltar [26120380]	0,397	1,000	Acepta
El Bosque [26120700]	0,695	1,000	Acepta
Planadas [26120370]	1,367	1,11E-16	Rechaza
La Albania [26120360]	1,063	0,065	Acepta
El Túnel [26120390]	0,884	1,000	Acepta
San Rafael [26120420]	1,1	0,007	Acepta
CRQ [21]	0,868	1,000	Acepta
Bremen [26125270]	0,777	1,000	Acepta
La Sierra [37]	0,563	1,000	Acepta

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
Villa Dora [26120510]	1,325	2,76E-11	Rechaza
Estrella de agua [35]	1,009	0,424	Acepta
Centro Guadua [7]	0,809	1,000	Acepta
La Montaña [30]	0,688	1,000	Acepta

Tabla 23. Resultados de la prueba Ansari -Bradley.

Estación	Estadístico	Valor p	Hipótesis nula
CRQ Armenia - AUT [2612500038]	18401501	5,77E-05	Rechaza
Navarco - AUT [26125750]	12767819	7,11E-22	Rechaza
La Playa [26125110]	10273361,5	9,26E-06	Rechaza
Gibraltar [26120380]	11081834	1,47E-90	Rechaza
El Bosque [26120700]	5851234,5	2,24E-04	Rechaza
Planadas [26120370]	15332864,5	8,15E-31	Rechaza
La Albania [26120360]	5603639	9,68E-101	Rechaza
El Túnel [26120390]	6210417,5	1,58E-29	Rechaza
San Rafael [26120420]	3516577,5	2,27E-05	Rechaza
CRQ [21]	17379178,5	1,87E-04	Rechaza
Bremen [26125270]	26891963	5,57E-18	Rechaza
La Sierra [37]	5915549	3,87E-04	Rechaza
Villa Dora [26120510]	5794643,5	2,34E-02	Rechaza
Estrella de agua [35]	2486363	1,60E-03	Acepta
Centro Guadua [7]	17165698	2,55E-07	Rechaza
La Montaña [30]	6688782	3,83E-01	Rechaza

En la prueba de tendencia se puede ver que las series nueve (9) de las estaciones presentan una tendencia creciente, dos (2) de las estaciones decreciente y que las demás estaciones no presentan tendencia. Y según la prueba de Mann-Whitney, las series de las estaciones de Estrella de Agua y el Bosque presentan la misma distribución, es decir, que no tienen variaciones en los estadísticos de centralidad y dispersión.

En las pruebas Z y T donde se analiza el posible cambio en la media, las estaciones San Rafael y Villa Dora rechazan en las dos (2) pruebas la igualdad en las medias, por el contrario, las estaciones Navarco, La Playa, El Bosque, Planadas, La Albania, CRQ y Estrella de Agua aceptan en las dos (2) pruebas la igualdad de las medias; en las demás estaciones en la prueba Z se acepta y en la T se rechaza por lo que estos resultados no son concluyentes. En las pruebas F y Ansari-Bradley donde se analiza el posible cambio en la varianza, para la estación Estrella de Agua se acepta la igualdad de las varianzas en

las dos (2) pruebas, las estaciones Villa Dora y Planadas rechazan en ambas pruebas y las demás estaciones se aceptan en la prueba F y se rechazan en la prueba de Ansari-Bradley.

De lo anterior, se concluye que las series de precipitación en general presentan variaciones respecto a la media y que la dispersión de los datos respecto a la media no es significativa. Los cambios en la media se pueden relacionar con la tendencia que presentan las series.

5.2.2 Caracterización unidades hidrográficas

Se describe la caracterización morfométrica e hidrológica de las cuencas asociadas a los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica.

5.2.2.1 Delimitación y caracterización morfométrica de las unidades hidrográficas

Los parámetros morfométricos de las unidades hidrográficas fueron estimados a partir del modelo digital de elevación de la Misión Satelital ALOS (sensor PALSAR), el satélite ALOS operó entre 2006 y 2011, en este tiempo recopiló imágenes de Radar en escenas de 50 km x 70 km de todo el planeta cada 45 días aproximadamente. El DEM (Modelo de Elevación Digital) tiene una resolución espacial de celda de 12,5 m de lado, obtenido mediante descarga del centro de procesamiento de datos y estación terrestre de rastreo satelital del Instituto Geofísico de la Universidad de Alaska Fairbanks.

La delimitación para cada unidad hidrográfica se realizó desde el punto más alto de la cuenca o subcuenca hasta el punto de cierre de los tramos de estudio, usando las herramientas de ArcGis. El proceso para delimitar las unidades hidrográficas y obtener los parámetros morfométricos se ilustra en la Figura 162.



Figura 162. Metodología para la delimitación de unidades hidrográficas.

Una vez descargado el DEM ALOS PALSAR, es indispensable modificar las celdas sin 'salida' de flujo: las celdas rodeadas por celdas de mayor elevación, se les modifica el valor de elevación con el fin de garantizar que el agua no quede 'atrapada' (Fill Sink). Garantizado

el drenaje de todas las celdas, se determina la dirección del flujo (FDIR); en este paso se cambian los valores de elevación en las celdas por un dato que indica la dirección del descenso más pronunciado desde esa celda. Finalmente, se acumularon las celdas de forma que permitieran identificar la unidad hidrográfica asociada a cada tramo de interés.

En las zonas planas, debido a las imprecisiones verticales de los modelos digitales del terreno, se pueden presentar errores en las corrientes identificadas. Las líneas de flujo no coinciden con la realidad del terreno y se debe implementar un proceso adicional que reacondicione el DEM y hacer coincidir las direcciones de flujo. En los tramos de estudio antes de estimar las direcciones de flujo fue necesario hacer 'Stream – Burning' de la red de drenaje sobre el DEM (usando las herramientas de ArcGis), es decir, previamente se reacondiciona el DEM para evitar errores de desplazamiento del cauce en las zonas de baja pendiente. Con este pre – proceso se logra forzar el encauzamiento, el 'Stream – Burning' impone la red de drenaje sobre el DEM, forzando el análisis del flujo a seguir en la red impuesta hasta la salida o punto de cierre de la unidad hidrográfica (Figura 163).

De la Tabla 24 a la Tabla 27 se muestran los resultados de los parámetros morfométricos de las unidades hidrográficas objeto de estudio. Para los 15 tramos priorizados se identificaron los parámetros morfométricos necesarios para la estimación del tiempo de concentración. Se resalta que en los resultados se incluyen los del río Santo Domingo a pesar de que no es objeto del acotamiento de ronda hídrica del contrato, pero sus caudales son importantes dado que descargan en tramos priorizados.



Figura 163. Metodología para la delimitación de unidades hidrográficas con Stream Burning

Tabla 24. Parámetros morfométricos físicos de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología

Afluente	Área de drenaje [km ²]	Perímetro [m]	Perímetro [km]	Longitud recta [m]	Ancho [m]
Río Boquerón	36,64	35603,83	35,60	11235	3261
Río Quindío	689,91	179863,41	179,86	57814	11933
Río Navarco	110,60	57331,57	57,33	16883	6551
Río Verde	278,30	87399,66	87,40	20521	13562
Quebrada Bolivia	0,39	3244,96	3,24	1406	280
Quebrada Boquía	23,32	46756,36	46,76	6496	3590
Quebrada Cárdenas	46,24	41120,49	41,12	15277	3027
Quebrada Corozal	1,10	4948,70	4,95	6496	169
Quebrada Cruz Gorda	5,56	13043,60	13,04	5359	1038
Quebrada El Mudo	1,04	4936,78	4,94	1557	669
Quebrada El Pescador	15,51	26171,69	26,17	8743	1774
Quebrada La Calzada	0,62	4257,32	4,26	1483	418
Quebrada La Cristalina	0,15	1777,45	1,78	704	211
Quebrada La Florida	6,38	25474,02	25,47	9999	638
Quebrada La Víbora	3,41	9311,77	9,31	3363	1015

Tabla 25. Parámetros morfométricos de forma de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología

Afluente	Índice de compacidad - KC	Factor de forma - KF	Índice de alargamiento - IA	Índice asimétrico - IAS
Río Boquerón	1,66	0,10	3,45	3,73
Río Quindío	1,93	0,12	4,84	15,39
Río Navarco	1,54	1,80	2,58	5,90
Río Verde	1,48	0,14	1,51	2,01
Quebrada Bolivia	1,46	0,20	5,03	2,04
Quebrada Boquía	2,73	0,05	1,81	436,23
Quebrada Cárdenas	1,71	0,19	5,05	1,52
Quebrada Corozal	1,33	0,43	38,32	1,15

Afluente	Índice de compacidad - KC	Factor de forma - KF	Índice de alargamiento - IA	Índice asimétrico - IAS
Quebrada Cruz Gorda	1,56	0,17	5,16	1,92
Quebrada El Mudo	1,36	0,34	2,33	N/A
Quebrada El Pescador	1,87	0,08	4,93	12,22
Quebrada La Calzada	1,52	0,49	3,54	1,40
Quebrada La Cristalina	1,30	0,35	3,34	2,77
Quebrada La Florida	2,85	0,04	15,68	10,50
Quebrada La Víbora	1,42	0,19	3,32	5,77
Río Santo Domingo	1,53	0,11	0,00	2,77

Tabla 26. Parámetros morfométricos de relieve de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología

Afluente	Cota mayor cuenca [m.s.n.m.]	Cota menor cuenca [m.s.n.m.]	Pendiente media	Elevación media [m.s.n.m.]
Río Boquerón	3565,00	1715,00	22,98%	2552,7
Río Quindío	4793,00	1079,00	21,35%	2307,4
Río Navarco	2710,85	2124,61	29,68%	2281,5
Río Verde	3762,00	1105,00	20,49%	2078,4
Quebrada Bolivia	2561,00	2077,00	23,64%	2327,8
Quebrada Boquía	3279,00	1740,00	24,51%	2286,5
Quebrada Cárdenas	4793,00	2124,61	27,37%	3557,6
Quebrada Corozal	2564,00	2017,00	20,02%	2318,8
Quebrada Cruz Gorda	2943,00	1973,00	21,84%	2412,5
Quebrada El Mudo	2205,00	1831,00	17,25%	2014,0
Quebrada El Pescador	2315,00	1334,00	11,78%	1597,4
Quebrada La Calzada	2061,00	1829,00	12,78%	1989,1
Quebrada La Cristalina	2481,00	2144,00	27,20%	2308,4
Quebrada La Florida	1813,00	1384,00	9,72%	1608,4
Quebrada La Víbora	2084,00	1718,00	16,12%	1895,2
Río Santo Domingo	3718,00	1156,00	20,36%	2030,4

Tabla 27. Parámetros morfométricos del sistema de drenaje de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología

Parámetro	Longitud Cauce principal [m]	Cota mayor del río [m.s.n.m.]	Cota menor del río [m.s.n.m.]	Pendiente media del cauce
Río Boquerón	18796	3016,0	1715,0	6,92%
Río Quindío	75855	4163,0	1079,0	4,07%
Río Navarco	7842,492	2451,0	2124,6	4,16%
Río Verde	43823	3392,0	1105,0	5,22%
Quebrada Bolivia	1393	2526,0	2077,0	32,23%
Quebrada Boquía	21575	3111,0	1740,0	6,35%
Quebrada Cárdenas	15791	4163,0	2283,0	11,91%
Quebrada Corozal	1600	2486,0	2017,0	29,31%
Quebrada Cruz Gorda	5653	2890,0	1973,0	16,22%
Quebrada El Mudo	1761	2180,0	1831,0	19,82%
Quebrada El Pescador	13510	1761,0	1334,0	3,16%
Quebrada La Calzada	1124	2004,0	1829,0	15,57%
Quebrada La Cristalina	654	2432,0	2144,0	44,04%
Quebrada La Florida	13174	1801,0	1384,0	3,17%
Quebrada La Víbora	4230	2043,0	1718,0	7,68%
Río Santo Domingo	38272	3392,0	1156,0	5,84%

La Figura 164 muestra las unidades hidrográficas aferentes a cada tramo priorizado. Siendo la unidad hidrográfica aferente al río Quindío la más grande, con 689,91 km².

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

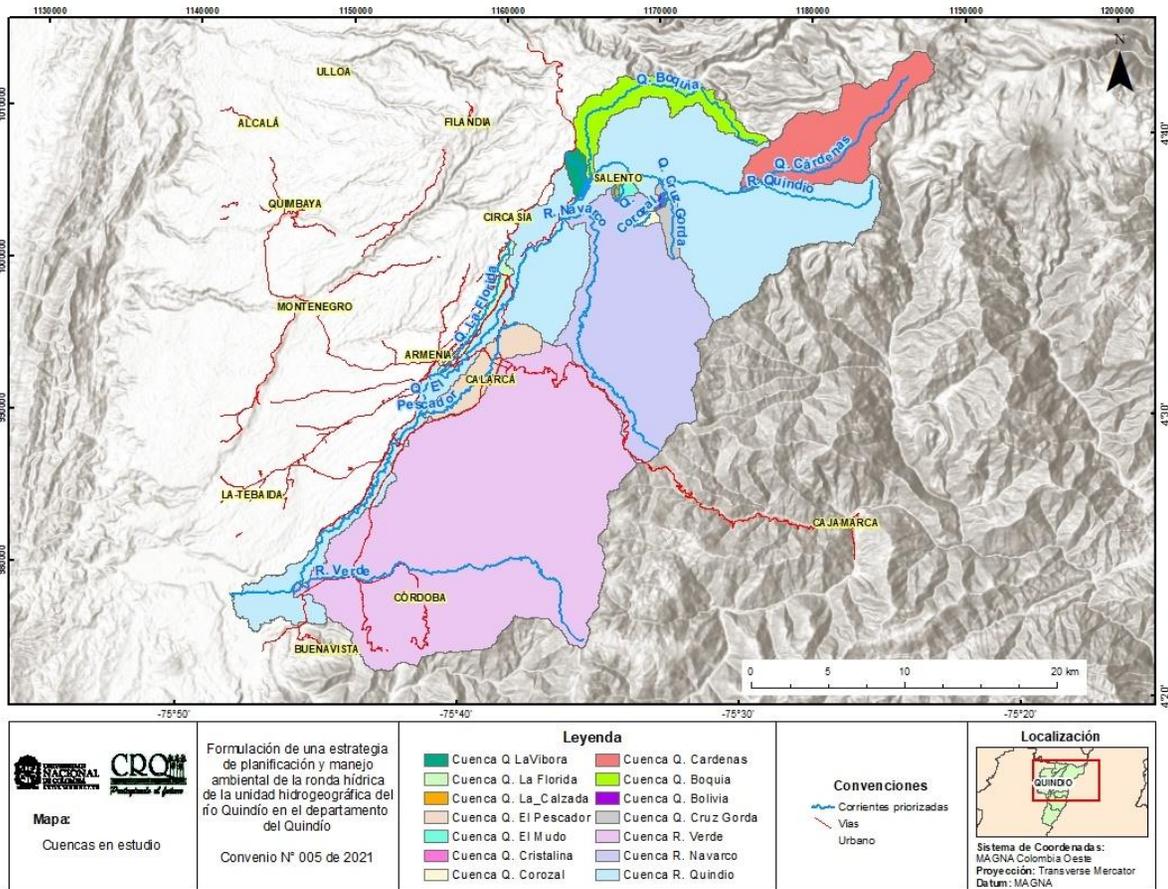
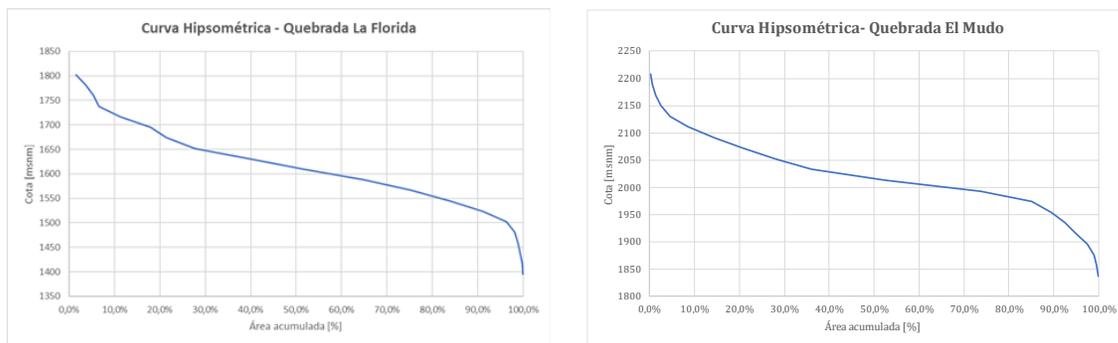
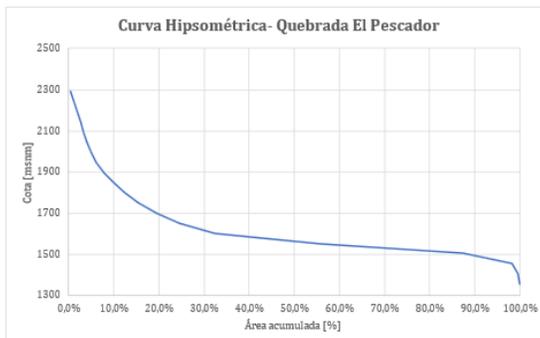
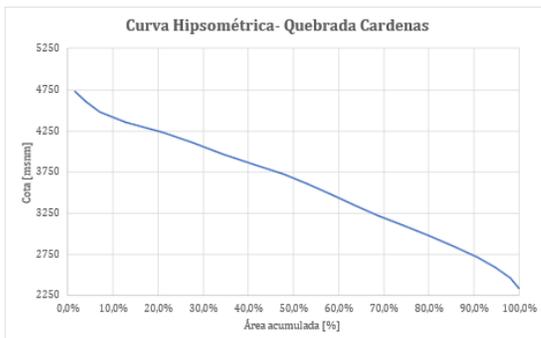
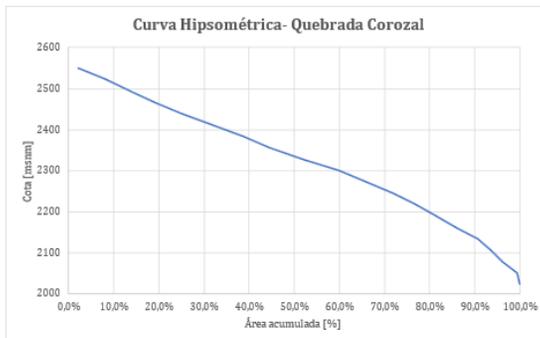
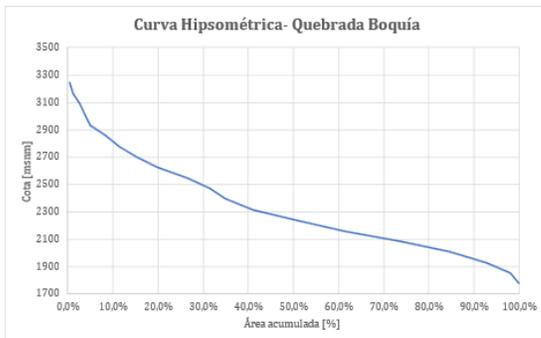
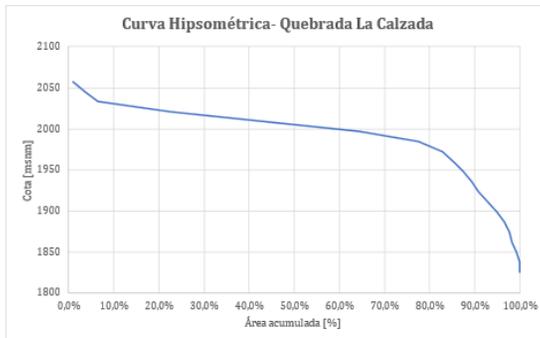
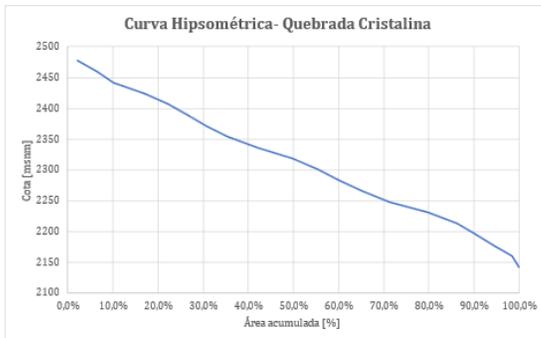
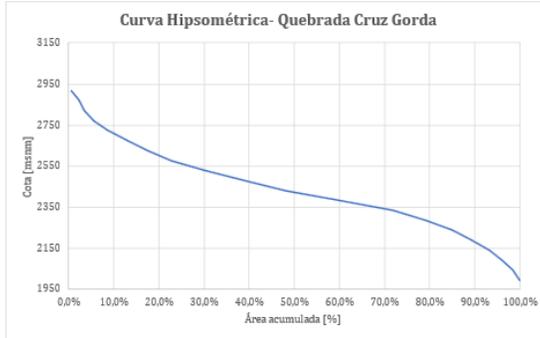
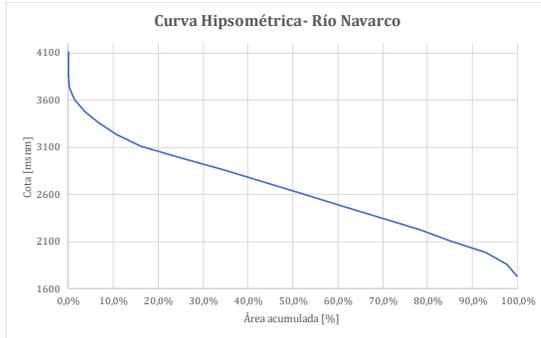


Figura 164. Unidades hidrográficas aferentes a los tramos priorizados.

En Figura 165 se muestran las curvas hipsométricas de cada una de las unidades hidrográficas, en la cual se observa la distribución de las zonas altas, medias y bajas en la unidad hidrográfica.



Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021



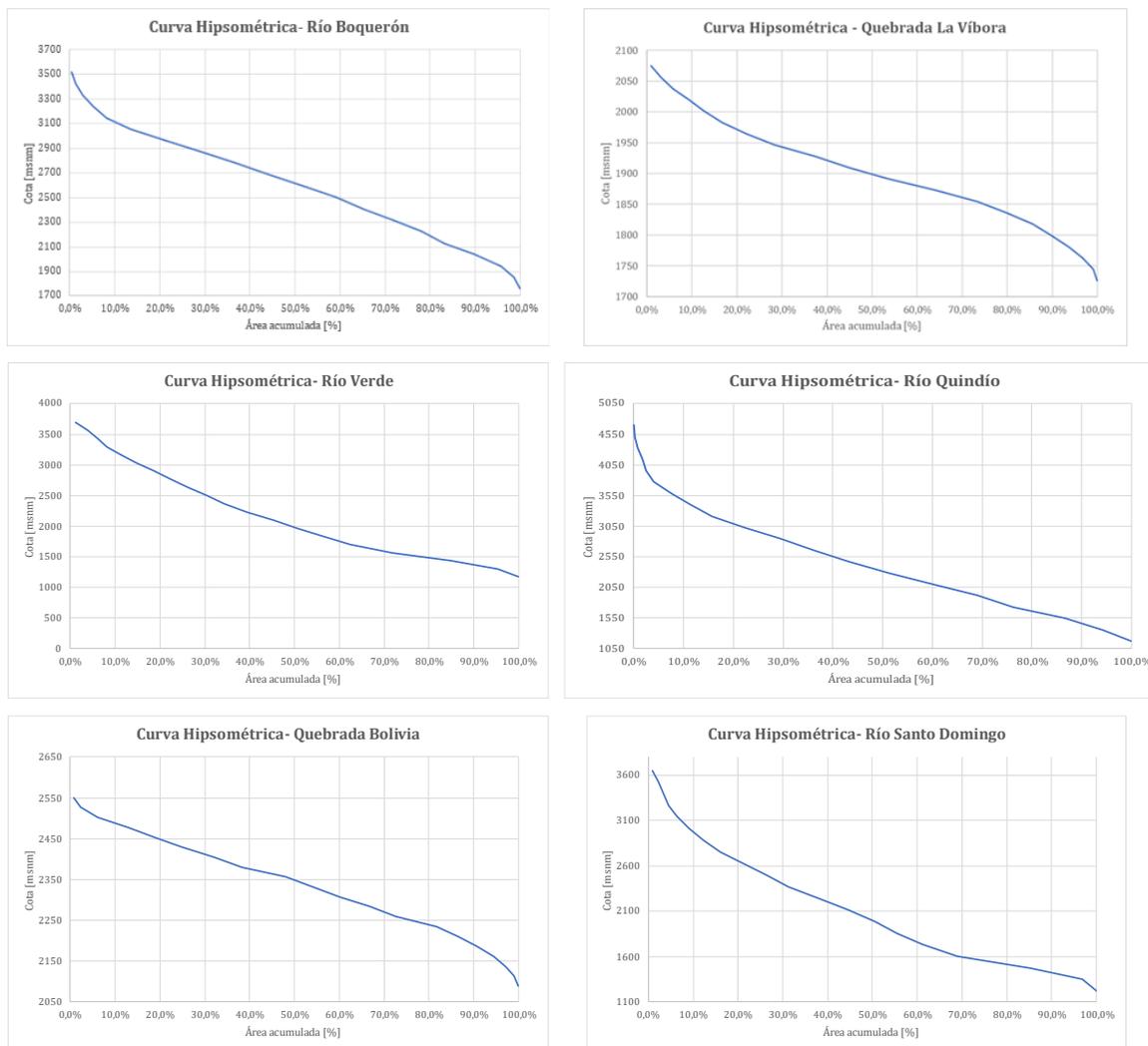


Figura 165. Curvas hipsométricas de los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología.

5.2.3 Modelación hidrológica

Se utilizó el modelo precipitación - escorrentía HEC-HMS 4.8 desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers para la modelación hidrológica de los tramos de estudio. El programa computacional estima los hidrogramas de escorrentía directa generados por las precipitaciones en cada una de las unidades hidrográficas durante un periodo correspondiente al tiempo de duración del hietograma de diseño.

5.2.3.1 Estimación de la precipitación de diseño

Para determinar la duración de la precipitación de diseño se usó como parámetro el tiempo de concentración, definido como el tiempo que tarda una gota en recorrer la distancia entre el punto más alejado de la cuenca y el punto de cierre del tramo de estudio. Su importancia radica en que, una vez pasado este tiempo, se presentan los caudales más altos, ya que es toda la cuenca quien aporta caudal al cauce principal, su valor depende de las características morfométricas de la cuenca. En este caso, con los parámetros de cada cuenca se analizó el tiempo de concentración utilizando varias ecuaciones (Tabla 28), cuyos resultados se presentan en la Tabla 29. En este caso, se seleccionó la ecuación de Kirpich para estimar los tiempos de concentración.

Tabla 28. Metodologías para la estimación de tiempos de concentración.

Metodología	Fórmula
Kirpich	$T_c = 0,06628 * \left(\frac{L}{S^{0,5}}\right)^{0,77}$
Témez*	$T_c = 0,30 * \left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,76}$
Williams*	$T_c = 0,683 * \left(\frac{L * A^{0,40}}{D * S^{0,25}}\right)$
Johnstone y Cross	$T_c = 2,6 * \left(\frac{L}{S^{0,5}}\right)^{0,5}$
Giandiotti	$T_c = \frac{4 * A^{0,5} + 1,50 * L}{25,3 * (L * S)^{0,5}}$
SCS - Ranser	$T_c = 0,947 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$
Ventura – Heras*	$T_c = 0,30 * \left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,75}$
Ven Te Chow	$T_c = 0,273 * \left(\frac{L}{S^{0,5}}\right)^{0,64}$
Cuerpo de ingenieros	$T_c = 0,28 * \left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,76}$

En estas ecuaciones T_c representa el tiempo de concentración en horas, L la longitud del cauce principal en kilómetros [km], S es la pendiente total del cauce principal en [m/m] a excepción de los casos indicados con *, A el área de la cuenca en kilómetros cuadrados [km²], H la diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal [m] y D el diámetro circular en kilómetros [km] de una cuenca con área igual a la cuenca en estudio.

Tabla 29. Tiempos de concentración para los tramos priorizados y otros afluentes de interés para la hidrología estimados por diferentes metodologías.

Afluente	Métodos [minutos]								
	Kirpich	Témez	Williams	Johnstone y Cross	Giandiotti	SCS - Ranser	Ventura - Heras	Ven Te Chow	Cuerpo de ingenieros
Río Boquerón	106	116	294	234	109	93	113	252	259
Río Quindío	382	370	1009	538	296	368	356	729	829
Río Navarco	66	66	125	172	223	225	65	169	147
Río Verde	228	233	600	384	208	220	225	474	521
Quebrada Bolivia	8	12	23	43	16	8	12	29	27
Quebrada Boquía	122	131	360	257	105	118	127	283	293
Quebrada Cárdenas	76	92	210	188	88	77	90	189	205
Quebrada Corozal	9	14	25	48	23	9	14	33	30
Quebrada Cruz Gorda	30	40	86	104	44	31	39	89	89
Quebrada El Mudo	11	16	30	55	27	12	16	39	35
Quebrada El Pescador	112	105	280	242	131	81	102	262	234
Quebrada La Calzada	9	12	22	47	27	12	12	32	26
Quebrada La Cristalina	4	6	11	28	11	5	6	16	14
Quebrada La Florida	109	103	298	239	110	109	100	258	230
Quebrada La Víbora	32	37	82	108	57	33	36	94	82

Como ya se dijo, para los demás cálculos hidrológicos se implementa solo la metodología de Kirpich, ya que posee un respaldo empírico al ser obtenido a partir de datos de múltiples cuencas de distinta naturaleza. Esta metodología ha sido validada en cuencas en el resto del mundo y ha presentado buenos resultados. Algunos de los otros métodos de la literatura son adaptaciones realizadas a partir de Kirpich para trabajar en otros sistemas de unidades, ya que confían en la base empírica de este método. Otras metodologías planteadas tienen un respaldo experimental mucho menor (menor número de cuencas y menores años de registro); razón por la que no se justifica promediarlo con Kirpich que posee un mayor registro experimental.

Con dicho tiempo de duración de la tormenta se calcularon las intensidades de lluvia para los diferentes periodos de retorno usando la IDF del aeropuerto Matecaña, esto porque como se tiene información horaria o de cinco (5) minutos en las estaciones disponibles se

hizo un análisis diario, donde se observó que no difería mucho con Matecaña, se sacaron curvas sintéticas con multiescalamiento y análisis estadístico con Lognormal.

Se empleó el método de bloques alternos para distribuir temporalmente la intensidad de la precipitación y así desarrollar el hietograma de diseño que especifica la profundidad de precipitación utilizando las curvas IDF. Este método consiste en que para cada periodo de retorno se calcula la profundidad de precipitación multiplicando la duración por la intensidad respectiva, luego se obtienen las diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación. Estas diferencias de precipitación se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida y alternando hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central los demás valores de forma descendente para formar el hietograma de diseño (Chow et al., 1994).

5.2.3.2 Precipitación efectiva y pérdidas hidrológicas

Parte de la lluvia de un evento de precipitación es susceptible de ser interceptada por la vegetación, de infiltrarse y permanecer como flujo base o percolarse y también de almacenarse temporalmente como depósito. En general, esa porción de la lluvia se conoce como pérdidas hidrológicas y es fundamental para la estimación de la precipitación efectiva, la cual es la parte de la precipitación que se convierte en escorrentía y es el insumo para los modelos precipitación – escorrentía.

Obtenida la precipitación total y su distribución en la duración de la tormenta de diseño para cada período de retorno, se calculó la precipitación efectiva asumiendo una capacidad de infiltración media constante conocido como índice ϕ . Se utilizó un valor de 9 mm/h para cada microcuenca.

5.2.3.3 Transformación lluvia - escorrentía

Se utilizó como modelo de transformación de la precipitación efectiva en escorrentía el hidrograma unitario sintético de Clark, el cual considera la unidad hidrográfica como un depósito lineal, asumiendo una relación lineal entre el volumen almacenado en el depósito y el caudal de salida. La transformación de la lluvia en escorrentía se realizó de forma agregada o semi-distribuida, dependiendo del área de las unidades hidrográficas, se trabajó con áreas acumuladas de hasta 5 km² para cada unidad hidrográfica. Siempre verificando la existencia de líneas de flujo para las áreas acumuladas.

El método de Muskingum-Cunge fue utilizado para realizar el tránsito (enrutamiento) de los caudales en cada unidad hidrográfica hacia aguas abajo, la metodología de Muskingum-Cunge emplea la onda difusiva la cual es la más aplicable desde el punto de vista práctico,

ya que se encuentra en un rango medio de atenuación, es decir, permite tener en cuenta una pequeña amortiguación del caudal pico que se genera cuando al creciente se desplaza a lo largo del cauce. Además, permite el cálculo de los parámetros de enrutamiento en función de variables geométricas e hidráulicas (pendiente promedio del cauce, ancho del fondo, rugosidad de Manning, longitud del tramo y pendiente del talud).

5.2.3.4 Modelo hidrológico en HMS y Caudales Máximos

Se estimaron los caudales máximos asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2.33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ para los tramos objeto de estudio, de estos $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ son utilizados en la modelación para la delimitación de la ronda hídrica. Los caudales correspondientes a dichos periodos se presentan a continuación por corriente priorizada al igual que los hietogramas.

Para delimitar cauce permanente es fundamental estimar el caudal máximo asociado al periodo de retorno de 2,33 años, lo cual se realizó a partir de la modelación hidrológica, que se describe más adelante en el numeral 5.2.3. Los resultados obtenidos para este periodo de retorno se presentan en la Tabla 5.

5.2.3.4.1 Río Boquerón

El río Boquerón es un afluente del río Navarco, posee una trayectoria de sur a norte, con área de 36,64 km² en el punto de cierre del tramo de interés. Nace en la cota 2.913 m.s.n.m. y su cota mínima en el punto de priorización es de 1.680 m.s.n.m.

En la Figura 166 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Se identificaron 7 unidades hidrográficas principales, tal como se muestra en la Figura 167.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2.33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 30.

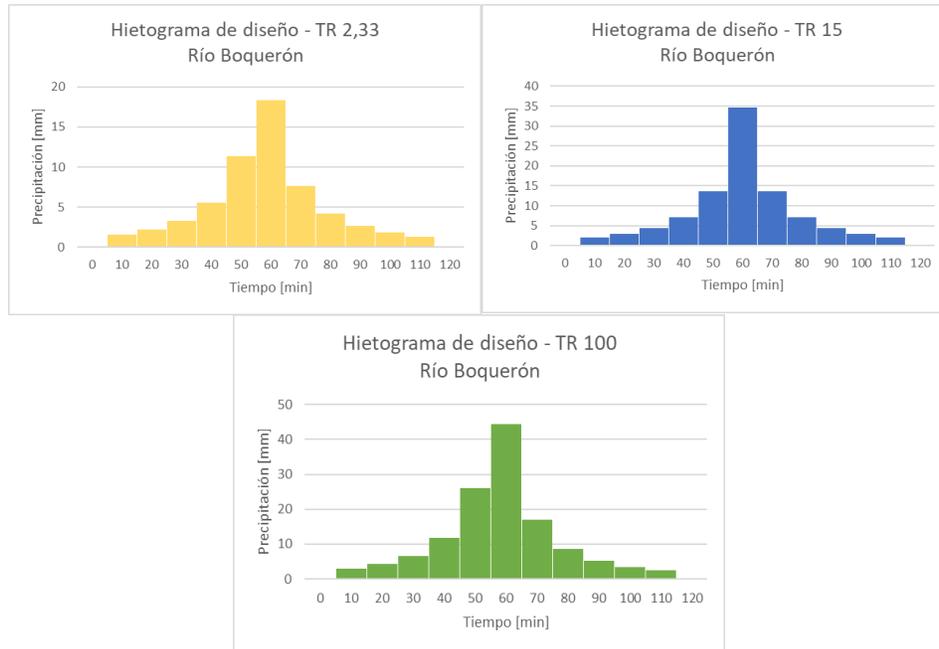


Figura 166. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica del río Boquerón.

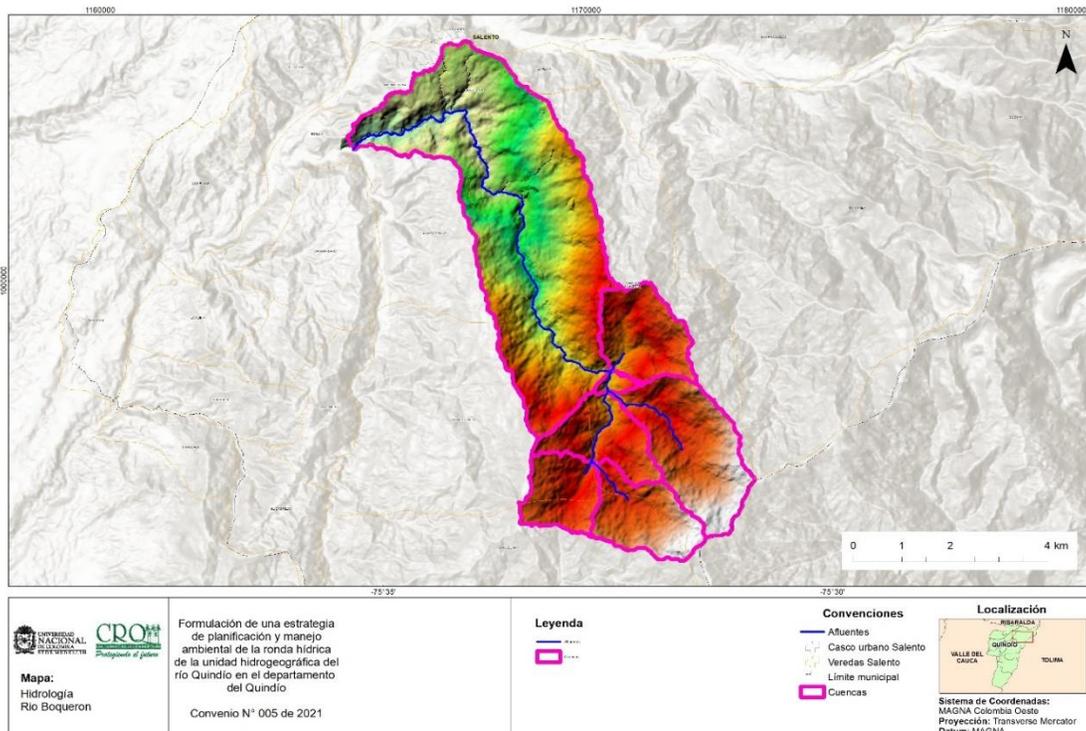


Figura 167. Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Boquerón

Tabla 30. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Boquerón.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	93,5
$T_{R 15}$	172,2
$T_{R 100}$	255,0

5.2.3.4.2 Río Quindío

El río Quindío con la confluencia con el río Barragán conforman el río La Vieja, cruza el departamento del Quindío de noreste a suroccidente, con área de 689,9 km² en el punto de cierre en el tramo de interés. Nace a los 3.652 m.s.n.m. y cota mínima hasta el punto de priorización de 1.051 m.s.n.m.

En la Figura 168 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

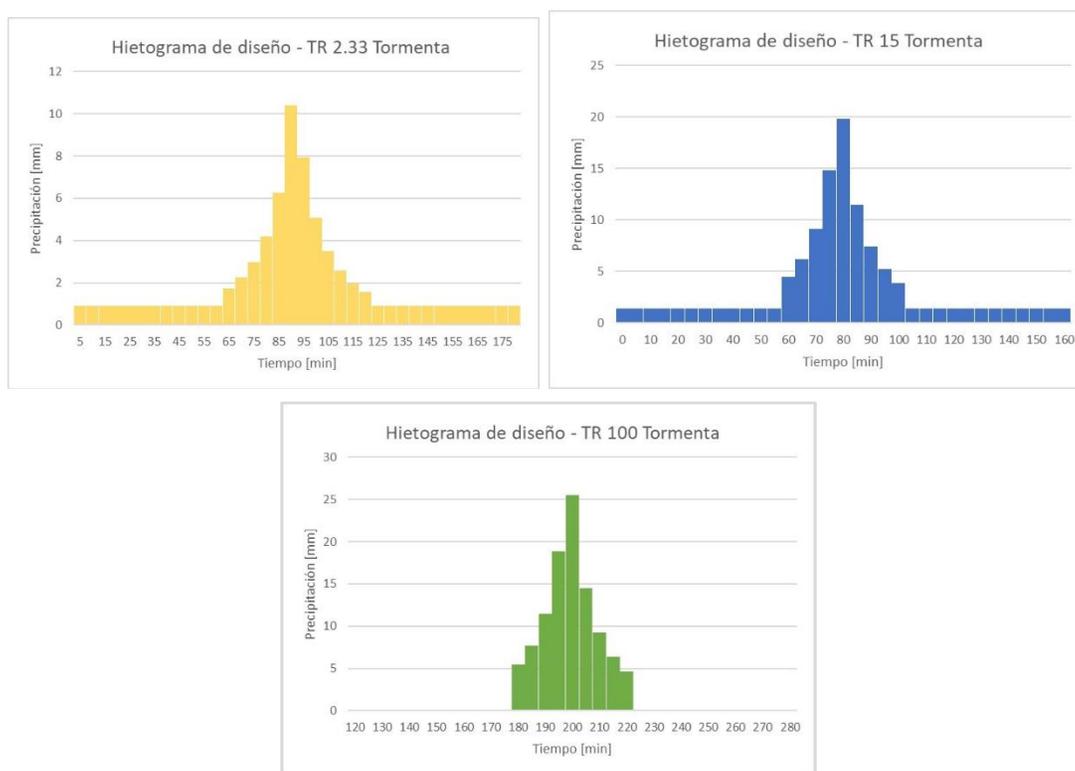


Figura 168. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde y la quebrada Cárdenas.

Se implementaron 173 unidades hidrográficas para la modelación del río Quindío, tal como se muestra en la Figura 169.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2.33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 31.

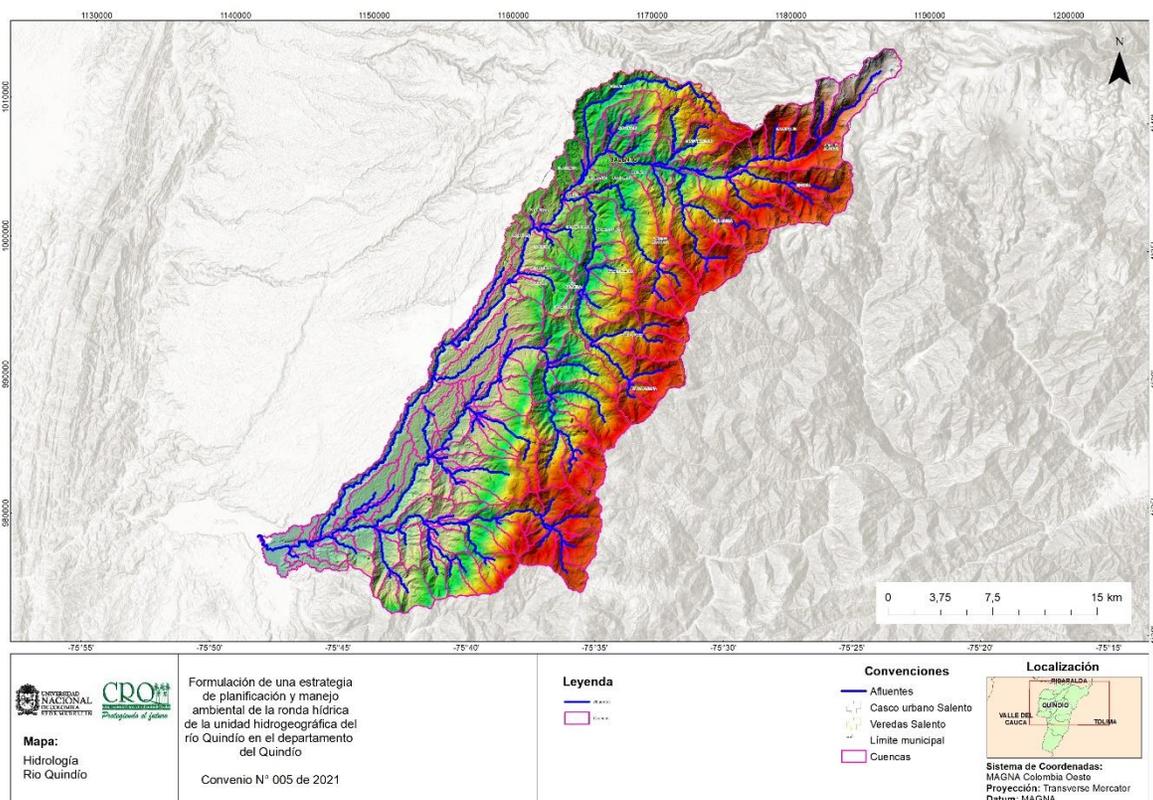


Figura 169. Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Quindío.

Tabla 31. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Quindío.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R\ 2.33}$	326,90
$T_{R\ 15}$	494,10
$T_{R\ 25}$	526,22
$T_{R\ 100}$	1.063,10
Sector La María $T_{R\ 100}$	660,6
Antes de la confluencia con la quebrada Boquía $T_{R\ 100}$	596,47

5.2.3.4.3 Río Navarco

El río Navarco desemboca sobre el río Quindío al Sur de la vereda Canaán, perteneciente al municipio de Salento, su unidad hidrográfica posee un área de 110,6 km² en el punto de cierre del tramo de interés. Nace en la cota 3.164 m.s.n.m. y tiene una cota mínima en el punto de priorización de 1.642 m.s.n.m.

En la Figura 170 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

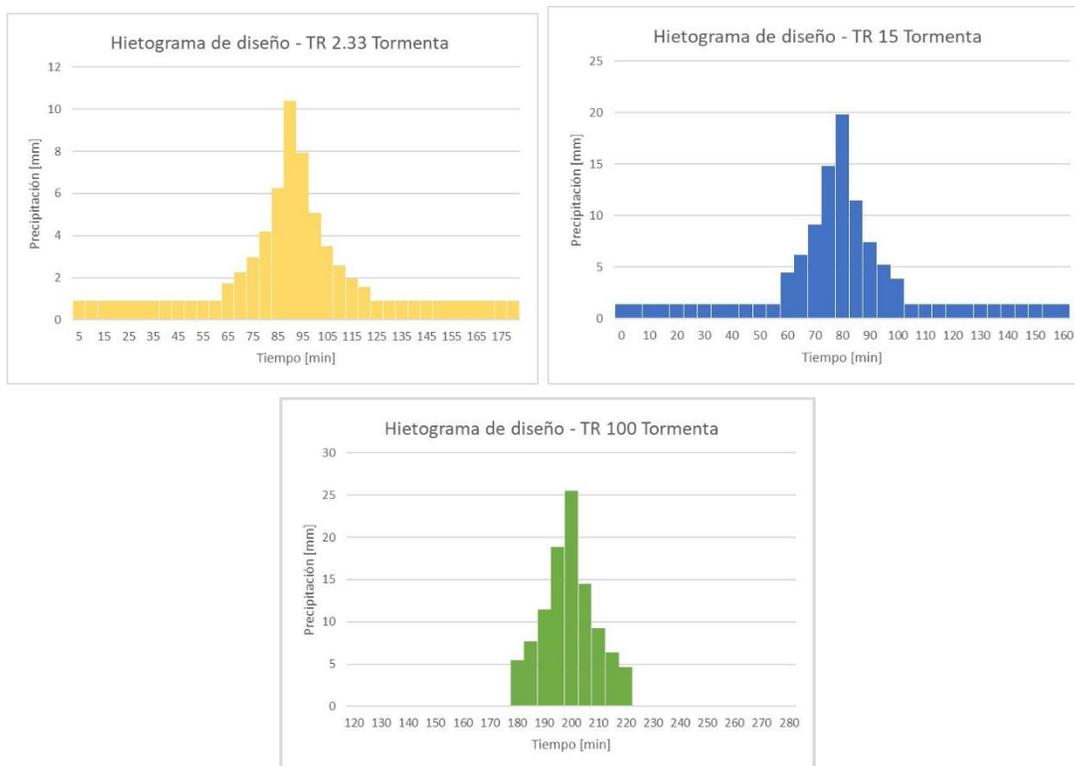


Figura 170. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde, y la quebrada Cárdenas.

Se identificaron 23 unidades hidrográficas principales, tal como se muestra en la Figura 171.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2,33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 32.

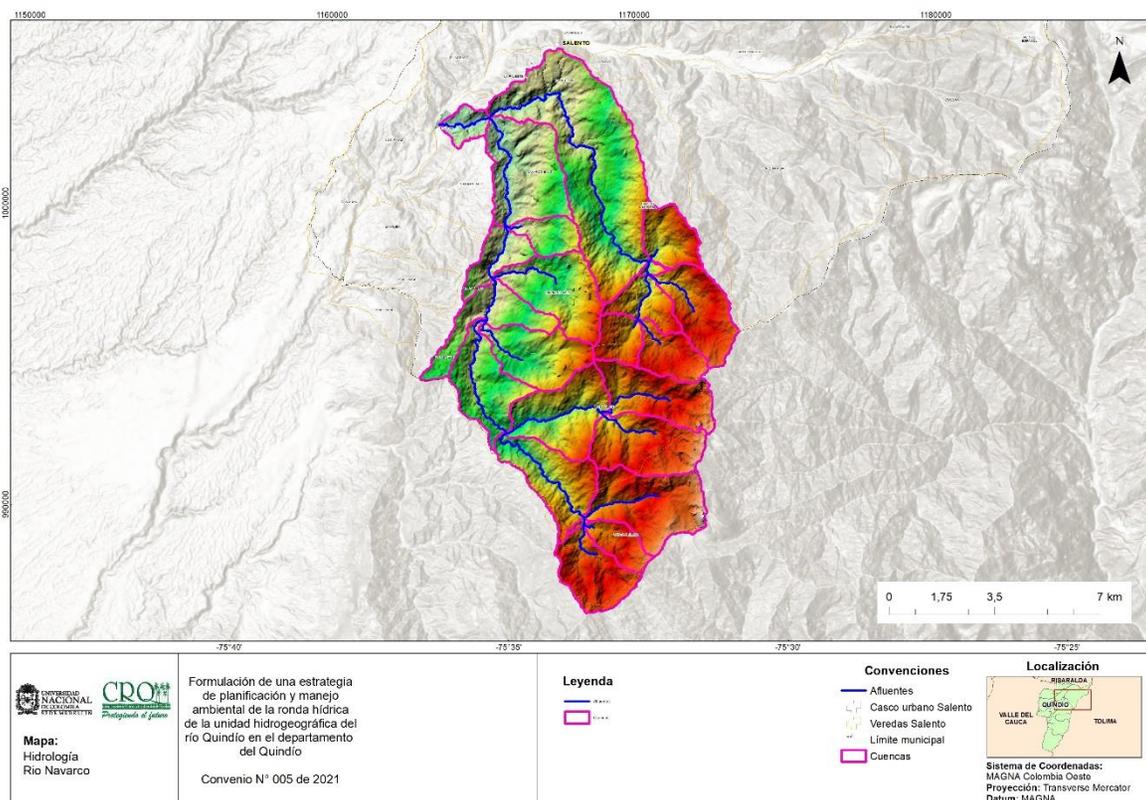


Figura 171. Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Navarco.

Tabla 32. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Navarco.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	160,2
$T_{R 15}$	433,3
$T_{R 100}$	610,7

5.2.3.4.4 Río Verde

El río Verde es un afluente del río Quindío. Su unidad hidrográfica posee un área de 278,3 km², nace en la cota 3.615 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.073 m.s.n.m.

En la Figura 172 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Se identificaron 87 unidades hidrográficas principales, tal como se muestra en la Figura 173.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2.33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 33.

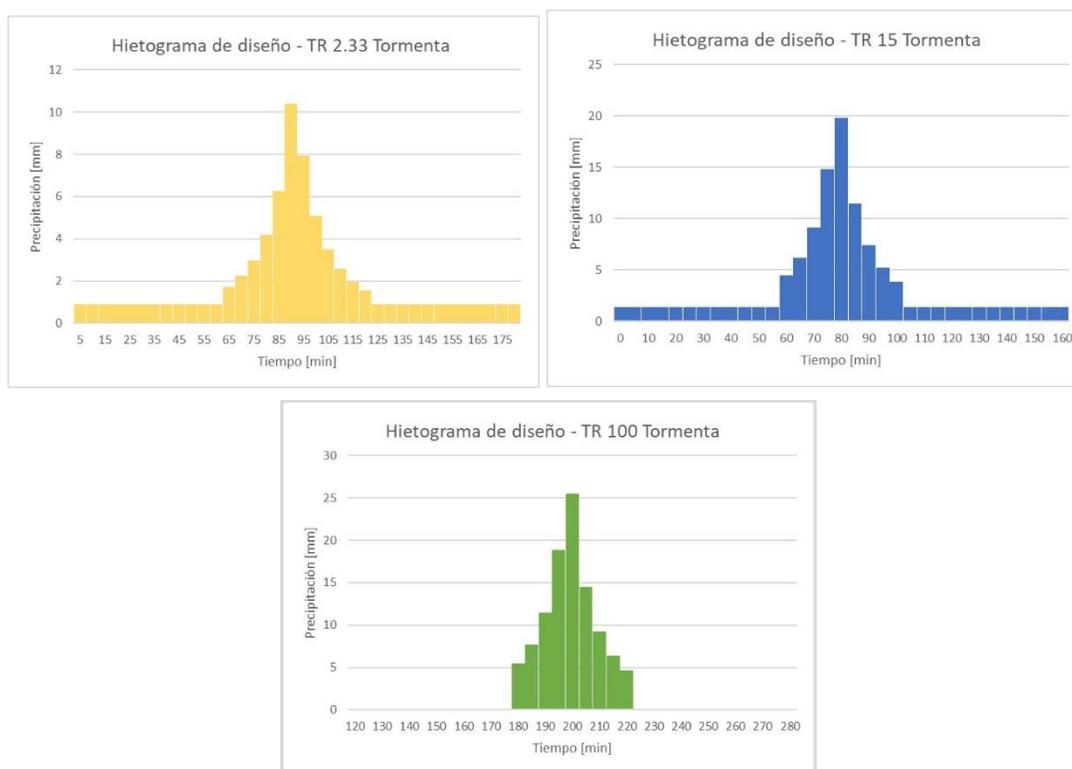


Figura 172. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de los ríos Quindío, Navarco y Verde.

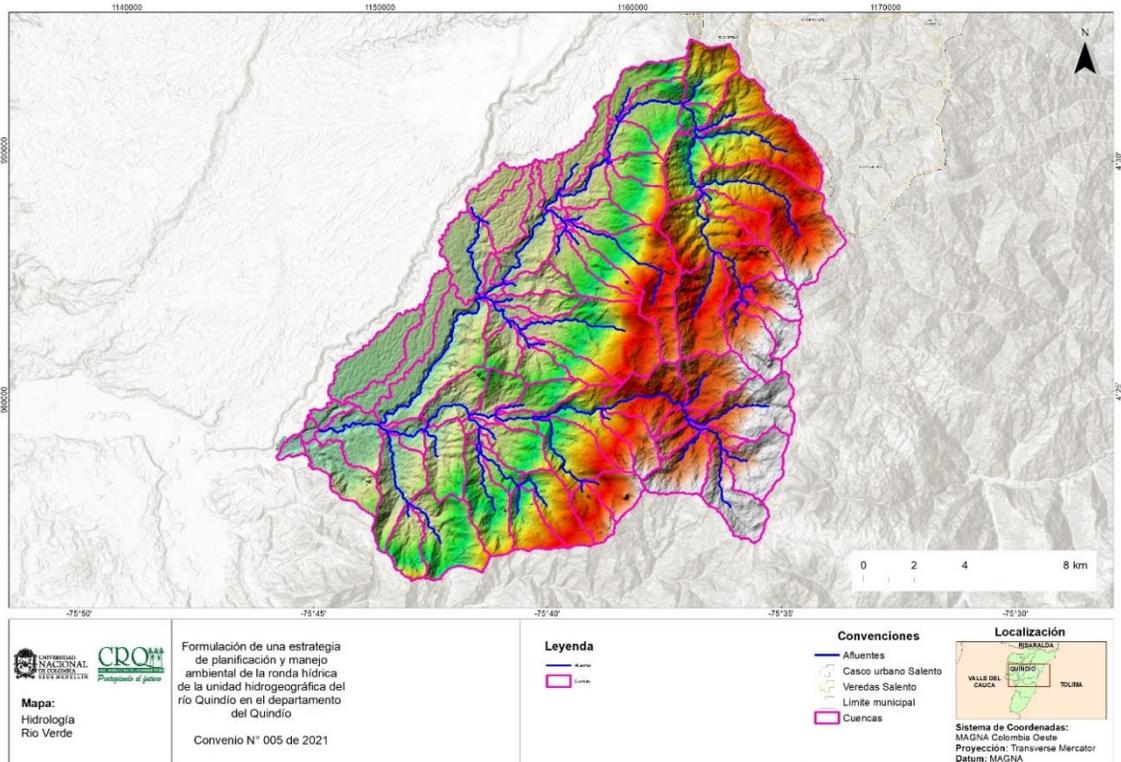


Figura 173. Representación del modelo hidrológico utilizado para el río Verde.

Tabla 33. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés del río Verde.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	182,2
$T_{R 15}$	467,7
$T_{R 100}$	716,1

5.2.3.4.5 Quebrada Bolivia

La quebrada Bolivia es un afluente de la quebrada Cruz Gorda, se ubica al este del municipio de Salento. Su unidad hidrográfica posee un área de 1,04 km², nace en la cota 2.382 m.s.n.m. y desemboca en la cota 2.027 m.s.n.m.

En la Figura 174 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 175.

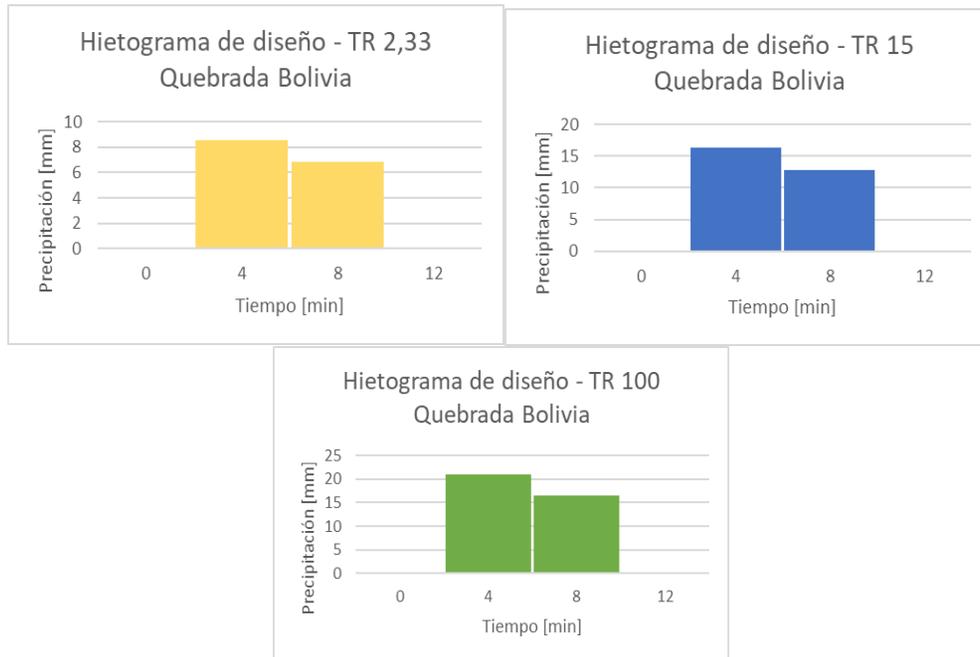


Figura 174. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Bolivia

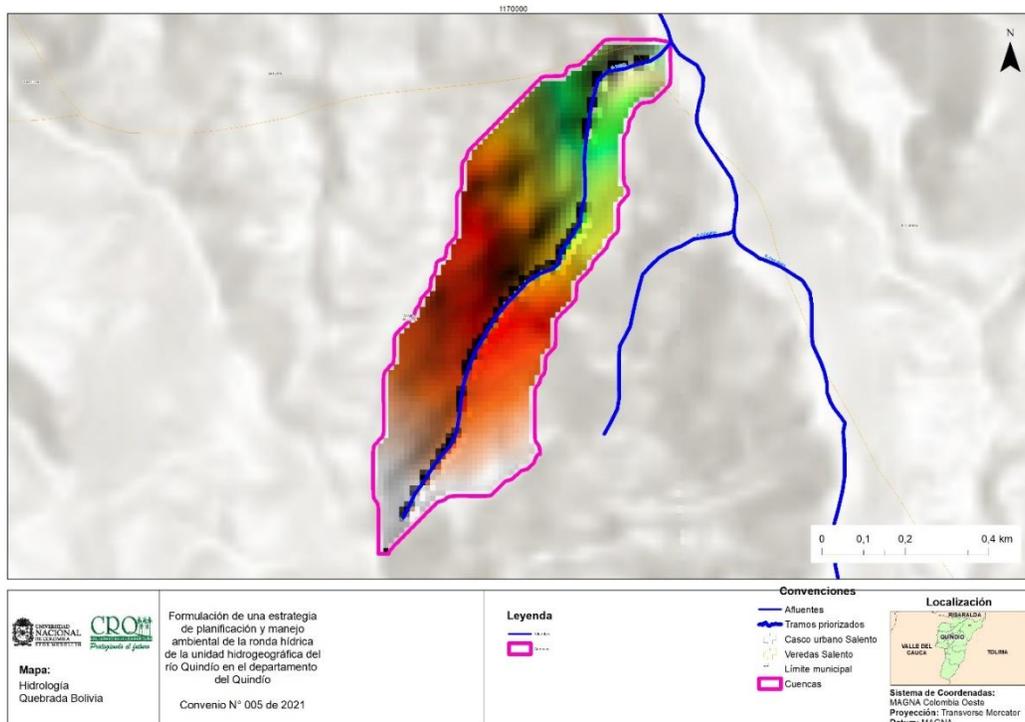


Figura 175. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Bolivia.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2,33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 34.

Tabla 34. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Bolivia.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2,33}$	2,7
$T_{R 15}$	6,1
$T_{R 100}$	8,1

5.2.3.4.6 Quebrada Boquía

La quebrada Boquía nace al norte del departamento del Quindío, desemboca sobre el río Quindío cerca del municipio de Salento. Su unidad hidrográfica posee un área de 23,32 km^2 , el cauce principal nace sobre los 3.034 m.s.n.m. y desemboca en los 1.717 m.s.n.m.

En la Figura 176 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés, la representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Boquía en la Figura 177 y los caudales picos asociados a los periodos de retorno $T_{R 2,33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 35.

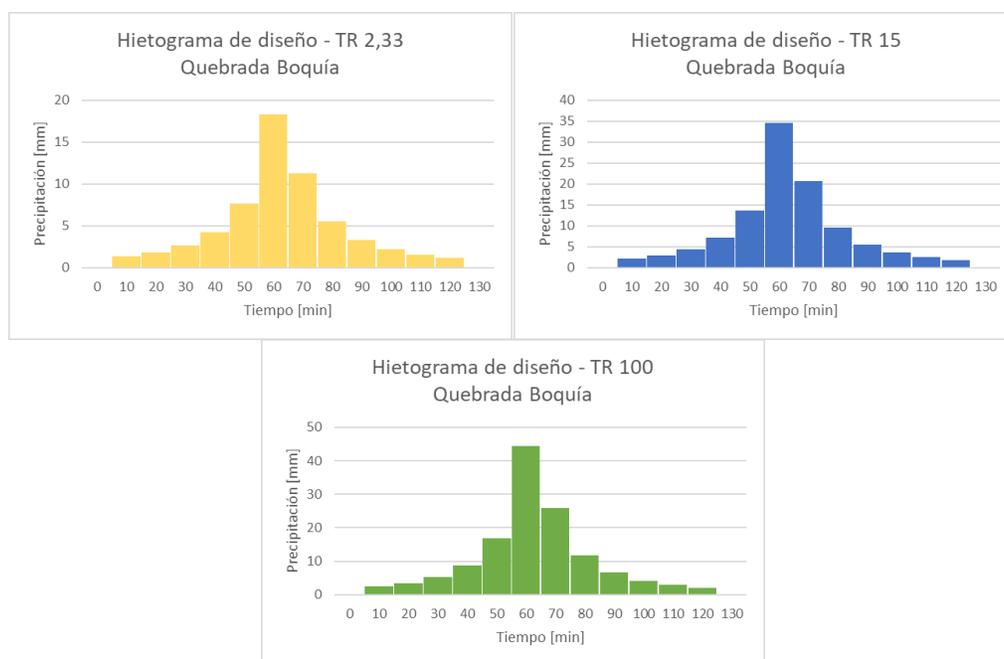


Figura 176. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Boquía.

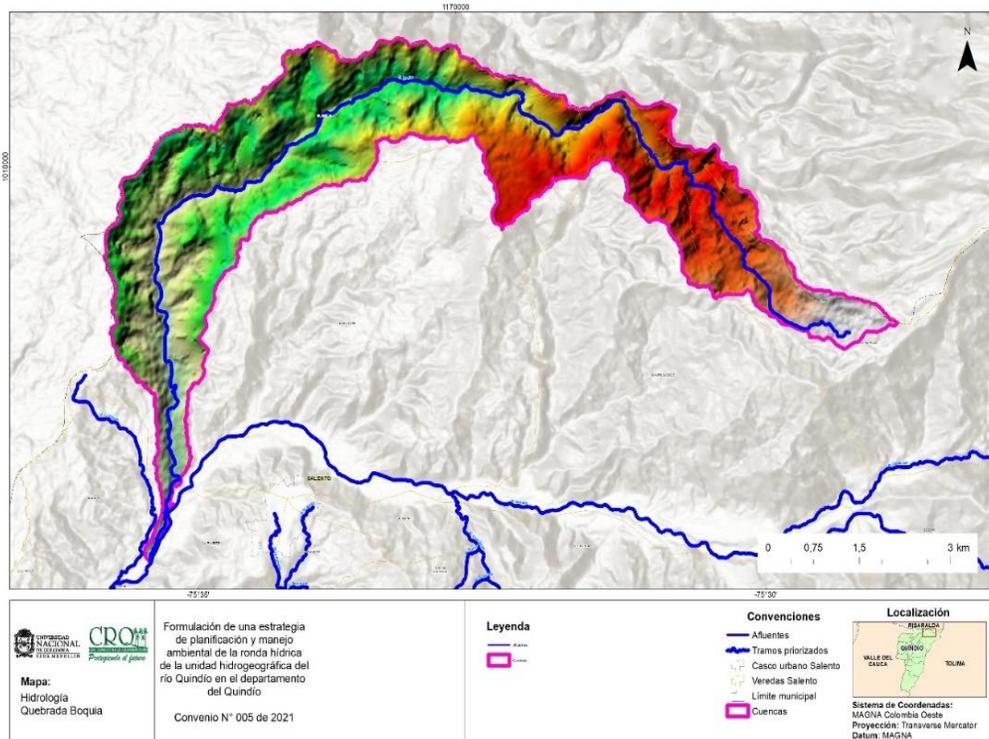


Figura 177. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Boquía.

Tabla 35. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Boquía.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R\ 2.33}$	52,5
$T_{R\ 15}$	110,8
$T_{R\ 100}$	143,3

5.2.3.4.7 Quebrada Cárdenas

La quebrada Cárdenas es un afluente del río Quindío, nace en la cota 4.587 m.s.n.m. y desemboca en la cota 2.250 m.s.n.m. Su unidad hidrográfica posee un área de 46,24 km².

En la Figura 178 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Se identificaron 9 unidades hidrográficas principales, tal como se muestra en la Figura 179.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2.33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 36.

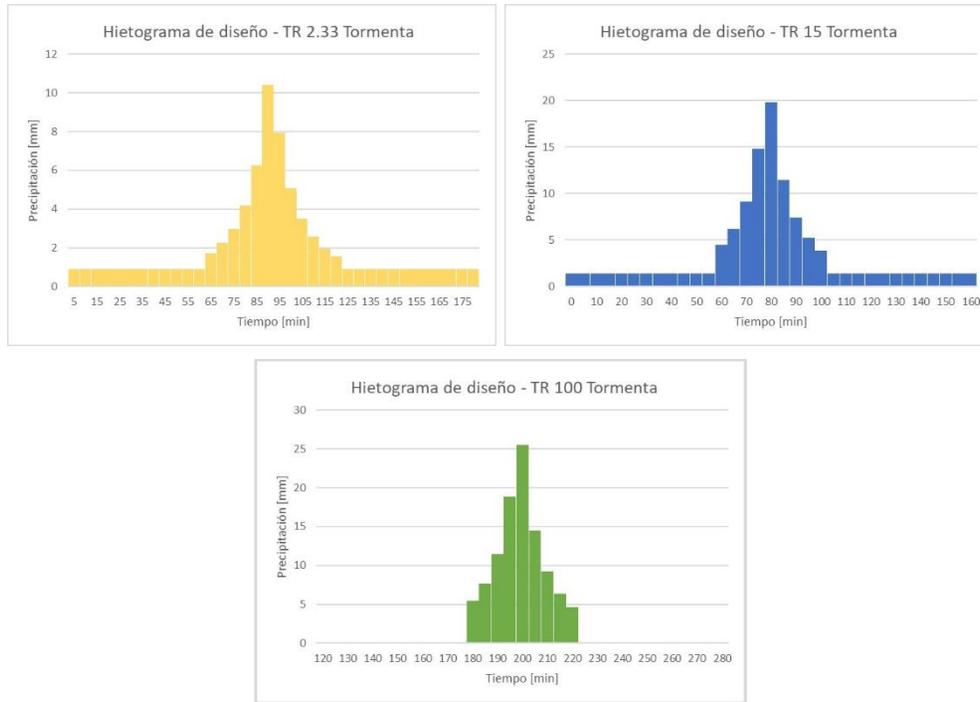


Figura 178. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2,33, 15 y 100 años, según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Cárdenas.

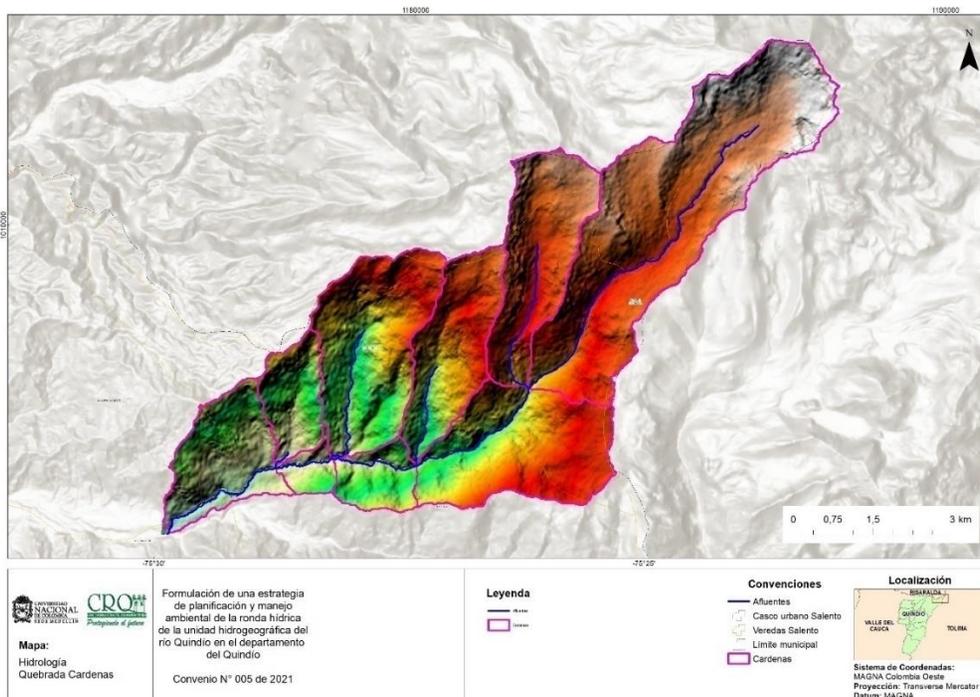


Figura 179. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cárdenas.

Tabla 36. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cárdenas.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	159,1
$T_{R 15}$	470,7
$T_{R 100}$	617,7

5.2.3.4.8 Quebrada Corozal

La Quebrada Corozal es un afluente rural del río Boquerón, su unidad hidrográfica posee un área de 1,1 km², nace en la cota 2.253 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.956 m.s.n.m.

En la Figura 180 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

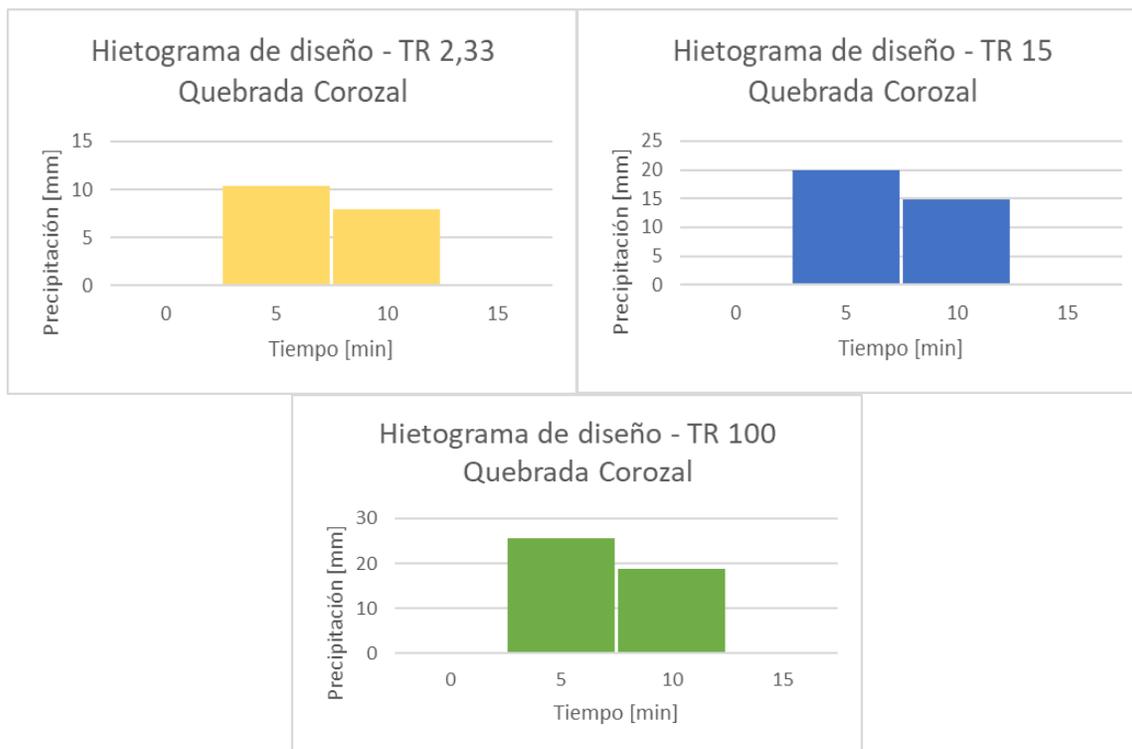


Figura 180. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Corozal.

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 181.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 37.

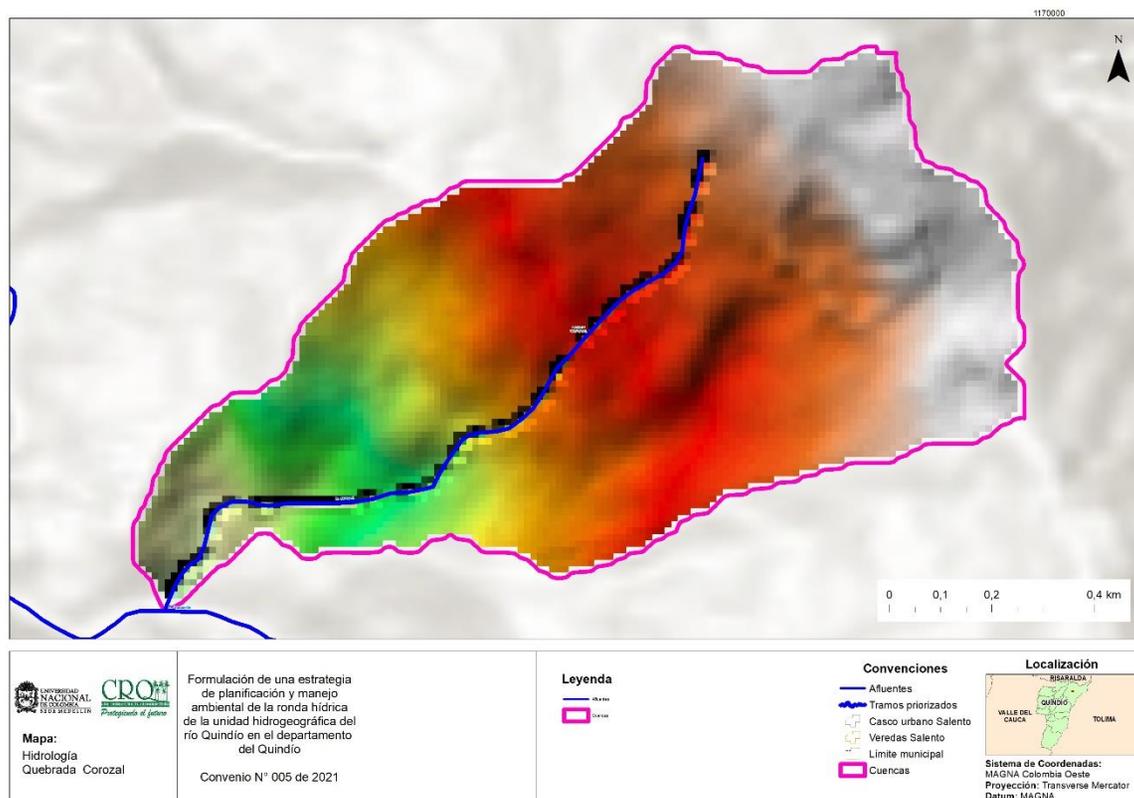


Figura 181. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Corozal.

Tabla 37. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Corozal.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	9,2
$T_{R 15}$	21,7
$T_{R 100}$	26,0

5.2.3.4.9 Quebrada Cruz Gorda

La quebrada Cruz Gorda es un afluente del río Quindío, se ubica al norte del municipio de Salento. Su unidad hidrográfica posee un área de 5,56 km^2 , nace en la cota 2.705 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.936 m.s.n.m.

En la Figura 182 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

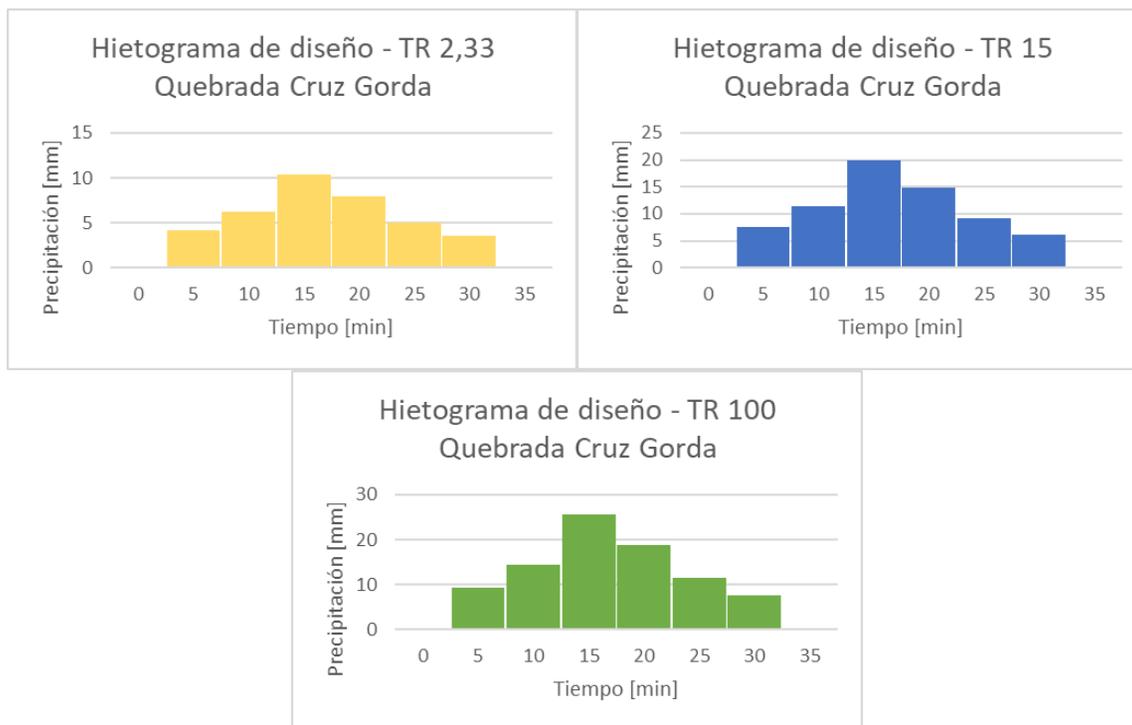


Figura 182. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada Cruz Gorda

Debido a su pequeña área (cerca de 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 183.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R\ 2,33}$, $T_{R\ 15}$ y $T_{R\ 100}$ se observan en la Tabla 38.

Tabla 38. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cruz Gorda.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m ³ /s]
$T_{R\ 2,33}$	30,0
$T_{R\ 15}$	64,9
$T_{R\ 100}$	85,3

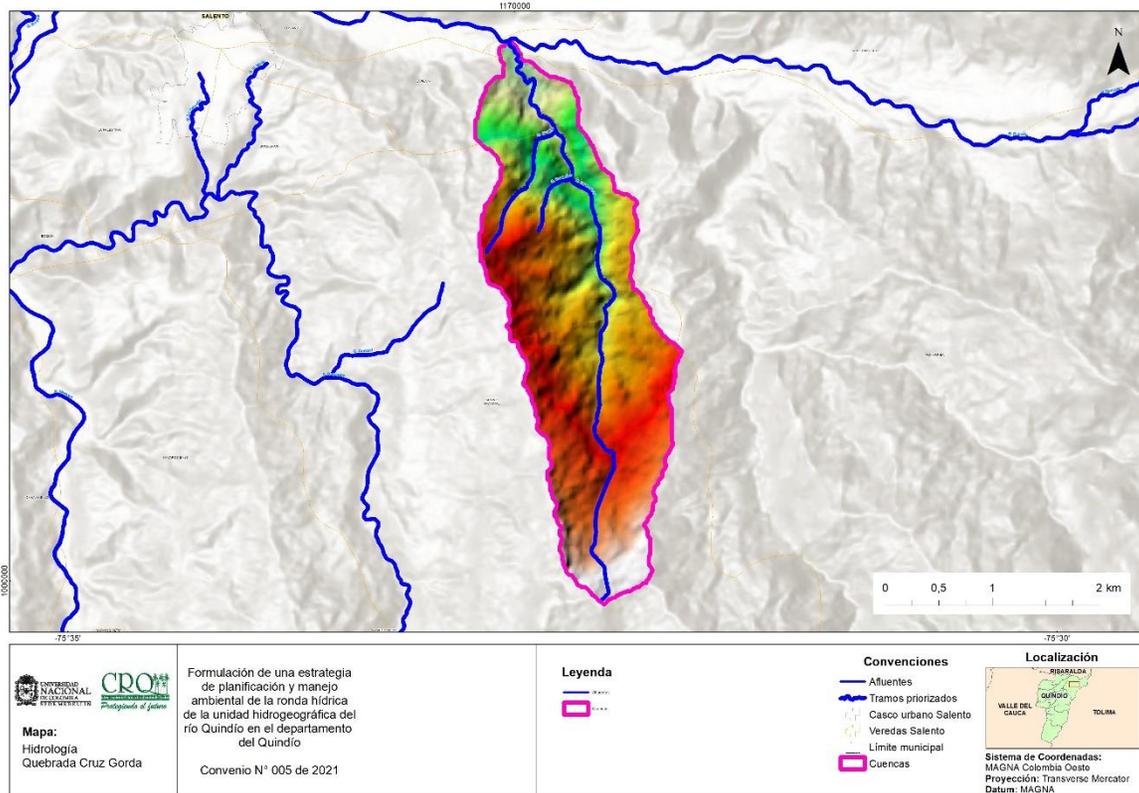


Figura 183. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cruz Gorda.

5.2.3.4.10 Quebrada El Mudo

La quebrada El Mudo es un afluente del río Boquerón, se ubica al este del municipio de Salento. Su unidad hidrográfica posee un área de 1,04 km², nace en la cota 1.971 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.773 m.s.n.m.

En la Figura 184 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 185.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2,33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 39.

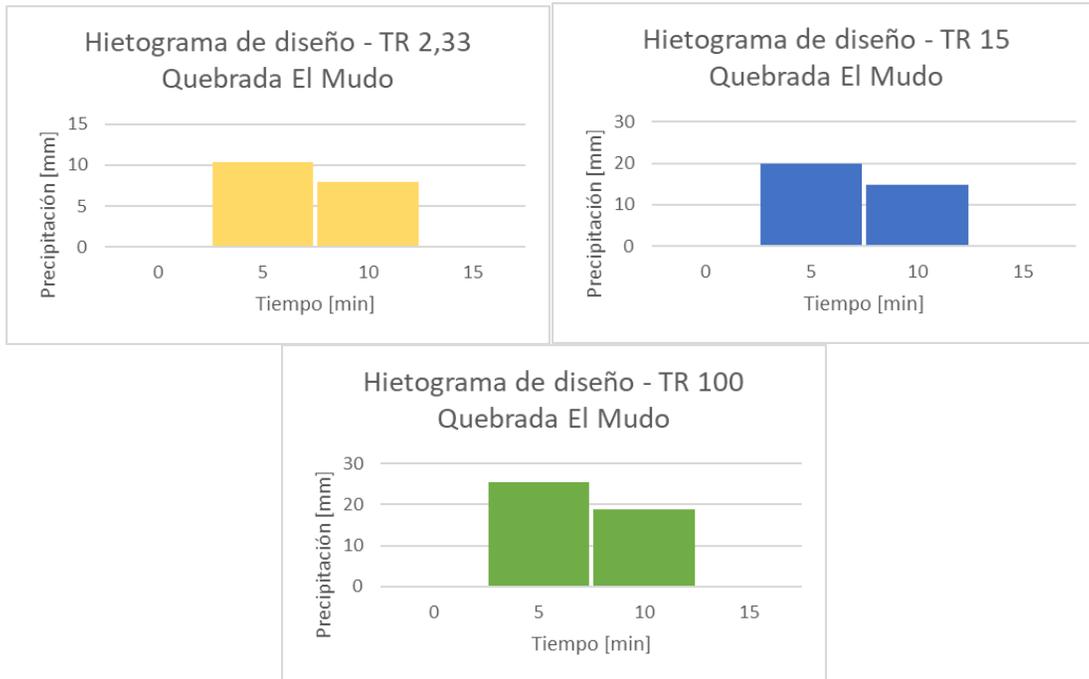


Figura 184. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada El Mudo

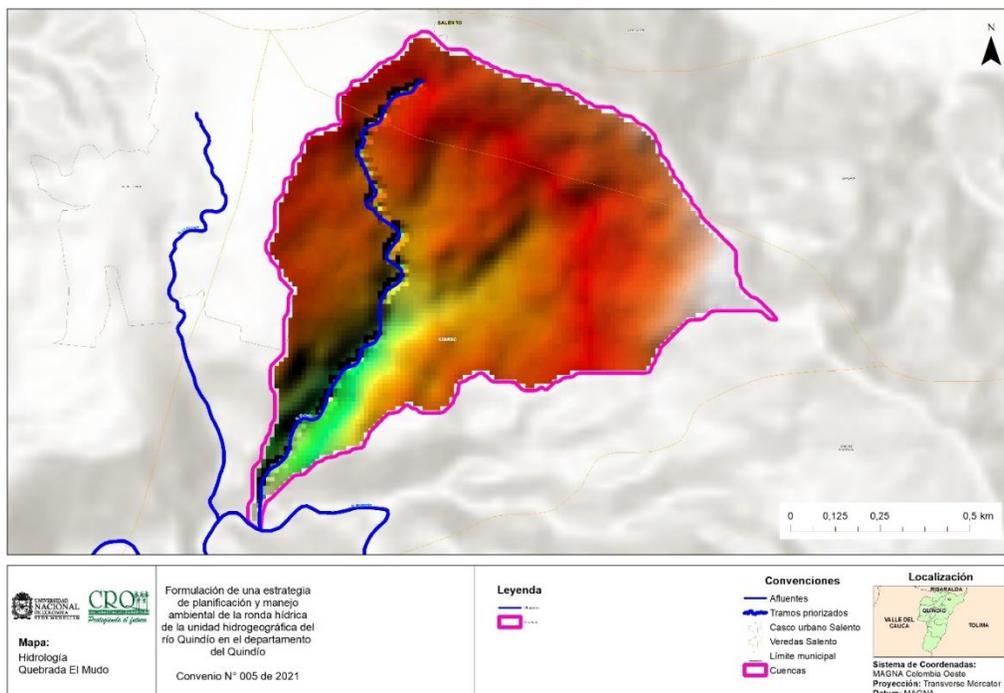


Figura 185. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada El Mudo.

Tabla 39. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada El Mudo.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	7,5
$T_{R 15}$	17,5
$T_{R 100}$	21,2

5.2.3.4.11 Quebrada El Pescador

La quebrada El pescador atraviesa el municipio de Calarcá por el costado noroeste para luego desembocar en el río Quindío. Su unidad hidrográfica posee un área de 15,51 km², nace en la cota 1.657 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.297 m.s.n.m.

En la Figura 186 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

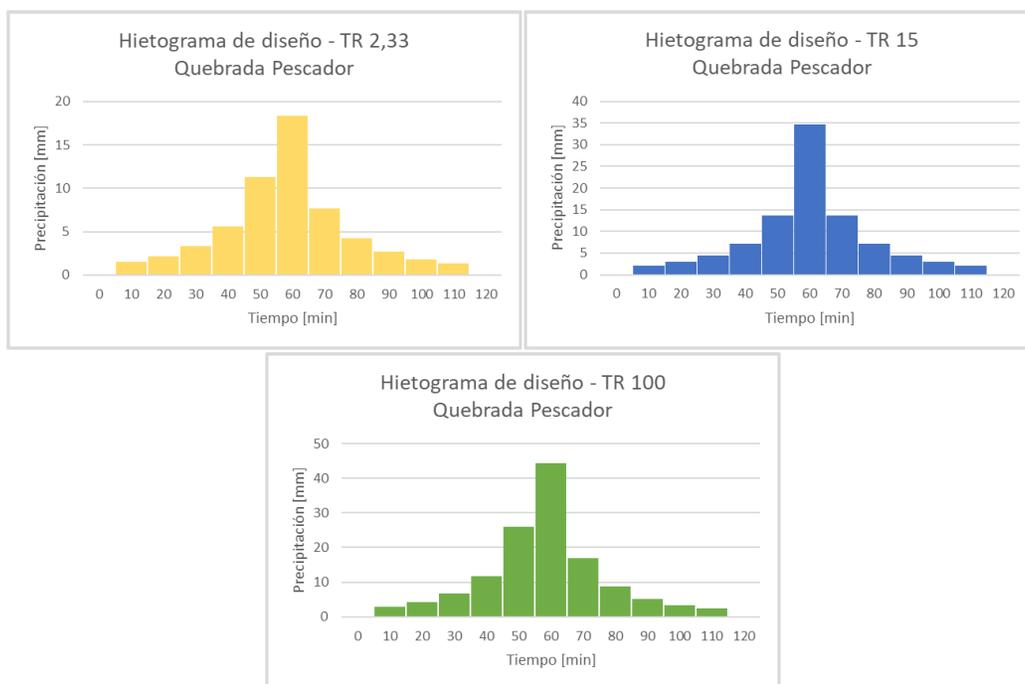


Figura 186. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 años y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada El Pescador

en la Figura 187 la representación del modelo hidrológico y los caudales picos asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 40.

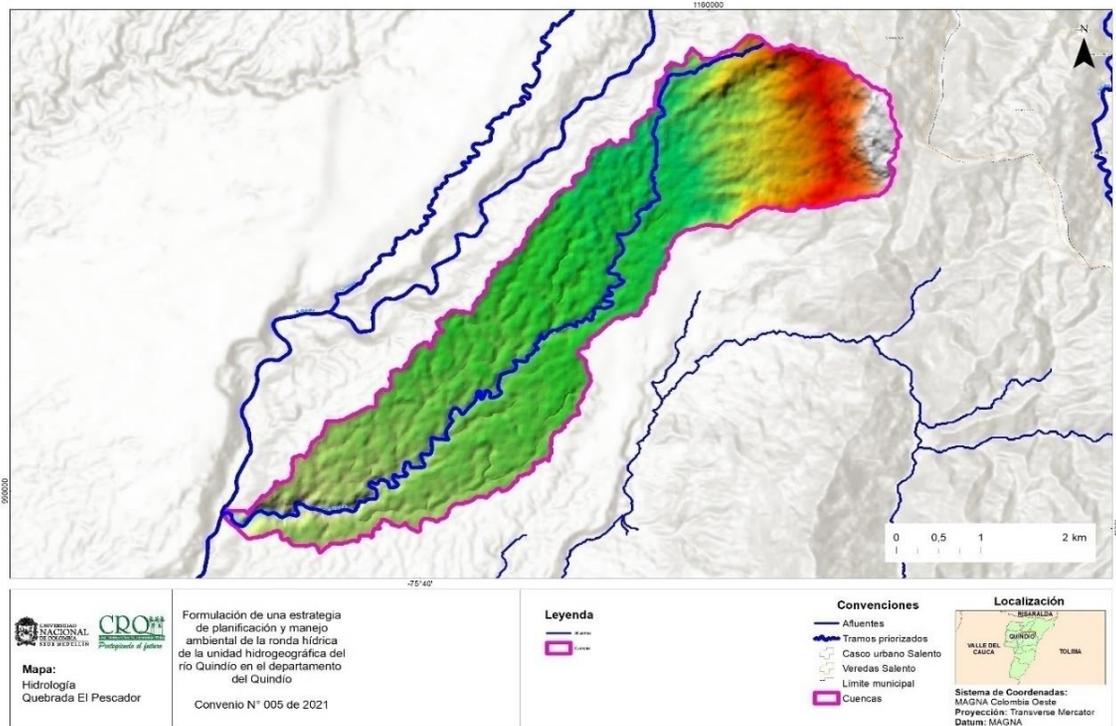


Figura 187. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada El Pescador.

Tabla 40. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada El Pescador.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	37,9
$T_{R 15}$	69,6
$T_{R 100}$	103,4

5.2.3.4.12 Quebrada La Calzada

La quebrada La Calzada es un afluente del río Boquerón, se ubica al oeste del municipio de Salento. Su unidad hidrográfica posee un área de 0,62 km², nace en la cota 1.967 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.767 m.s.n.m.

En la Figura 188 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 189. Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 41.

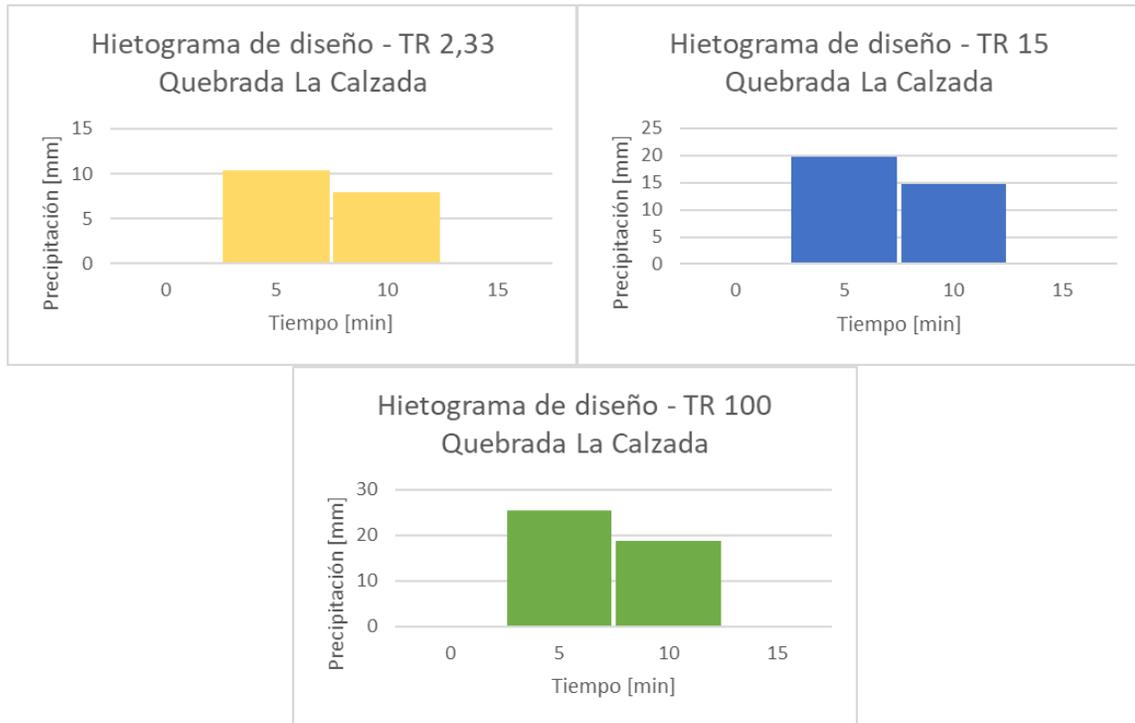


Figura 188. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Calzada

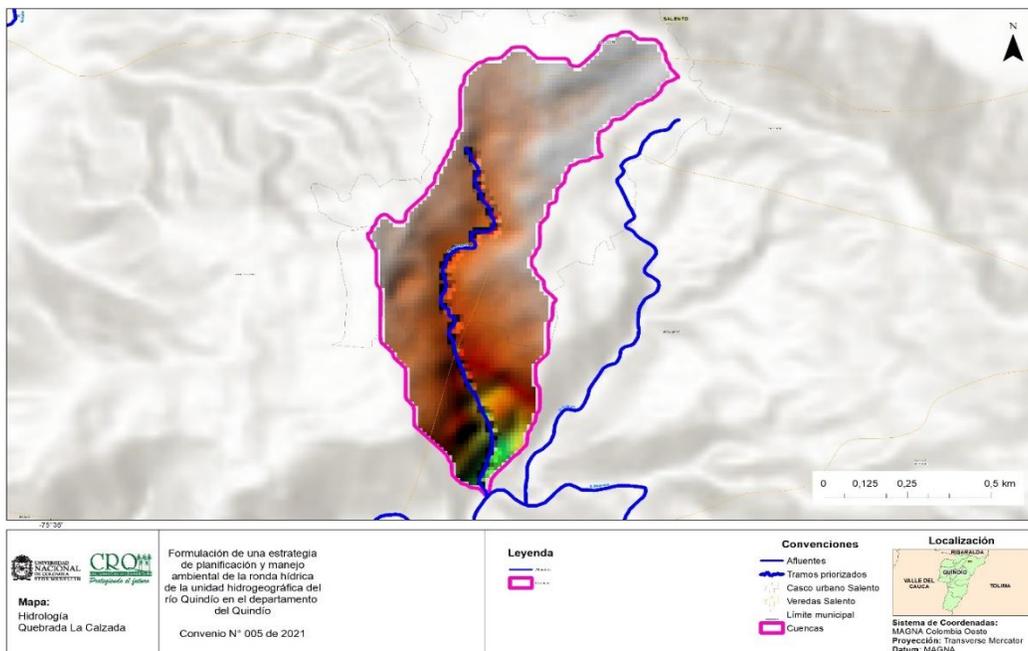


Figura 189. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Calzada.

Tabla 41. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Calzada.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	5,2
$T_{R 15}$	12,2
$T_{R 100}$	14,7

5.2.3.4.13 Quebrada La Cristalina

La quebrada Cristalina es un afluente de la quebrada Cruz Gorda, su unidad hidrográfica tiene un área de 0,15 km², nace en la cota 2.349 m.s.n.m. y desemboca en la cota 2.062 m.s.n.m.

En la Figura 190 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

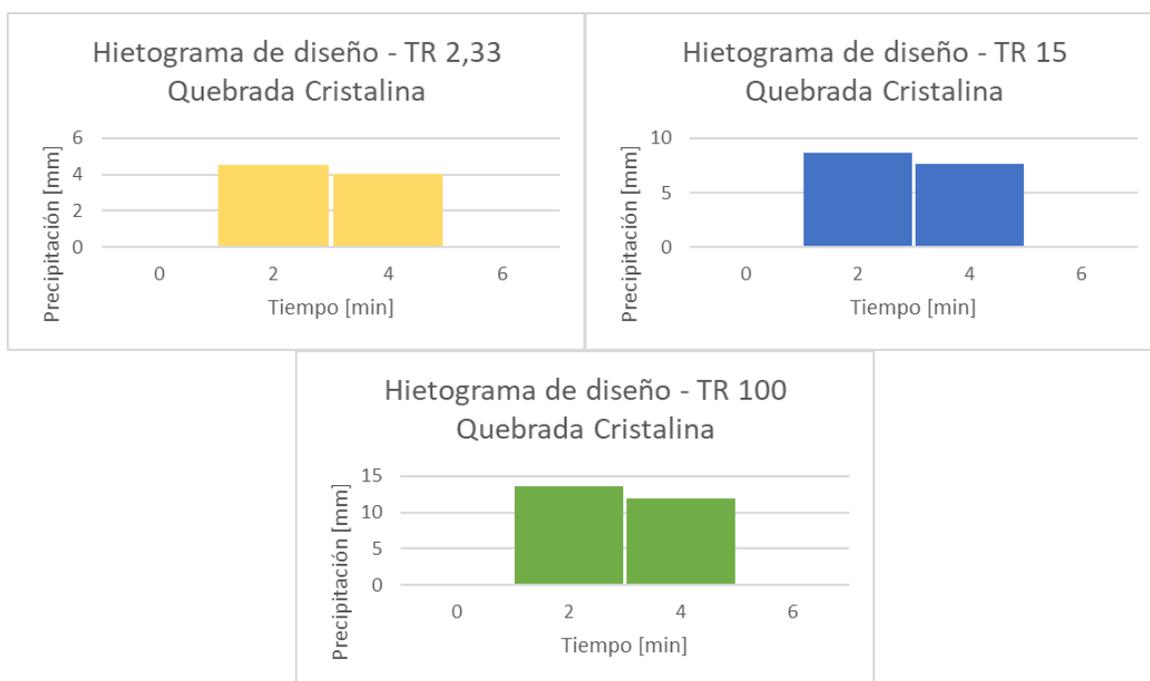


Figura 190. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Cristalina

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 191. Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 42.

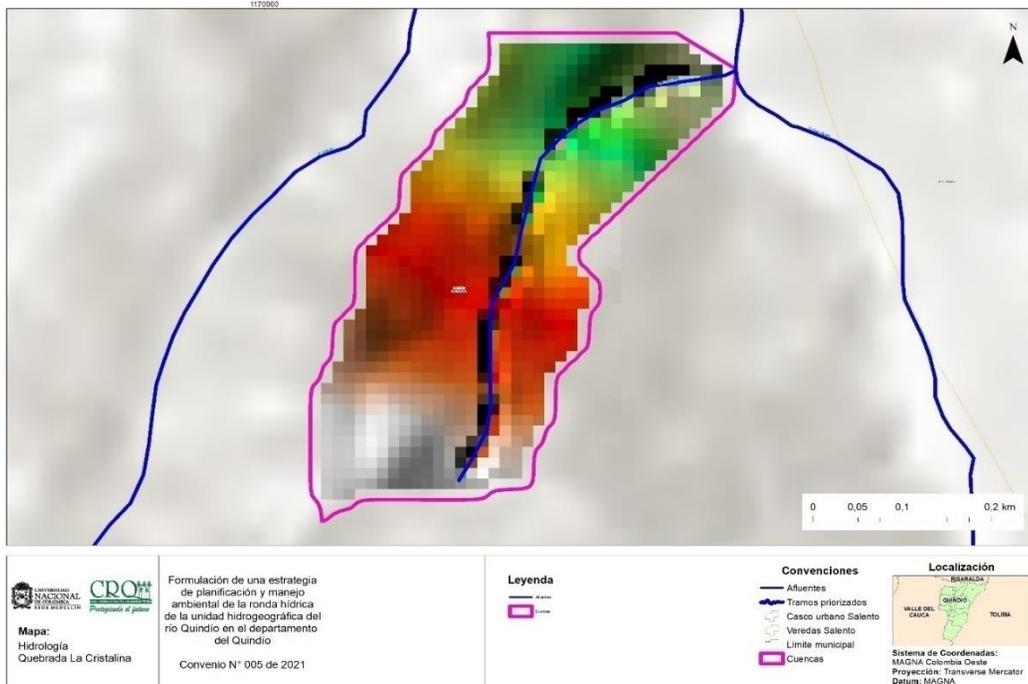


Figura 191. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada Cristalina.

Tabla 42. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada Cristalina.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	4,1
$T_{R 15}$	5,0
$T_{R 100}$	5,5

5.2.3.4.14 Quebrada La Florida

La quebrada La Florida cruza la ciudad de Armenia por el costado este para luego desembocar sobre el río Quindío. Su unidad hidrográfica posee un área de 6,38 km², nace sobre los 1.754 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.348 m.s.n.m.

En la Figura 192 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

Se identificaron 3 unidades hidrográficas principales, tal como se muestra en la Figura 193.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 43.

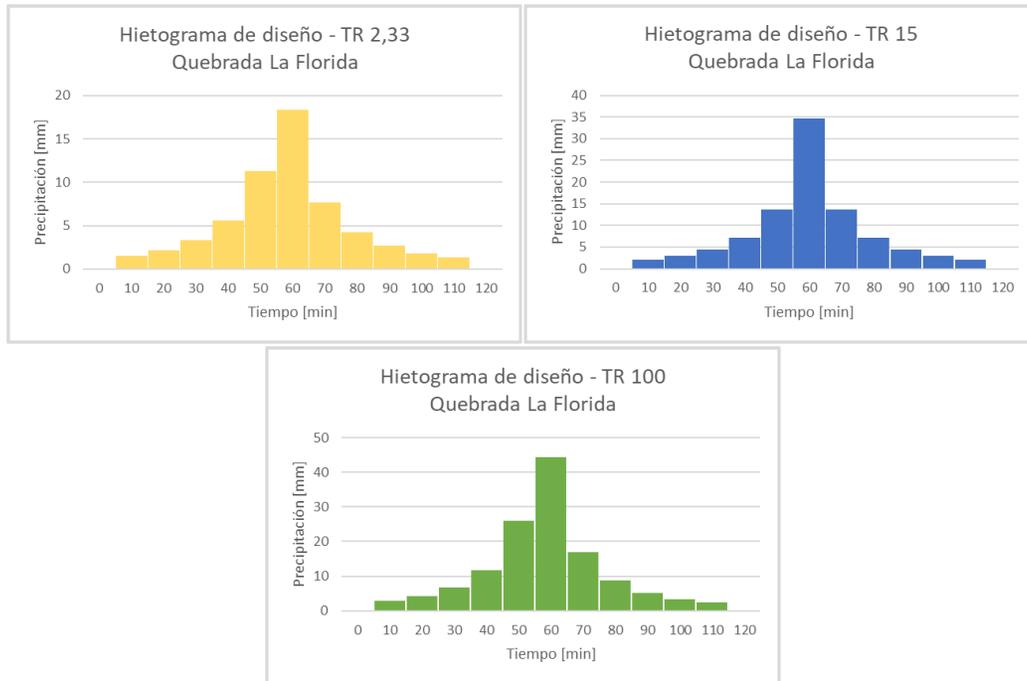


Figura 192. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Florida

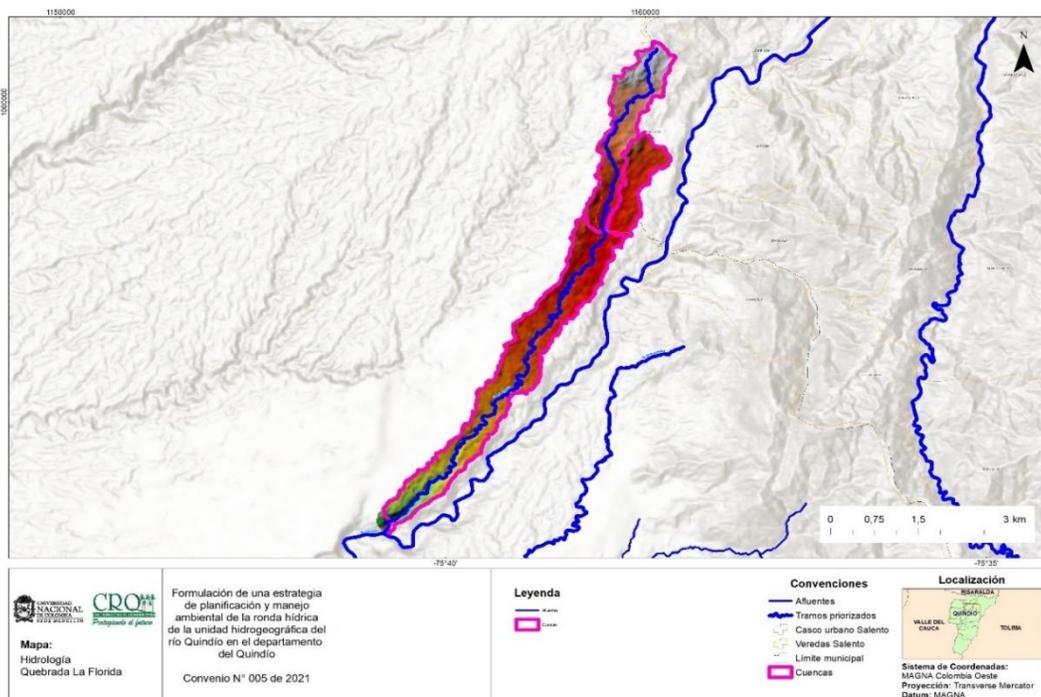


Figura 193. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Florida.

Tabla 43. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Florida.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	15,9
$T_{R 15}$	29,2
$T_{R 100}$	43,3

5.2.3.4.15 Quebrada La Víbora

La quebrada La Víbora es un afluente del río Quindío. Su unidad hidrográfica posee un área de 3,41 km², nace en la cota 1.991 m.s.n.m. y desemboca en la cota 1.684 m.s.n.m.

En la Figura 194 se muestran los hietogramas de diseño para cada periodo de retorno de interés.

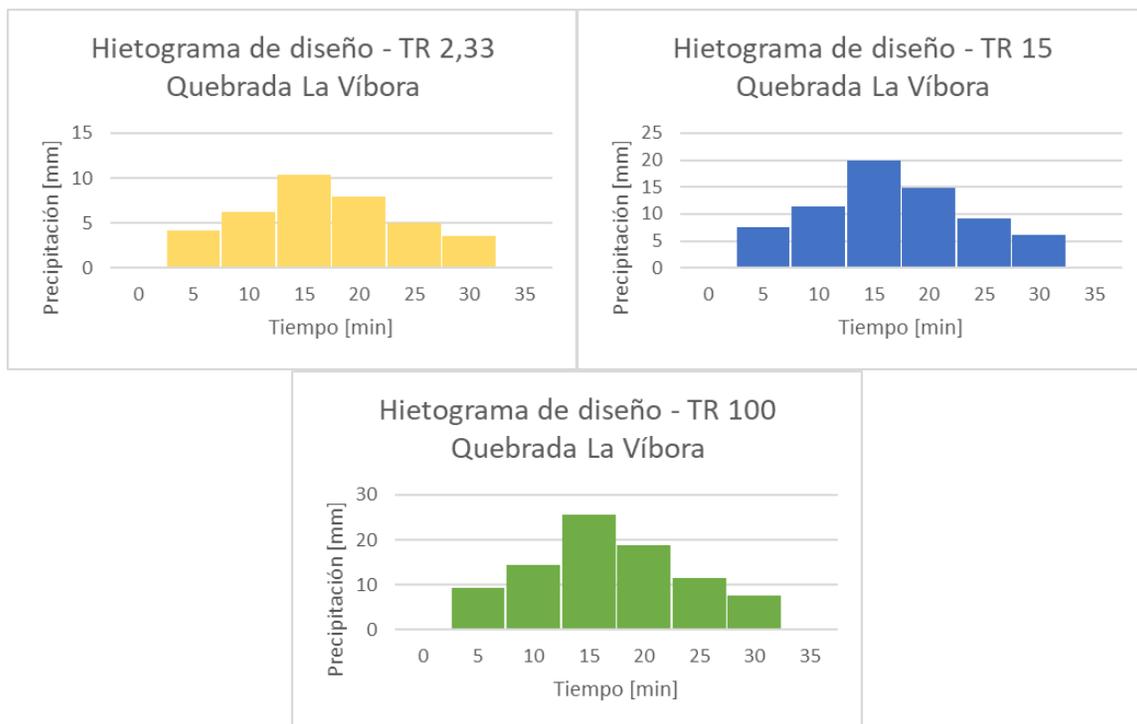


Figura 194. Hietogramas de diseño para los periodos de retorno de 2.33, 15 y 100 años según el tiempo de concentración empleado para la unidad hidrográfica de la quebrada La Víbora

Debido a su pequeña área (menor a 5 km²) se modeló como una sola unidad hidrográfica, tal como se muestra en la Figura 195.

Los caudales pico asociados a los periodos de retorno $T_{R 2.33}$, $T_{R 15}$ y $T_{R 100}$ se observan en la Tabla 44.

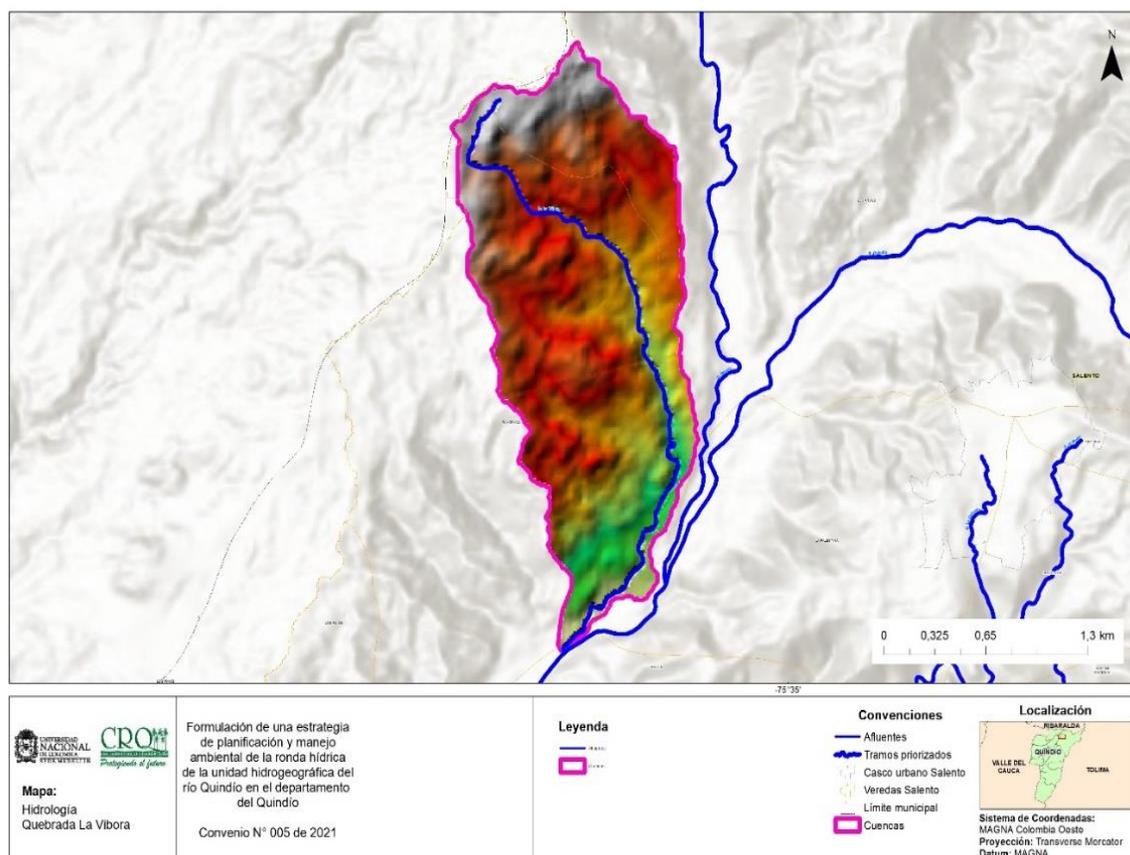


Figura 195. Representación del modelo hidrológico utilizado para la quebrada La Vibora.

Tabla 44. Caudales máximos asociados a periodos de retorno de interés de la quebrada La Vibora.

Periodo de retorno T_R [años]	Q_{MAX} [m^3/s]
$T_{R 2.33}$	17,5
$T_{R 15}$	37,9
$T_{R 100}$	49,8

5.2.4 Modelación hidráulica en los tramos de priorizados y definición del componente hidrológico

A continuación, se describe para cada uno de los tramos priorizados, los parámetros de modelamiento hidráulico y los resultados obtenidos para el componente hidrológico, siguiendo la metodología descrita en el numeral 4.2.2, donde se presenta los resultados de la modelación hidráulica para el caudal máximo del periodo de retorno de 2,33 años, el cual fue utilizado en la definición del cauce permanente.

Para la delimitación del componente hidrológico se utilizó la mancha de inundación generada por el caudal máximo del periodo retorno de 15 años, dado que son corrientes sin intervenciones en su cauce o muy poco intervenidas, excepto en las quebradas El Mudo por las intervenciones evidenciadas en su cauce, al igual que La Calzada y El Pescador, las cuales, aunque sus cauces no están intervenidos presentan recorridos urbanos con asentamientos cercanos al cauce, principalmente El Pescador en el sector de la invasión Giraldo. En estas quebradas se utilizó la mancha de inundación correspondiente al periodo de retorno de los 100 años, que se definió en el numeral 5.2.3.4.

5.2.4.1 Río Boquerón

Este tributario se simuló en el módulo unidimensional del flujo con secciones transversales de 80 m de ancho, separadas cada 30 m. Para el escenario simulado para el tránsito del caudal de quince años (Tr 15) a lo largo del tramo localizado más aguas arriba (11,7 km), se estima una profundidad promedio de 1,97 m y una velocidad de flujo promedio de 5,3 m/s. Para los 6,85 km restantes, la profundidad promedio no supera los 1,99 m, mientras que la velocidad promedio es del orden de los 3,93 m/s. El régimen de flujo a lo largo del río es predominantemente subcrítico. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en los dos tramos y sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica se muestra en la Figura 196.

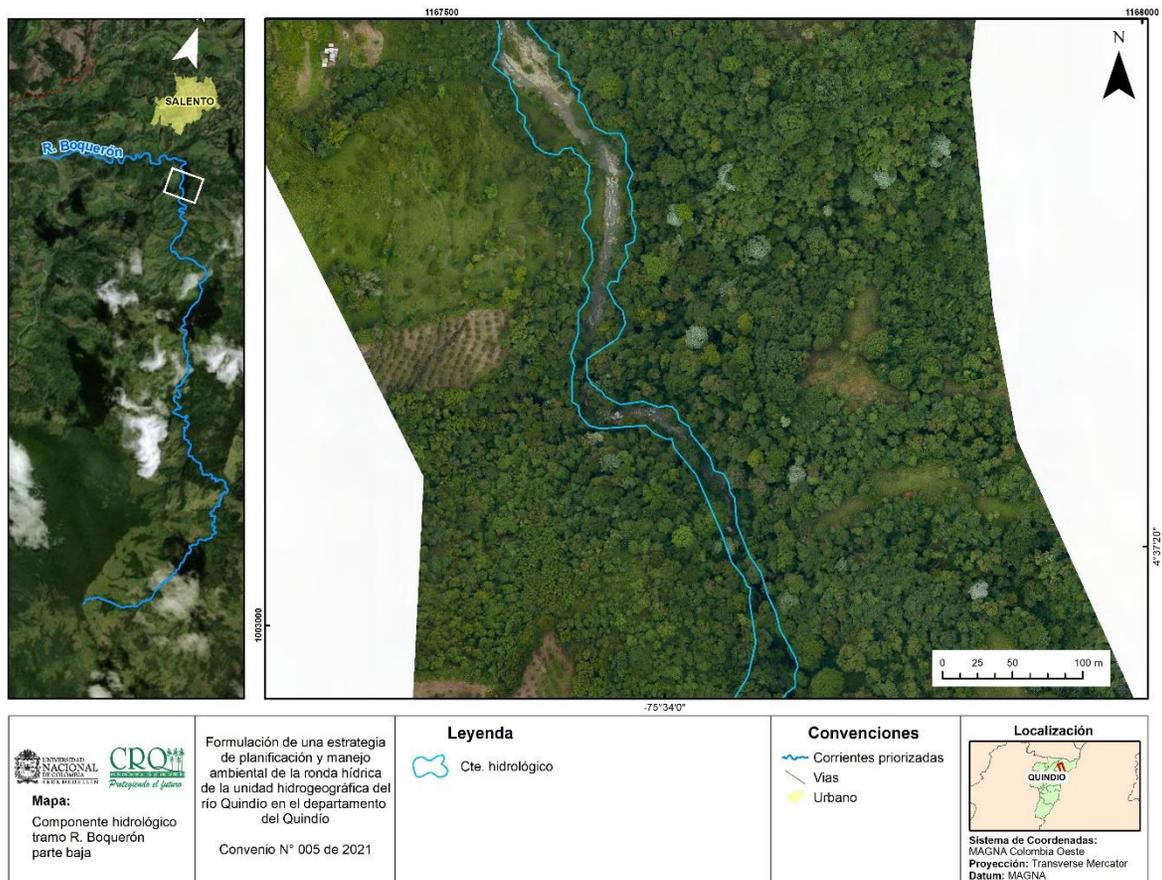


Figura 196. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Boquerón.

5.2.4.2 Río Quindío

Al igual que para el escenario de cauce permanente se simularon un total de ocho tramos (ver numeral 4.2.2.1.2), con 1425 secciones separadas cada 55 metros. Seis de ellos, que suman 45 km, del tramo T1 al T6, se simularon en una dimensión y los dos tramos restantes (T7 y T8) en dos dimensiones. Esto se hizo con el fin de optimizar el costo computacional sin perder el nivel de detalle en los resultados obtenidos. Es importante mencionar que las características geomorfológicas (cauce encañonado, estrecho, tramos rectos a sinuoso encajado y relativamente profundos) del río Quindío a lo largo de la zona de estudio permiten la implementación de un modelo 1D, ya que no hay pérdidas considerables de caudal a lo largo del tramo definido, en la mayoría del tramo de interés. Para los 26,13 km restantes localizados, más aguas abajo, se implementó el módulo 2D debido a su baja pendiente y a un mayor desarrollo en sus planicies de inundación en sus zonas aledañas.

La Tabla 45 se presenta un resumen de la profundidad, velocidad y régimen de flujo promedios estimados a lo largo de todo río Quindío y utilizados en la modelación. En general, a lo largo del río se genera una tendencia al descenso en las velocidades y profundidades de flujo. Este descenso se relaciona directamente con la disminución de la pendiente del canal, cuyo valor máximo a lo largo de la corriente se identificó en el tramo 1 (T1), siendo del 18%, mientras que en los tramos siete (T7) y ocho (T8) dicha pendiente no supera el 2%.

En cuanto al régimen de flujo a lo largo del río se identificó que en los primeros cinco tramos (33 kilómetros) no hay un régimen predominante en el flujo, con variaciones en función de las características locales tales como el ancho, pendiente, controles existentes (natural o artificial) y los aportes de caudal existentes a lo largo del río Quindío. Para los tramos restantes, localizados aguas abajo (38,13 km), se estima un régimen de flujo subcrítico para el caudal transitado correspondiente a los 15 años de periodo de retorno. La Figura 197 muestra el componente hidrológico de la ronda hídrica delimitada a partir de la simulación hidráulica para el río Quindío.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en los dos tramos y sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

Tabla 45. Resumen de consideraciones en la simulación.

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Profundidad	1.79	1.40	1.25	1.07	1.35	1.42	1.45	1.33
Velocidad	9.63	8.10	5.31	4.91	3.37	3.09	3.19	2.98
Régimen	Mixto	Mixto	Mixto	Mixto	Mixto	Subcrítico	Subcrítico	Subcrítico

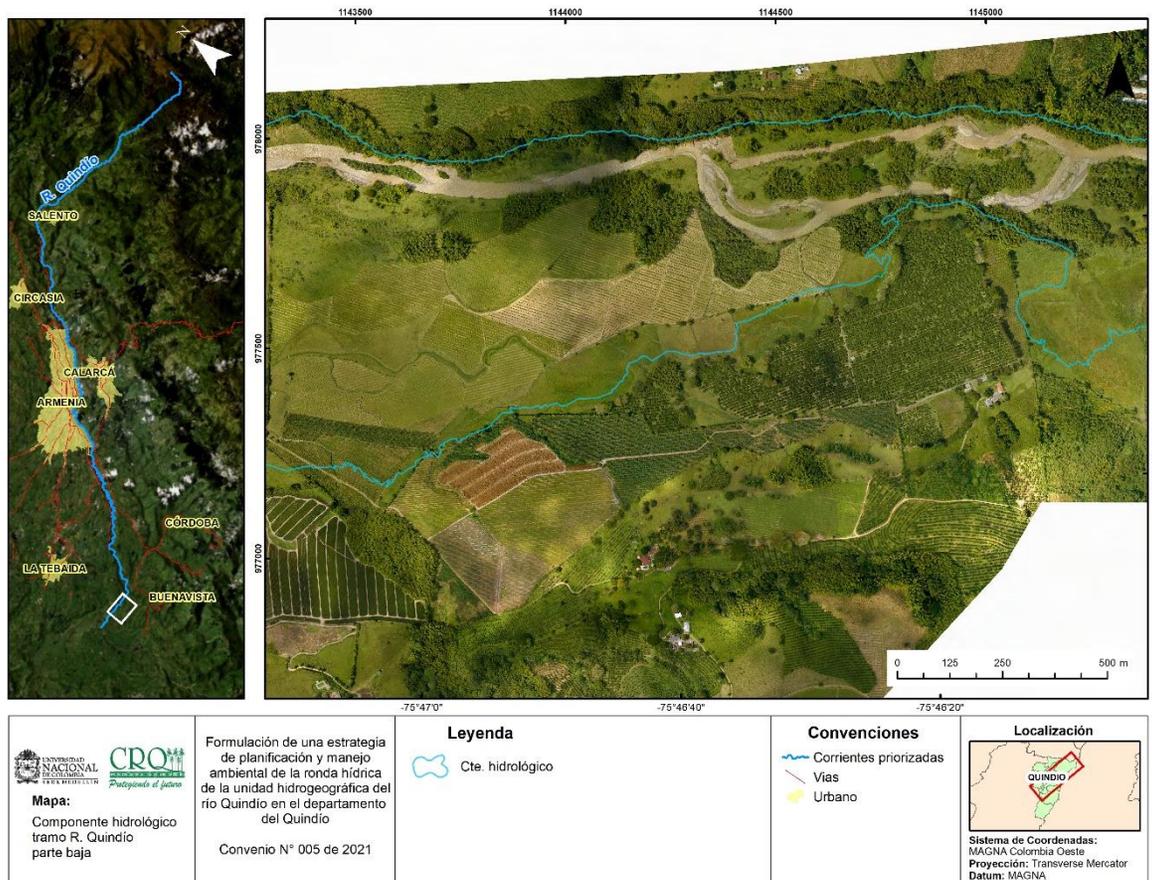


Figura 197. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Quindío.

5.2.4.3 Río Navarco

El tramo de 27,1 km simulado de esta corriente tiene una pendiente media del 5,6%, con una rugosidad de Manning estimada de 0,042 en el canal. Las secciones transversales establecidas para la simulación tienen un ancho variable, en sus zonas estrechas es de 100 m, mientras que su zona cercana a la desembocadura al río Quindío, dichas secciones alcanzan un ancho de 450 m.

En el escenario de caudal de ronda hídrica, que en este caso es para el periodo de retorno de 15 años, se proyecta que la velocidad promedio del flujo en esta corriente sea de 7,79 m/s, con una profundidad promedio de 2,16 m en todo el tramo. Dada la fuerte pendiente que predomina en el canal, el régimen de flujo estimado es de carácter supercrítico. La superficie libre delimitada por la modelación a lo largo del tramo analizado es en promedio de 37,6 alrededor del eje de la quebrada.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La delimitación del componente hidrológico para dicha corriente se espacializa en la Figura 198.

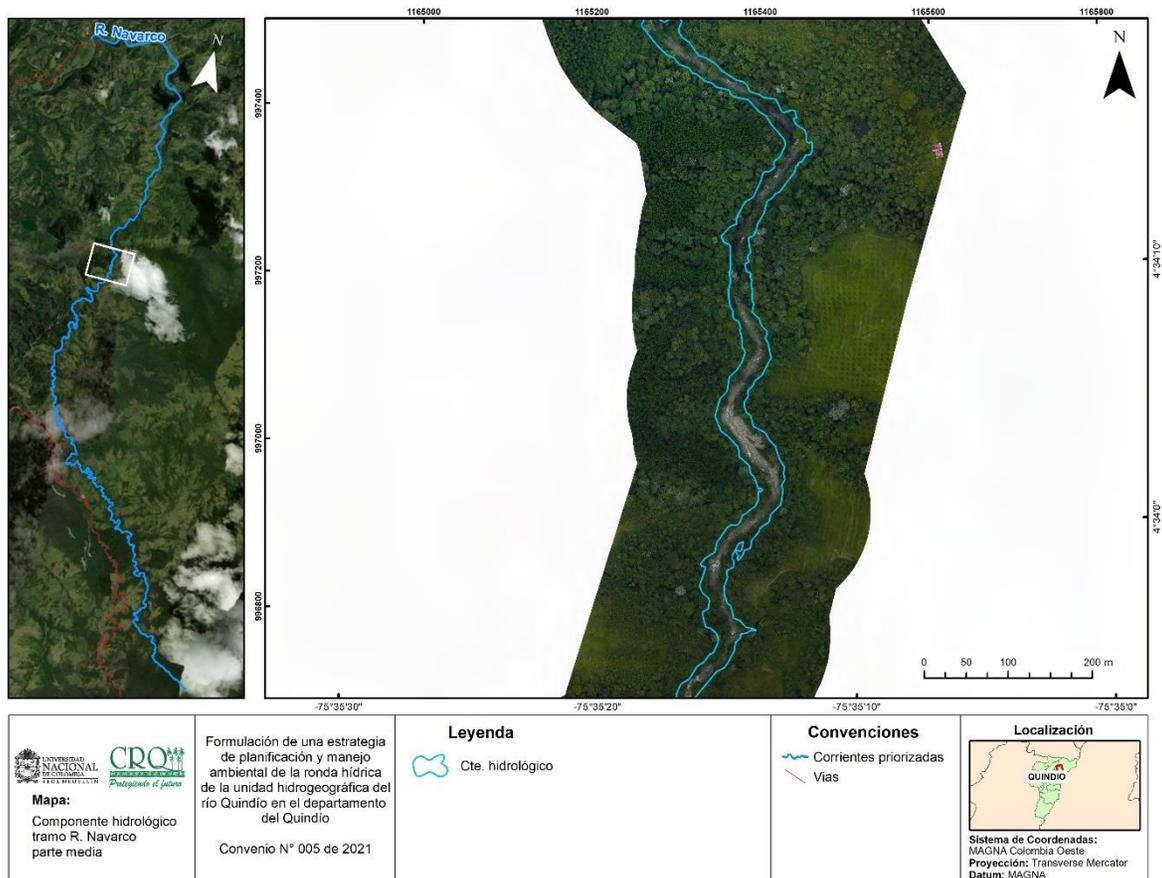


Figura 198. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Navarco.

5.2.4.4 Río Verde

La geometría empleada para la delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de esta corriente es la misma empleada para la delimitación del cauce permanente del presente estudio (numeral 4.2.2.1.4), donde las secciones transversales fueron de ancho variable que oscilan entre los 200 y 350 m de ancho, con una separación de 15 m en la zona encañonada y de 30 m en la su parte baja.

Los caudales transitados para la delimitación de este componente estiman que el régimen de flujo a lo largo de dicho tributario es de carácter mixto turbulento, siendo el flujo de

régimen supercrítico en la parte alta con una transición en sentido del flujo hasta llegar a la parte baja donde las pendientes y la ampliación del valle favorecen una transición del régimen de flujo hasta volverse subcrítico. Las velocidades estimadas en la parte alta en promedio son de 7,65 m/s y disminuyen en su parte baja hasta alcanzar los 2,3 m/s, mientras que la profundidad en la parte alta es en promedio de 1,45 m y disminuye a 1,22 m en su parte baja.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en los dos tramos y sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica para esta corriente se presenta en la Figura 199.

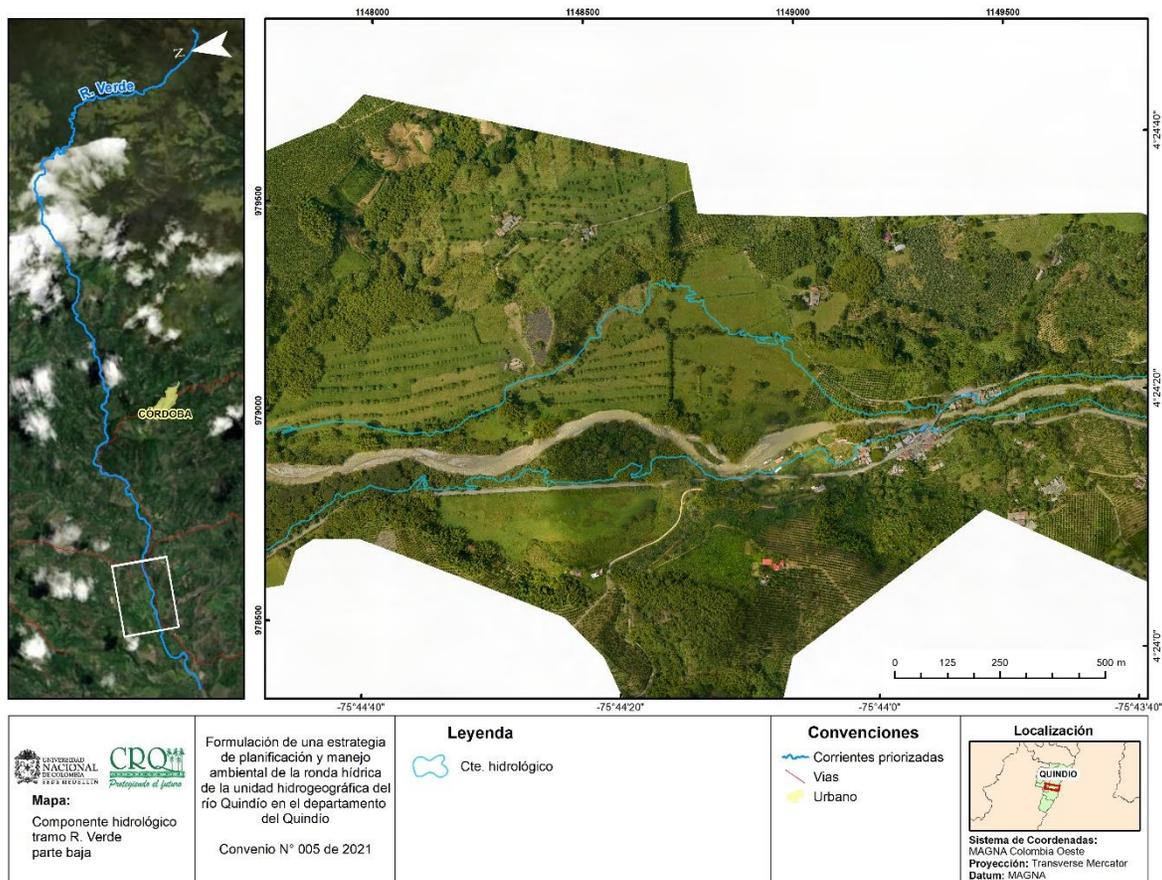


Figura 199. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica del río Verde.

5.2.4.5 Quebrada Bolivia

La quebrada Bolivia, al igual que los afluentes de la quebrada Cruz Gorda, fue simulada en una dimensión para el escenario del componente hidrológico, utilizando la geometría definida para el escenario de cauce permanente (numeral 4.2.2.1.5). Se utilizaron 127 secciones cada 15 metros. De acuerdo con la información geométrica del canal este tiene una pendiente media del 30%, la cual le permite desarrollar velocidades para el escenario del componente hidrológico de 3,3 m/s en promedio, con una profundidad media que no supera los 0,63 m a lo largo del tramo de quebrada analizado. La simulación permite determinar que el régimen de flujo de la quebrada es de carácter supercrítico-turbulento.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica obtenido mediante la simulación hidráulica se observa en la Figura 200.

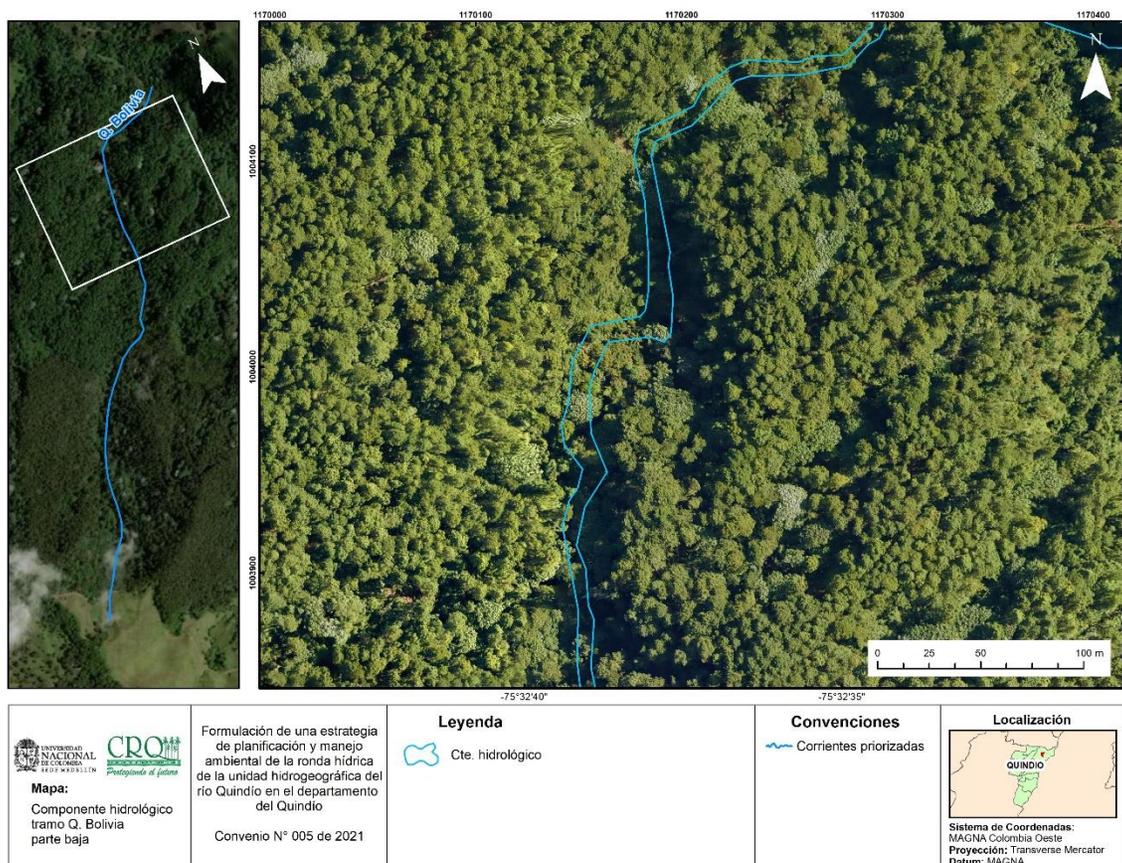


Figura 200. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia.

5.2.4.6 Quebrada Boquía

Para la delimitación de la ronda hídrica se empleó la misma geometría usada para la delimitación del cauce permanente en este afluente (numeral 4.2.2.1.5). Se emplearon 397 secciones transversales, que fueron trazadas de acuerdo con el patrón de alineamiento de dicha corriente y obras existentes cuya separación y ancho fueron variables. Para el escenario de ronda hídrica las velocidades de flujo a lo largo de los 20 km simulados no superan los 8,1 m/s. Mientras que, para el caso de la profundidad, esta variable oscila alrededor de los 1,52 m. El régimen de flujo se estima de carácter supercrítico a lo largo de todo el tramo analizado, con zonas puntuales donde se observa un cambio de régimen relacionado con la presencia de controles hidráulicos de origen natural y antrópico. La delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica a partir de la simulación hidráulica se presenta en la Figura 201.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

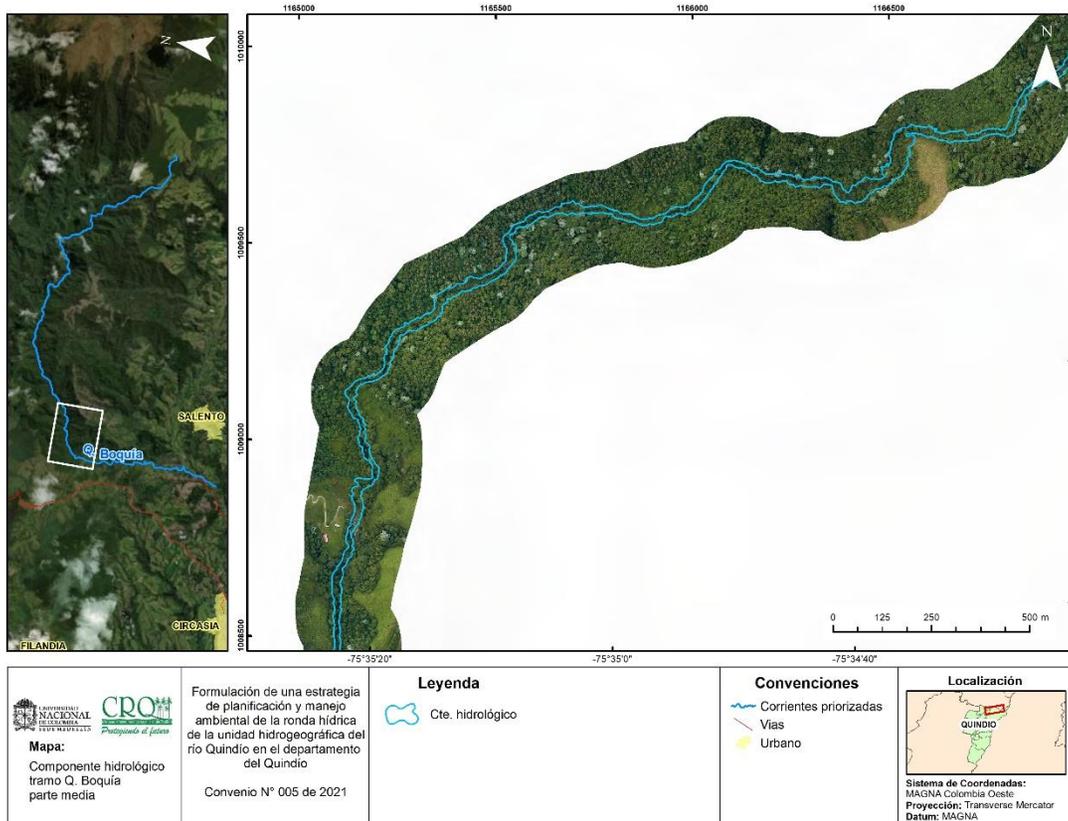


Figura 201. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Boquía.

5.2.4.7 Quebrada Cárdenas

Similar a la geometría adoptada para el escenario de cauce permanente, para la quebrada Cárdenas la simulación hidráulica se llevó a cabo en una dimensión (1D) de acuerdo con lo consignado en la Tabla 6. La Longitud total simulada es de 15,8 km con secciones transversales cada 20 m, con un ancho medio de 150 m. La pendiente del canal al inicio es de 11,5% y de 6,7% en el final del tramo analizado.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La simulación estima que para todo el tramo simulado el régimen es mixto turbulento, con una fuerte predominancia del régimen supercrítico a lo largo del canal (asociado con las altas pendientes de la quebrada), con zonas puntuales en régimen subcrítico relacionada con cambios en la geometría del canal de carácter natural o antrópico. La velocidad media estimada para este escenario es de 8,57 m/s y una profundidad promedio de 2,37 m para el caudal transitado para la delimitación del componente hidrológico. La Figura 202 muestra la delimitación del componente hidrológico para este afluente.

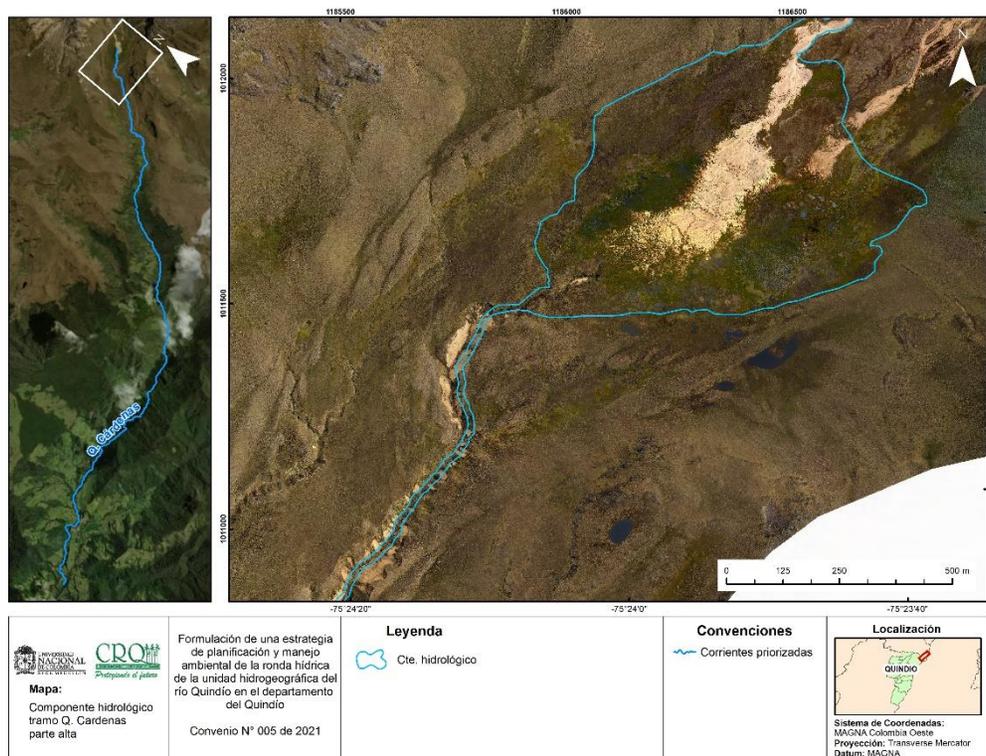


Figura 202. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas.

5.2.4.8 Quebrada Corozal

Al igual que para cauce permanente, las secciones transversales empleadas para este tributario del río Boquerón tienen una separación de 20 m y un ancho aproximado de 60 m a lo largo del tramo analizado. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La pendiente media del tramo simulado es del 24% con una rugosidad estimada de 0,073 para el canal la cual se le asocia una velocidad media de 3,75 m/s para el escenario de la ronda hídrica a lo largo de esta corriente. Las profundidades para el caudal de los quince años en promedio se estiman del orden de los 0,61 m. El régimen de flujo estimado para la creciente asociada a la ronda hídrica es mixto, con un dominio del flujo supercrítico, con ciertas zonas de transición en forma de resalto hidráulico relacionado con variaciones en la geometría del canal, especialmente el ancho. La Figura 203 muestra la delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica para este afluente.

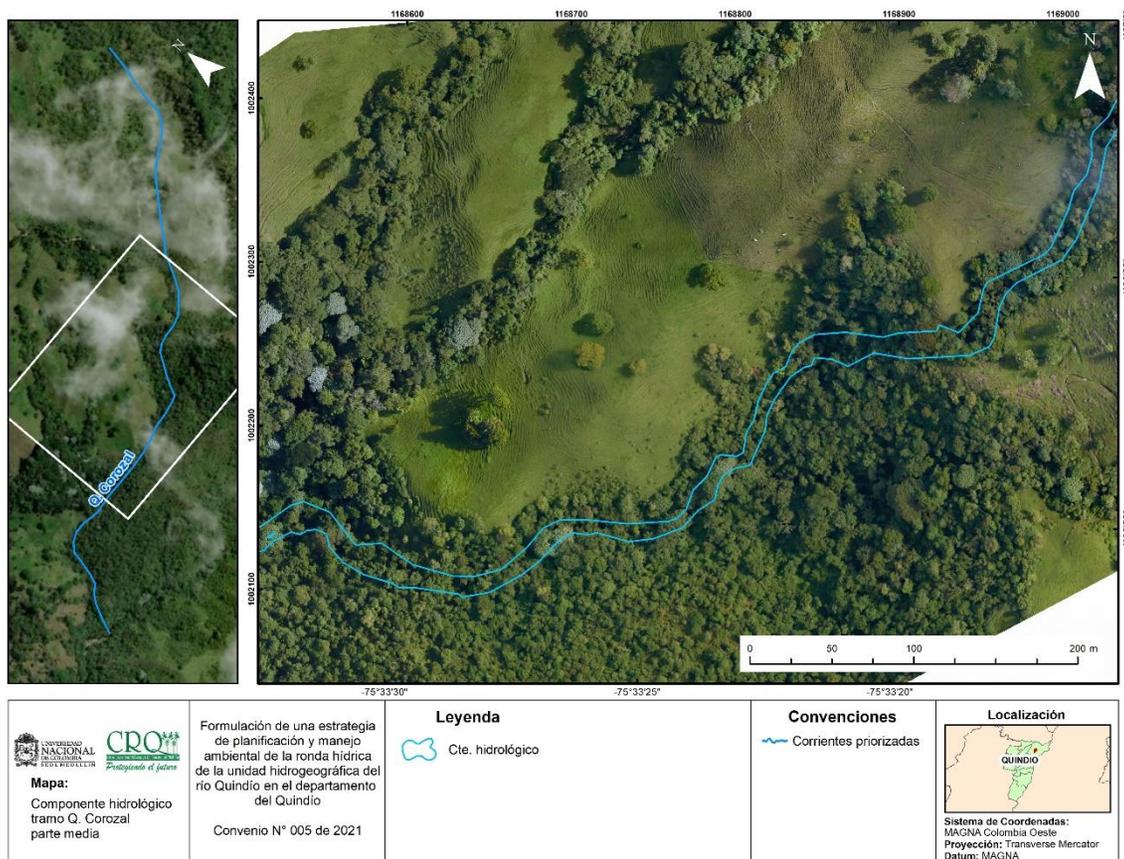


Figura 203. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Corozal.

5.2.4.9 Quebrada Cruz Gorda

Al igual que para cauce permanente, este afluente del río Quindío sobre su margen izquierda fue simulado en dos dimensiones, con un ancho de celda de 2 m en el canal y de 15 m en sus zonas aledañas. Se utilizaron 312 secciones con separación variable. La pendiente media es de 25%, le permiten desarrollar velocidades no mayores a los 7,3 m/s para el evento asociado al componente hidrológico de la ronda hídrica. Las profundidades en esta corriente dadas sus características geomorfológicas no superan los 2,03 m.

Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La delimitación del componente hidrológico se muestra en la Figura 204.

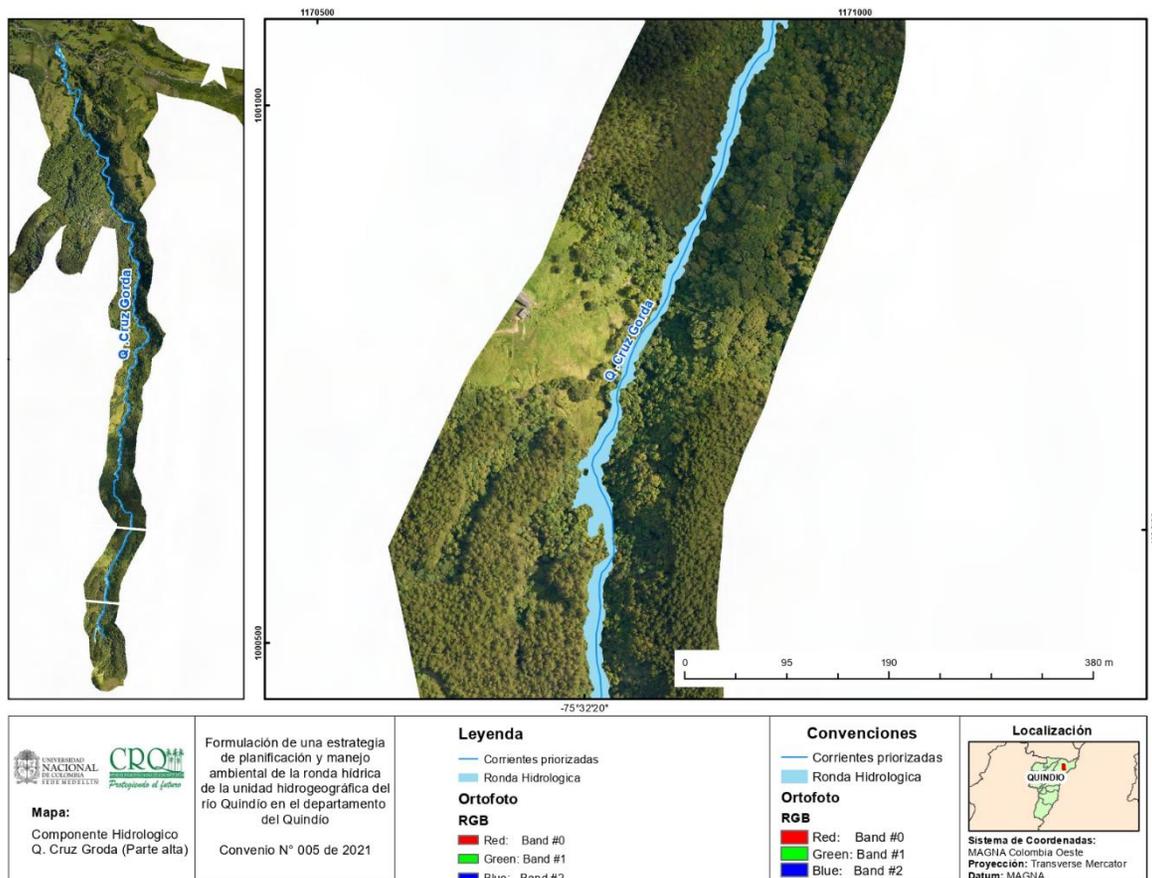


Figura 204. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda.

5.2.4.10 Quebrada El Mudo

La geometría obtenida a partir del levantamiento con LIDAR 2022 permitió definir una pendiente media del tramo simulado del 12,9%. Para el escenario del componente hidrológico se estima que el régimen de flujo sea mixto turbulento, con un dominio del régimen supercrítico a lo largo de esta corriente. Los tramos subcríticos obedecen a cambios en la geometría del canal ya sean de origen natural o antrópico. Las velocidades estimadas por la simulación no superan los 7,86 m/s. Las profundidades proyectadas para esta corriente en este escenario no superan los 1,84 m, con una extensión de la ronda que alcanza los 15,27 m es su zona más amplia.

Las secciones transversales empleadas para la simulación se encuentran separadas cada 20 m y tienen un ancho inferior a los 70 m. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La Figura 205 muestra la delimitación del componente hidrológico para la quebrada El Mudo.

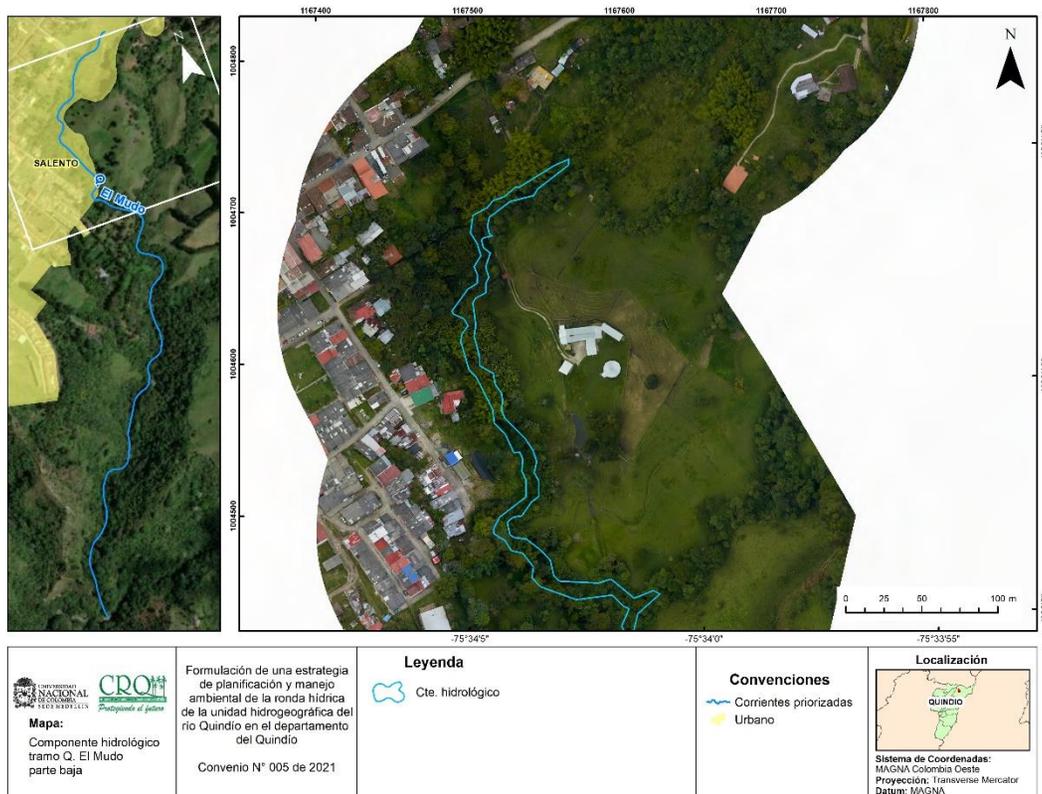


Figura 205. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo.

5.2.4.11 Quebrada El Pescador

Este tributario del río Quindío se simuló en una dimensión, para su geometría se empleó la misma que aplicada para la simulación de cauce permanente (numeral 4.2.2.1.5). Para el tránsito hidráulico del flujo en este tributario se emplearon 301 secciones transversales, estas fueron trazadas a lo largo del canal en función de las características geométricas del río (patrón de alineamiento, variaciones en el ancho y presencia de obras existentes). La pendiente media del canal a lo largo del tramo de análisis es de 2.6 %. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

De acuerdo con los resultados de la simulación se proyecta que el régimen de flujo a lo largo de esta quebrada para el escenario de ronda hídrica sea predominantemente supercrítico-turbulento. Con profundidades de flujo que oscilan alrededor de los 1, 80 m; para el caso de las velocidades de flujo se estiman que estas sean en promedio de 3,32 m/s. La Figura 206 ilustra la delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica a partir de los resultados de simulación hidráulica.

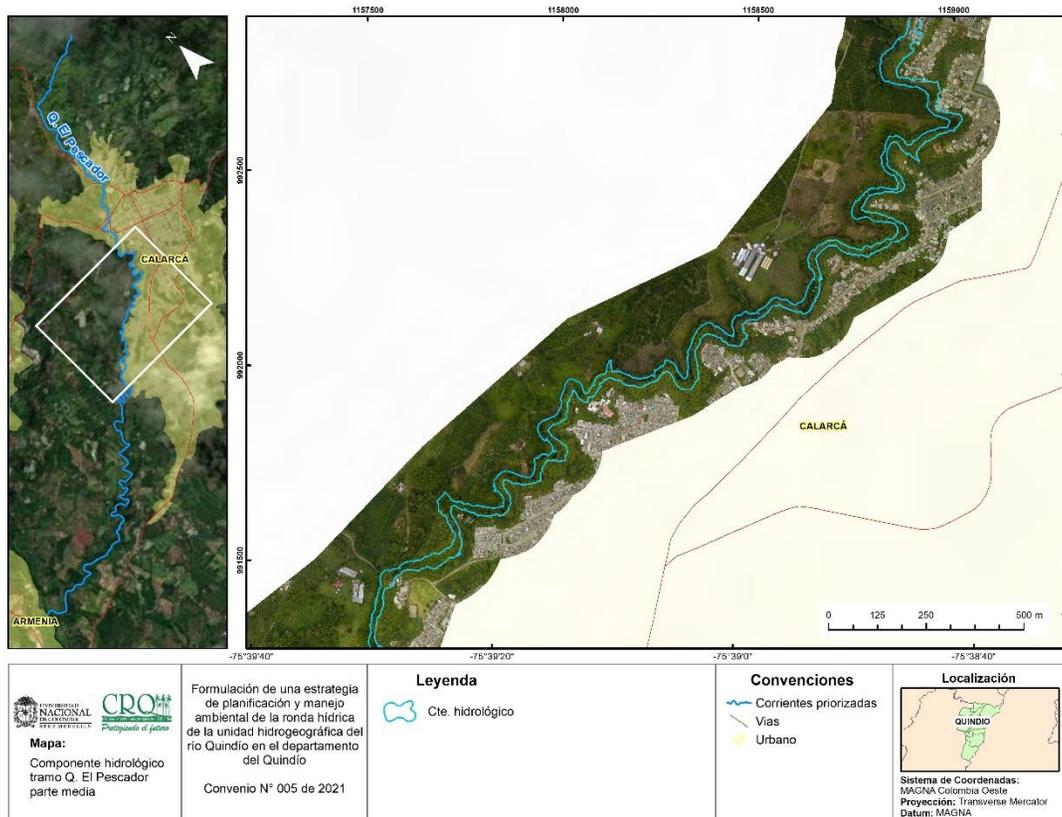


Figura 206. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo.

5.2.4.12 Quebrada La Calzada

Para la simulación hidráulica para el componente hidrológico se empleó la misma geometría establecida la delimitación del cauce permanente (numeral 4.2.2.1.5). Se emplearon 87 secciones transversales las cuales fueron trazadas de acuerdo con las características geométricas de la quebrada (patrón de alineamiento, ancho y obras existentes). Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La pendiente media del tramo es del 13% para la zona simulada. Las velocidades en la quebrada La Calzada para el escenario del componente hidrológico en promedio son del orden de 2,30 m/s, con profundidades medias que no superan 0,63 m. El régimen de flujo para en la quebrada es de carácter mixto turbulento.

La delimitación del componente hidrológico se presenta en la Figura 207.

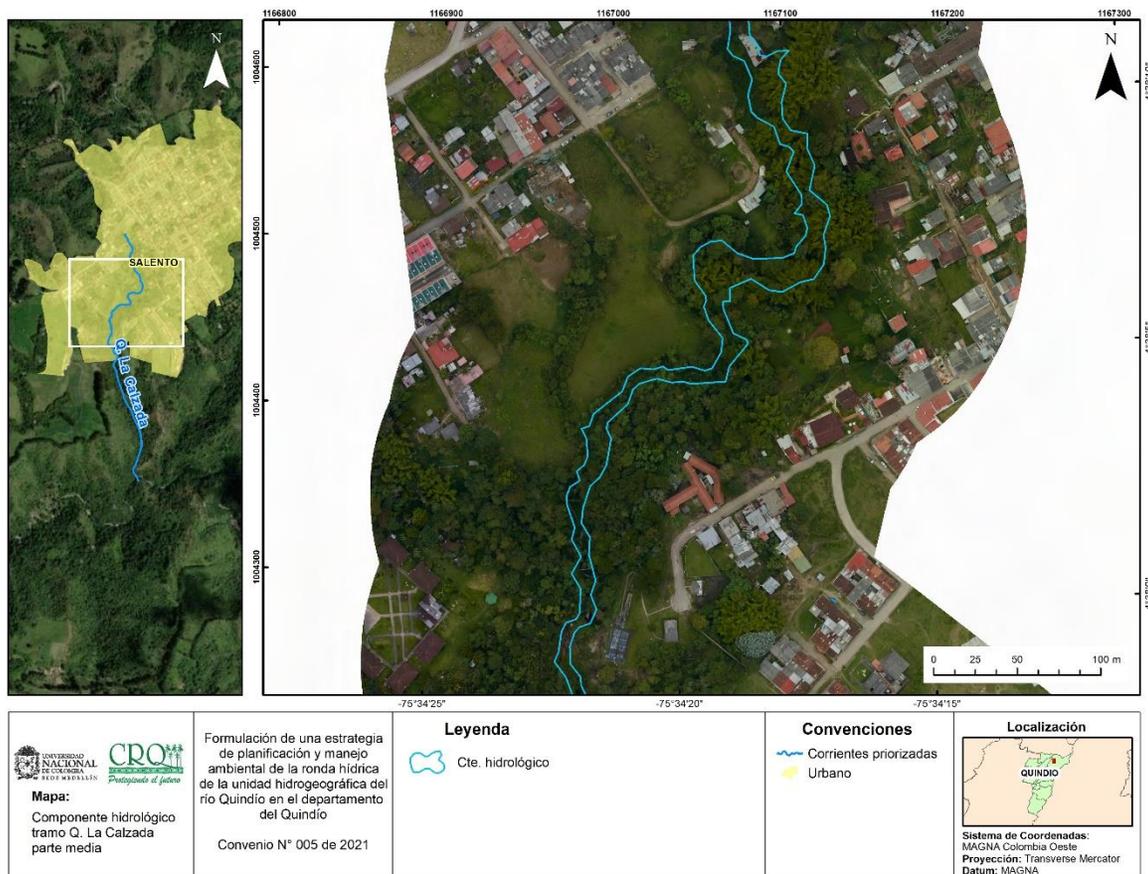


Figura 207. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada

5.2.4.13 Quebrada La Cristalina

Al igual que para cauce permanente, la quebrada La Cristalina se simuló en una dimensión con secciones transversales separadas cada 15 m, con un ancho de 120 m en casi toda la longitud de análisis (Tabla 6). La pendiente media del tramo simulada es del 46% y la rugosidad de Manning utilizada en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

Los resultados de la simulación permiten estimar un régimen de flujo a lo largo de la quebrada de carácter supercrítico, con velocidades que no superan los 5,35 m/s y una profundidad media no superior a los 0,65 m. Para este escenario la superficie libre del agua alcanza una extensión de 10,31 m en su zona más extensa.

La Figura 208 muestra el componente hidrológico de esta corriente.

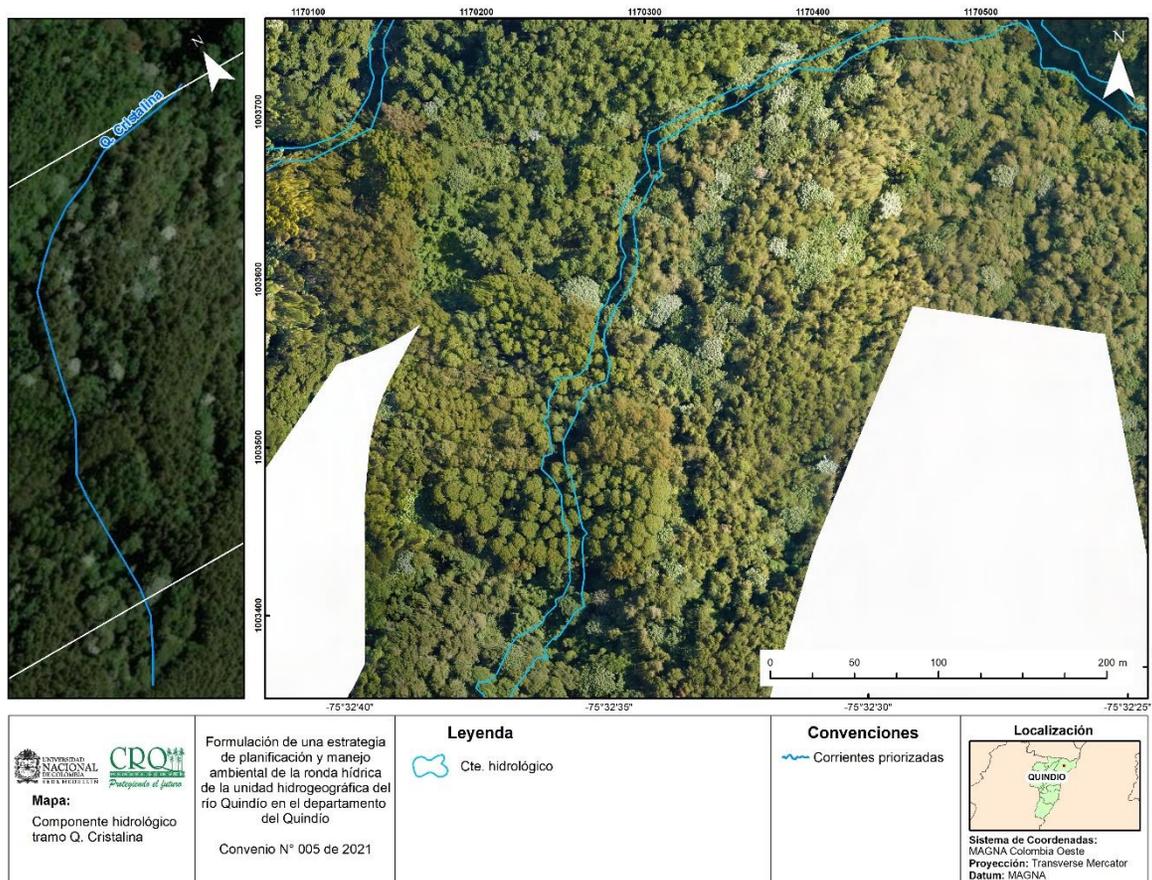


Figura 208. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina.

5.2.4.14 Quebrada La Florida

Para estimar la lámina de agua para el evento que delimita la ronda hídrica se empleó el módulo 1D del HEC-RAS; de acuerdo con la información disponible se delimitó un tramo de análisis de 13,47 km en los cuales se trazaron 321 secciones transversales, estas fueron trazadas de acuerdo a las características locales del cauce de la quebrada (cambios en el ancho, patrón de alineamiento, controles naturales etc.) y a la presencia de obras a lo largo del canal. De acuerdo con los resultados de la simulación, el régimen de flujo a lo largo de la quebrada para la crecienta de los quince años es de carácter mixto-turbulento, cuyos cambios se relacionan con particularidades morfológicas a lo largo del canal y la presencia de obras en el mismo. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

La velocidad a lo largo de la quebrada en la zona de interés para el evento de los quince años (Tr 15) oscila alrededor de los 3,58 m/s, con una profundidad alrededor de 2,20 m. La extensión de la mancha a lo largo de este tributario del río Quindío en su zona más extensa alcanza los 30,8 m, mientras que su zona más estrecha no supera los 6 m. La Figura 209 muestra el componente hidrológico de la ronda hídrica.

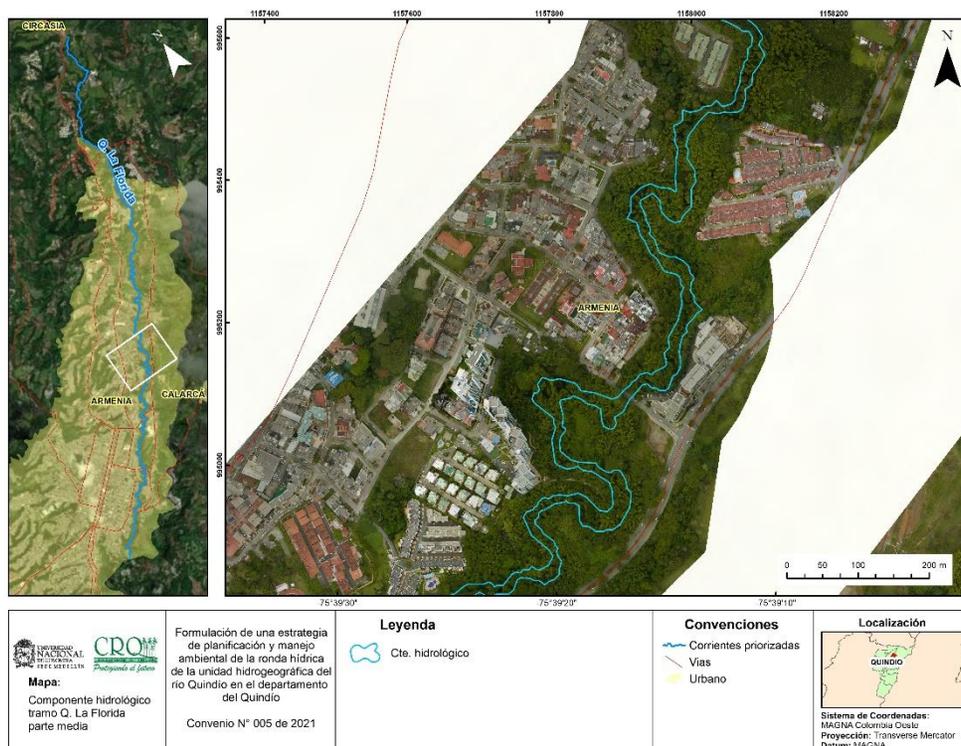


Figura 209. Delimitación del componente hidrológico de la ronda hídrica de la quebrada La Florida.

5.2.4.15 Quebrada La Víbora

De acuerdo con la descripción de esta corriente, la pendiente media del tramo analizado es del 6,7. Las secciones transversales a lo largo del tramo simulado tienen un ancho de 80 a 100 m y se encuentran separadas cada 25 m en los 4,23 km simulados. Los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados en sus dos márgenes se presentan en la Tabla 9.

Los resultados de la simulación indican que a pesar de la alta resistencia impuesta por el lecho de la quebrada para el escenario de ronda hídrica el régimen de flujo es mixto, con una alternancia entre el régimen de flujo en función de las características geométricas de la quebrada y de las formas del lecho presente en esta. Para este escenario la velocidad promedio es de 3,31 m/s y la profundidad media del flujo a lo largo de la quebrada no supera 11,93 m para el escenario de ronda hídrica. La delimitación de dicha franja para esta corriente se presenta en la Figura 210.



Figura 210. Delimitación de la componente hidrológica de la quebrada La Víbora.

5.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO

El principal objetivo del componente ecosistémico dentro del proceso de acotamiento de la ronda hídrica es mantener o restablecer las funciones ecosistémicas asociadas a las coberturas vegetales propias de un territorio. Este componente está asociado a las funciones ecosistémicas de los cuerpos de agua y los componentes bióticos y abióticos de la ribera, donde la vegetación es un elemento fundamental para dicho funcionamiento (Minambiente, 2018b). El estado de la vegetación de ribera es un indicador de la funcionalidad de la ronda hídrica.

A continuación, se describe el proceso metodológico para su delimitación en los tramos priorizados.

5.3.1 Cálculo de parámetros

Para delimitar el componente ecosistémico se parte con la espacialización de las zonas de vida del territorio a evaluar y la altura (H) representativa de las comunidades vegetales que la representan. Posteriormente se procede con el cálculo de la densidad de drenaje por unidad geomorfológica previamente definida en el componente geomorfológico a nivel general y con el área acumulada o área aferente en cada punto de la red de drenaje objeto de estudio. Finalmente se determina la relación entre la densidad de drenaje y el área aferente, N, que permite calcular el ancho de la franja del componente ecosistémico teniendo como referencia la relación $N \cdot H$ definida por Minambiente (2018), en la guía metodológica. El ancho de la franja definida como componente ecosistémico se espacializa a partir del polígono de cauce permanente que se genera en el componente hidrológico (Minambiente, 2018).

5.3.1.1 Zonas de vida

Las zonas de vida definidas por Holdridge (1987) son un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales, considerando las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. El sistema de zonas de vida clasifica las regiones por pisos altitudinales y provincias de humedad (Figura 211).

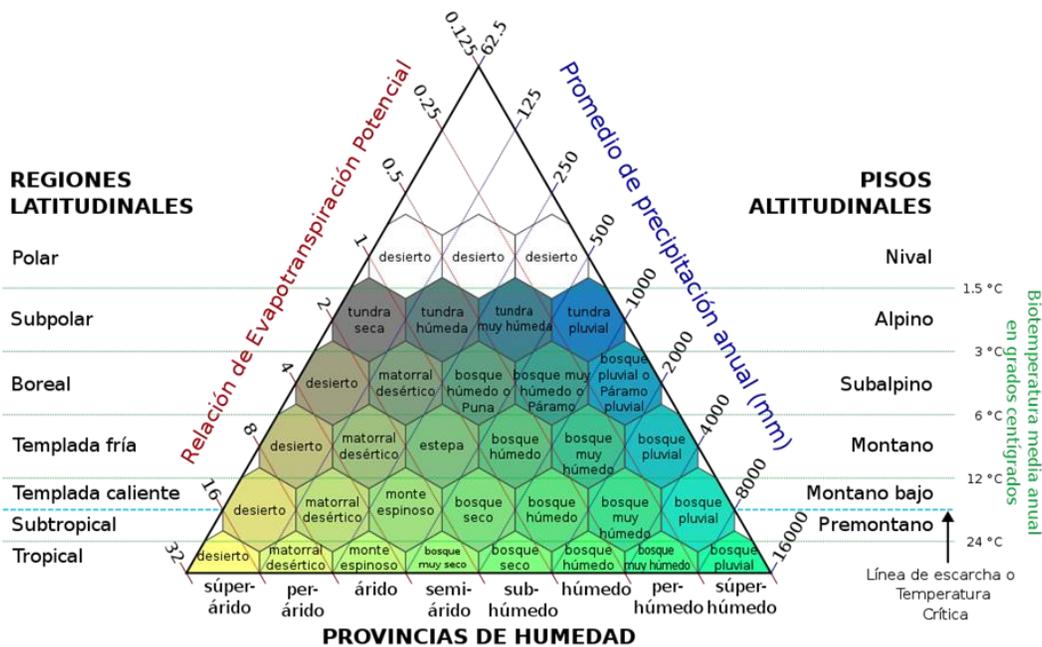


Figura 211. Diagrama para la clasificación de zonas de vida. Fuente: Holdridge, 1987.

5.3.1.1.1 Fuentes de información

Para determinar las zonas de vida de las unidades hidrográficas priorizadas se utilizaron los datos climáticos construidos desde el componente hidrológico, correspondientes a campos de precipitación media anual multianual, evapotranspiración real y potencial y temperatura; y el modelo de elevación digital de 12,5 m de resolución Alos Palsar. Esta información fue procesada mediante álgebra de mapas para la distribución de los pisos altitudinales, la definición de provincias de humedad, y la clasificación de los rangos de precipitación y biotemperatura. El detalle de las estaciones meteorológicas empleadas y su procesamiento se encuentra descrito en el numeral 5.2.1 Revisión y análisis de información hidrometeorológica.

La información altitudinal de alta resolución evidencia seis pisos altitudinales en las cuencas de las corrientes priorizadas, desde la faja del premontano (1.000 - 2.000 m.s.n.m.) hasta el Nival (4.500 – 4.920 m.s.n.m.), atravesando franjas subandinas y del montano (Figura 212).

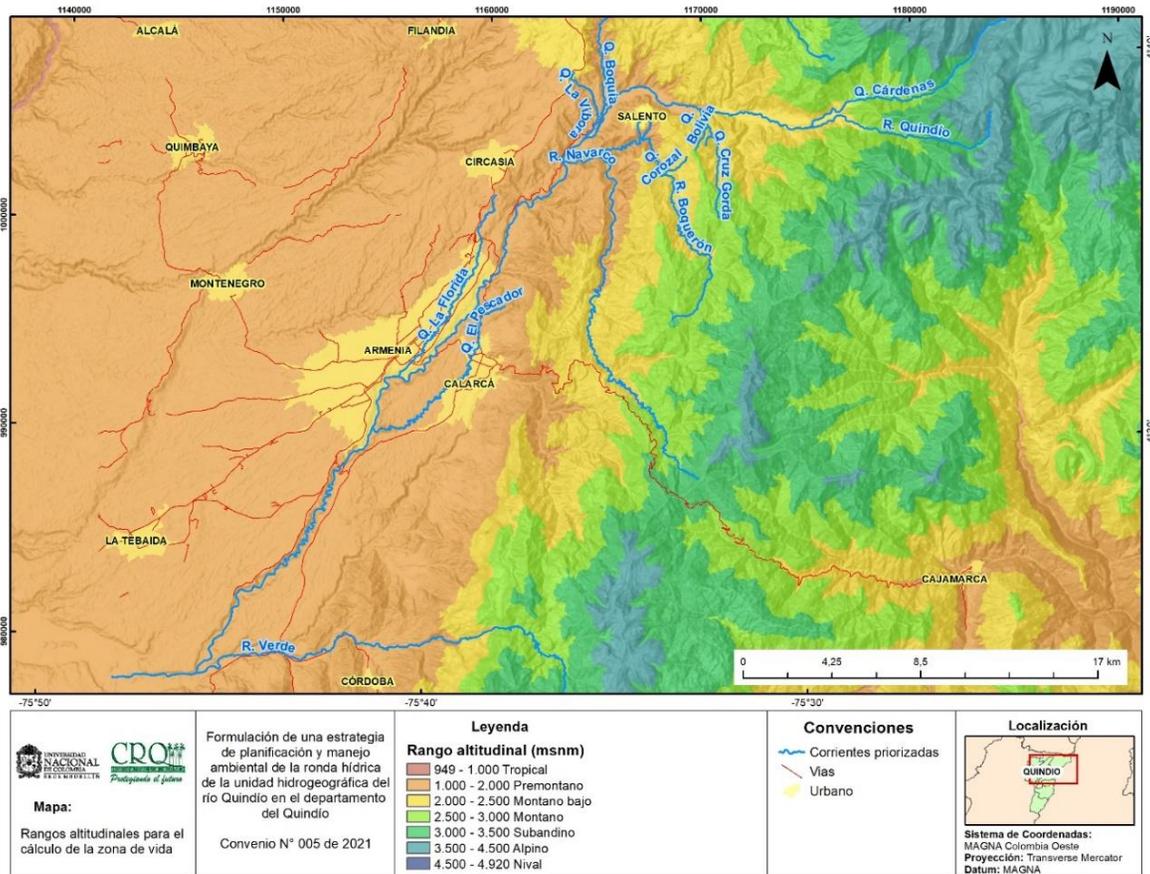


Figura 212. Pisos altitudinales en las cuencas de interés.

La distribución espacial de la biotemperatura media anual se calculó a partir de la temperatura media anual y la elevación sobre el nivel del mar. Estas variables se espacializaron para la zona de estudio y se identificaron los rangos asociados a los diferentes pisos altitudinales. Se encontraron las cinco franjas de distribución de la biotemperatura, desde 0,5 a 1,5 °C para el piso Nival, hasta los 14 °C en el premontano (Figura 213). Esta información permite refinar con mayor precisión las condiciones climáticas características de cada zona de vida.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

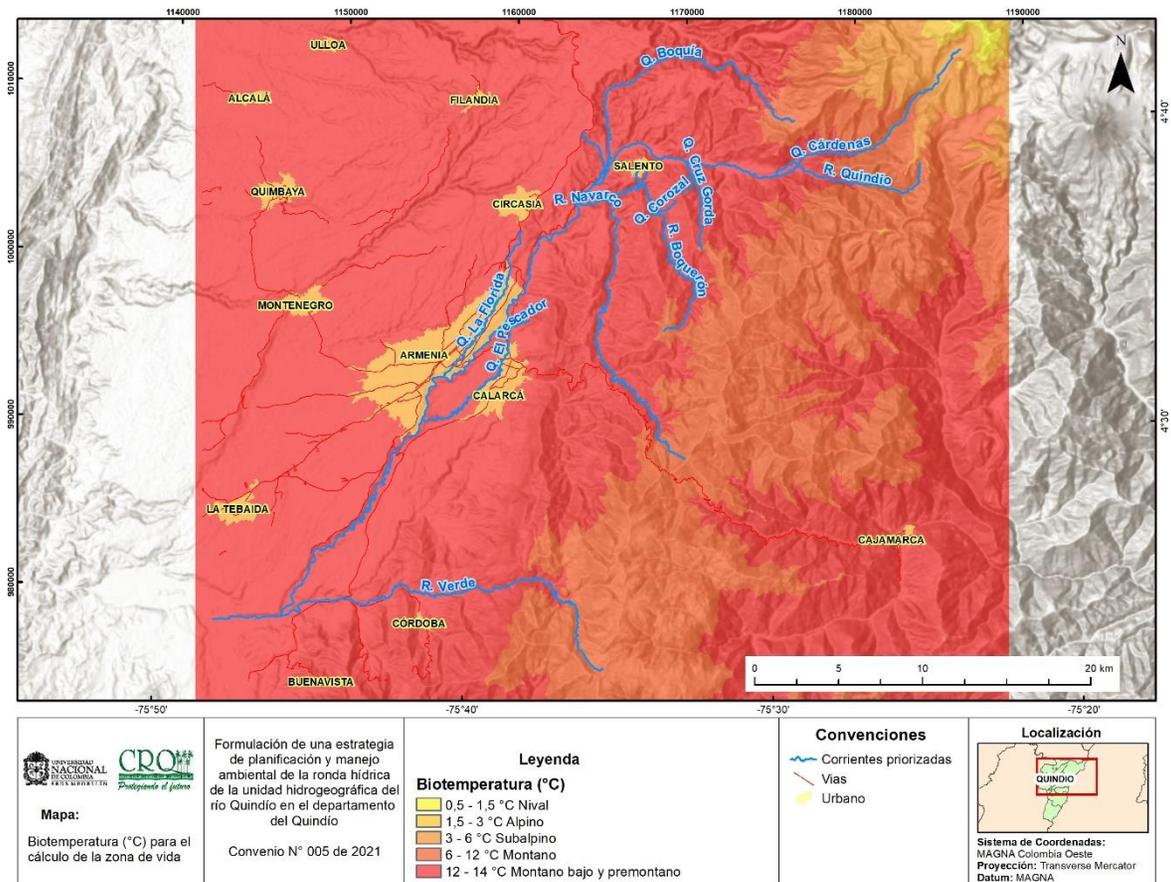


Figura 213. Biotemperatura para el cálculo de la zona de vida (°C).

El régimen de lluvias en la zona de estudio presenta una media multianual entre 1.440 y 2.629 mm/año (Figura 214), mientras que la evapotranspiración potencial varía entre 389 y 821 mm/año (Figura 215). La relación entre la lluvia y la evapotranspiración potencial permite determinar las provincias de humedad en medio de la definición de la zona de vida. En las cuencas asociadas a las corrientes priorizadas, esta relación varía entre 0,25 y 0,50, lo cual determina una provincia per húmeda para todas las zonas de vida.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

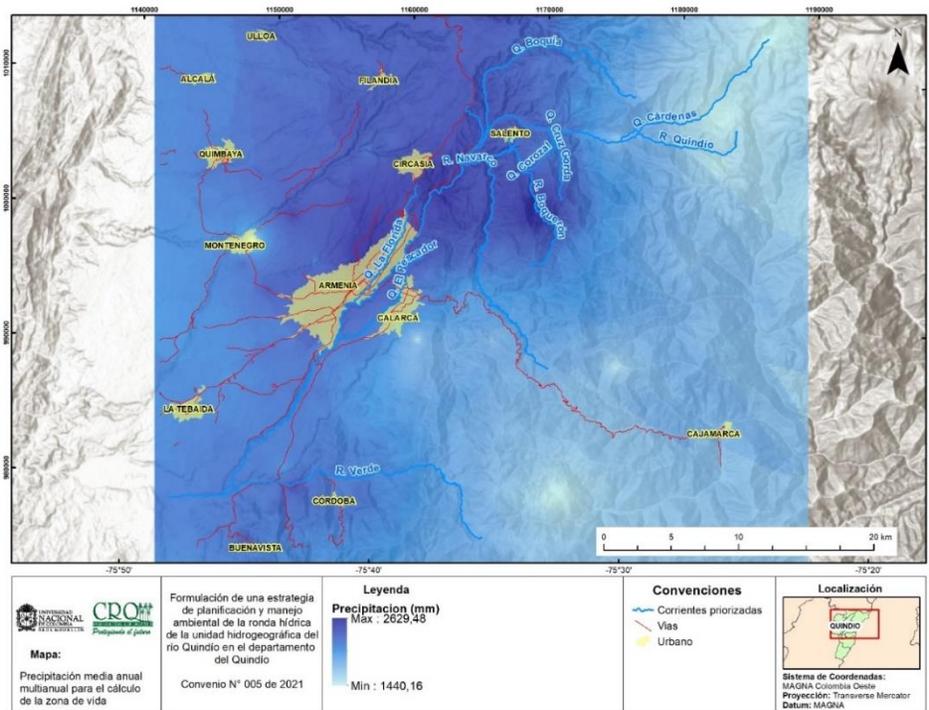


Figura 214. Precipitación media anual multianual para el cálculo de la zona de vida.

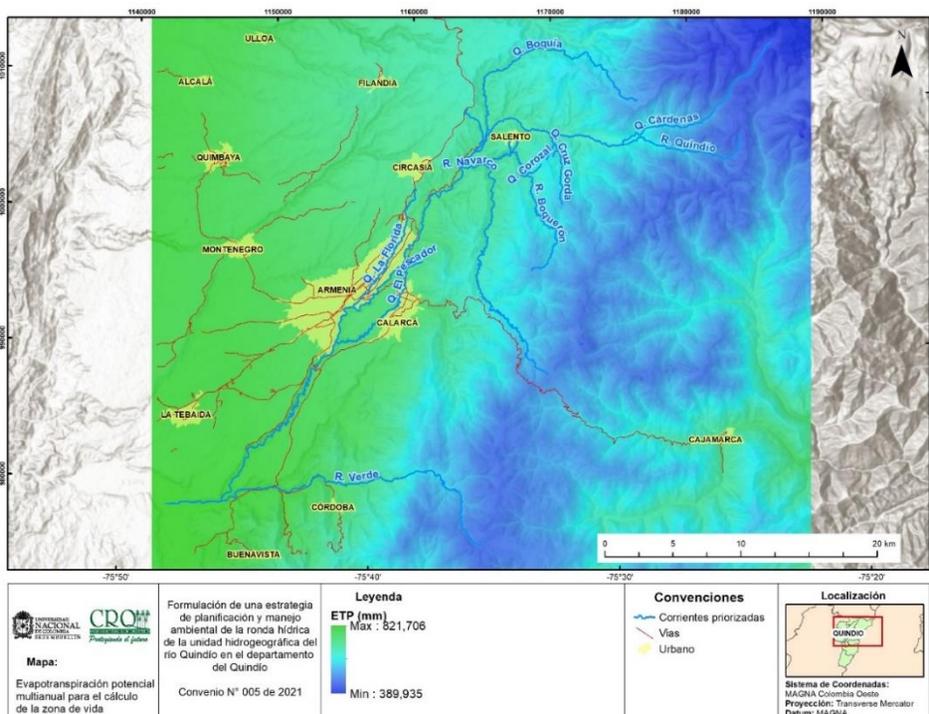


Figura 215. Evapotranspiración potencial (mm).

5.3.1.1.2 Zonas de vida en las corrientes priorizadas

Los resultados de la integración de las variables climáticas y la información altitudinal de las cuencas asociadas a las corrientes priorizadas definen seis zonas de vida: bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), bosque muy húmedo montano (bmh-M), páramo subandino (p-SA), superpáramo alpino (sp-A) según la clasificación de Cuatrecasas y la zona de vida Nival (Figura 216).

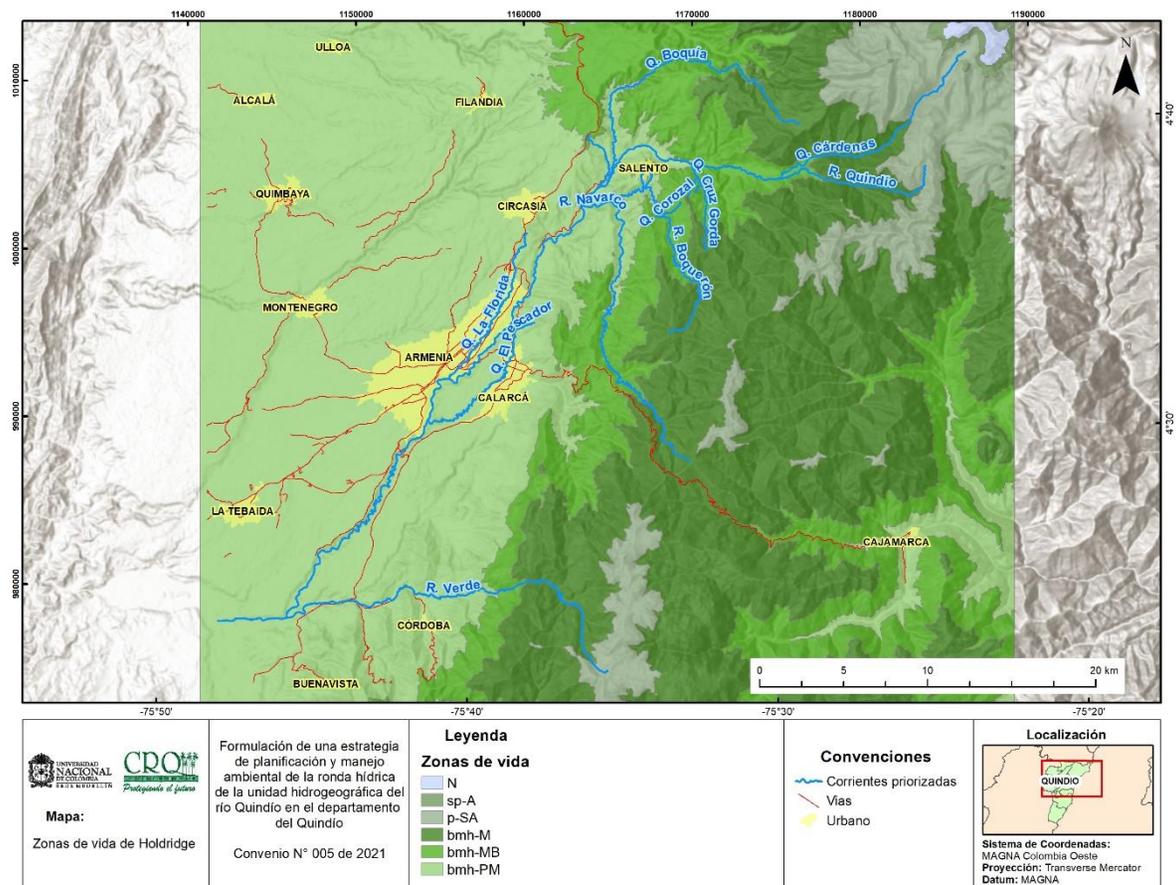


Figura 216. Distribución espacial de las zonas de vida en los tramos de interés para el acotamiento de la ronda hídrica.

En la Tabla 46 se presentan los rangos climáticos construidos a partir de la información disponible para la zona y las altitudes para cada una de las zonas de vida, considerando los lineamientos del estudio *Páramos y ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot y Global Climatic Tensor* elaborado por Ideam en 2002.

Tabla 46. Rangos climáticos y altitudinales por zona de vida

Zona de vida	Pp (mm)	BioT (°C)	EVP	Altitud
bmh - PM	1.000 – 2.000	12 – 24	0,25 – 1	1.000 – 2.000
bmh - MB	1.000 - 3000	12 – 24	0,25 – 0,5	2.000 – 2.500
bmh - M	1.000 - 3000	6 – 24	0,25– 0,5	2.500 – 3.000
p - SA	1.000 – 2.000	3 – 12	0,12 – 0,5	3.000 – 3.500
sp - A	1.000 – 2.000	1,5 – 3	0,12 – 0,5	3 500 – 4.500
N	1.000 – 2.000	0,5 – 3	0,12 – 0,5	4.500 – 4.920

Fuente: Páramos y ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot y Global Climatic Tensor (Ideam, 2002).

5.3.1.2 Altura media del dosel (H)

La altura (H) como parámetro de referencia permite interpretar el dosel medio de la comunidad vegetal asociada a una zona de vida. El parámetro H aporta a la delimitación de una faja de protección de corrientes hídricas para establecer, mantener o inducir las condiciones para el desarrollo de los ecosistemas asociados. Chen (1991) plantea que una faja de 3H garantiza que la temperatura del suelo y del aire, la velocidad relativa del viento, la humedad del suelo y la radiación solar alcancen una efectividad acumulada de 100%.

5.3.1.2.1 Revisión de información secundaria

Para encontrar H se procedió a analizar la información suministrada por la CRQ y verificar la pertinencia para el cálculo del parámetro H. Los documentos revisados son los siguientes, los cuales se describen se relacionan a continuación.

- Propuesta de Zonificación y Regímenes de Uso del Complejo de Páramo los Nevados.
- Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Quindío.
- POMCA Río La Vieja.
- Norma Unificada para el Manejo y Aprovechamiento de la Guadua.
- Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Unidad de Manejo de Cuenca: Río Quindío.
- Base de Datos Estudio Diversidad Biológica.
 - Copia_de_Base_datos_proyectos_permiso_marco.xls (5118).
 - Copia_de_Base_datos_proyectos_inclusión.xls (5119).

- Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Vegetación; Incluyendo la Cuantificación de Varios Servicios Ecosistémicos, Especialmente de Regulación Hídrica, Almacenamiento de Carbono y Conservación de la Biodiversidad.

El Capítulo 13 del POMCA Río La Vieja contiene información sobre coberturas y uso de la tierra, y registra datos de 33 parcelas donde se reportan 72 familias, 144 géneros, 189 especies y un total de 920 individuos. Las parcelas se ubicaron en zonas de vida de bosque húmedo Premontano (bh-PM), bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM), bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) bosque húmedo Montano (bh-M) y bosque muy húmedo Montano (bmh-M). De los 920 individuos reportados, 598 presentan información de alturas, en un rango entre 1 y 25 m, con una altura promedio de 7 m.

El análisis de la información evidencia que las coberturas presentan dominancia de especies pioneras, asociadas un alto grado de intervención en procesos de sucesión activos, razón por la cual esta información no es empleada para los análisis de H, que requieren información de especies características de una comunidad vegetal madura.

El estudio “*Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Vegetación; Incluyendo la Cuantificación de Varios Servicios Ecosistémicos, Especialmente de Regulación Hídrica, Almacenamiento de Carbono y Conservación de la Biodiversidad*” (Crq et al., 2014) reporta una base de datos de 21 parcelas en plantación de aliso, plantación de pino pátula, bosque de sietecuecos, bosque de freziera, bosques secundarios, rastrojo alto, área de restauración, pasto arbolado y bosque nativo. Las alturas reportadas varían entre 4,8 m y 14,6 m. Este hallazgo, al igual que POMCA de La Vieja, evidencia comunidades vegetales altamente intervenidas.

Los demás estudios no reportan información relevante para la determinación del parámetro H.

5.3.1.2.2 Información de campo

En la fase de campo se registraron datos sobre el estado de intervención de las coberturas que se encuentran adyacentes a los drenajes priorizados. Se identificaron algunas especies arbóreas y se analizó su origen (introducida o nativa), gremio ecológico (heliófila o esciófita) y usos del suelo asociados para evaluar el grado de intervención en cada uno de los lugares visitados.

Se visitaron un total de 108 puntos de reconocimiento en los tramos priorizados como se muestra en la Figura 217.

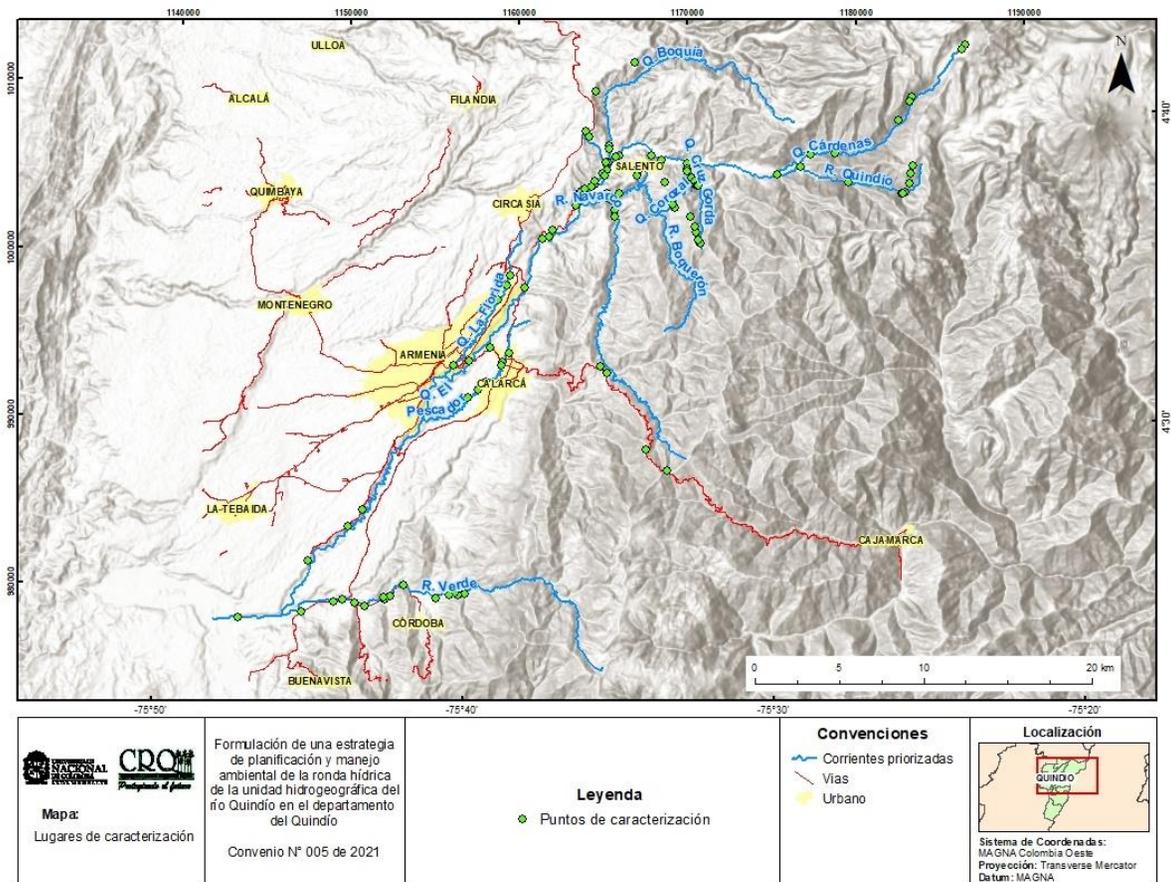


Figura 217. Localización de puntos de reconocimiento en campo para el componente ecosistémico.

La mayoría de los puntos de reconocimientos se hallaron bajo coberturas con un alto grado de intervención. Se registraron especies introducidas como eucalipto (*Eucalyptus* sp L'Hér.) pino pátula (*Pinus patula* Schltdl. & Cham.), ciprés (*Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel) urapán (*Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.), aguacate (*Persea americana* Mill.), manto rojo (*Megaskepsma erythrochlamys* Lindau), dracena (*Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.), falso laurel (*Ficus benjamina* L.), palma yuca (*Yucca guatemalensis* Baker), limón (*Citrus X limon* (L.) Burm. f.), guayaba (*Psidium guajava* L.), naranjo (*Citrus X aurantium* L.), lulo (*Solanum quitoense* Lam.), ardisia (*Ardisia solanácea* (Poir.) Roxb.), plátano (*Musa X paradisiaca* L.) y café (*Coffea arabica* L.). Adicionalmente se registraron especies nativas heliófitas como la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), yarumo (*Cecropia* sp Loefl.), mano de oso (*Oreopanax incisus* (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.), trompeto (*Bocconia frutescens* L.), freiziera (*Freziera reticulata* Bonpl.), aliso (*Alnus acuminata* Kunth), chirlobirlo (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth), zanca de mula (*Boehmeria caudata* Sw.), punta de lanza (*Miconia caudata* (Bonpl.) DC.), algunas piperaceae, entre otras especies (Figura 218).

La presencia de estas especies es indicadora del estado de sucesión temprana de las comunidades vegetales, por lo cual no son representativas para el cálculo de H en el Componente Ecosistémico.



Figura 218. Vegetación riparia en el tramo del río Quindío.

5.3.1.2.3 Consulta a herbarios

Para identificar la vegetación que alguna vez ocupó naturalmente las áreas estudiadas, se consultó el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>) de Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.).

Para la selección de las especies características se utilizó la herramienta “búsqueda avanzada” con los siguientes filtros:

- Departamento: Quindío
- Hábito: Árbol
- Origen: Nativa
- Rango altitudinal: 1.080 - 2.000 msnm para PM; 2.000 – 2.500 para MB; 2.500 – 3.000 msnm para M; 3.000 – 3.500 para SA, 3.500 – 4.500 para A y 4.500 - 4.920 para N. (Ideam, 2022).

A través de la plataforma del Programa de Informática de la Biodiversidad del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá se consolidaron las listas de especies.

En total, se reportaron 392 para PM, 376 para MB, 296 para M, 181 para SA y 83 para A de las cuales se resaltan las especies típicas y representativas de bosques del área de interés en la Tabla 47 (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

Tabla 47. Especies por región altitudinal

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
PM	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Árbol	20	2.450
PM	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	Árbol	200	2.800
PM	Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Arbusto, arbolito, árbol	0	2.000
PM	Lauraceae	<i>Aniba coto</i>	Árbol	1.200	2.600
PM	Annonaceae	<i>Annona cherimolioides</i>	Árbol	900	2.450
PM	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Árbol	750	2.600
PM	Annonaceae	<i>Annona rensoniana</i>	Árbol	300	1.500
PM	Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i>	Árbol, palma solitaria	0	1.000
PM	Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	Árbol	600	3.150
PM	Brunelliaceae	<i>Brunellia acutangula</i>	Árbol	1.100	3.000
PM	Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Arbusto, arbolito, árbol	0	2.300
PM	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Árbol	1.350	3.000
PM	Arecaceae	<i>Ceroxylon alpinum</i>	Árbol, palma solitaria	1.400	2.000
PM	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Arbusto, arbolito, árbol	500	2.900
PM	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	Arbusto, arbolito, árbol	80	2.250
PM	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys myrcioides</i>	Árbol	1.000	2.200

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
PM	Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i>	Arbusto, árbol	1.500	3.420
PM	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Árbol	0	1.800
PM	Rubiaceae	<i>Elaeagia myriantha</i>	Árbol	400	2.746
PM	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Árbol	0	2.080
PM	Moraceae	<i>Ficus tonduzii</i>	Árbol	100	2.400
PM	Moraceae	<i>Ficus velutina</i>	Árbol	350	3.100
PM	Arecaceae	<i>Geonoma undata</i>	Arbusto, árbol, palma solitaria	1.200	2.700
PM	Annonaceae	<i>Guatteria goudotiana</i>	Árbol	1.200	2.100
PM	Erythralaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	Arbusto, arbolito, Árbol	0	1.930
PM	Fabaceae	<i>Inga sierrae</i>	Árbol	1.150	2.470
PM	Fabaceae	<i>Inga villosissima</i>	Árbol	200	2.500
PM	Malvaceae	<i>Matisia obliquifolia</i>	Árbol	0	2.200
PM	Malvaceae	<i>Matisia uribei</i>	Árbol	1.400	2.200
PM	Lauraceae	<i>Ocotea macrophylla</i>	Árbol	1.000	1.500
PM	Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	Árbol	100	1.500
PM	Araliaceae	<i>Oreopanax albanensis</i>	Árbol	1.670	2.350
PM	Araliaceae	<i>Oreopanax cecropifolius</i>	Árbol	840	2.920
PM	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	Árbol	200	3.750
PM	Fabaceae	<i>Ormosia colombiana</i>	Árbol	1.300	2.310
PM	Passifloraceae	<i>Passiflora arborea</i>	Árbol	1.000	2.000
PM	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	Árbol	0	2.440
PM	Rosaceae	<i>Prunus littlei</i>	Árbol	800	2.300
PM	Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	Árbol	630	3.350
PM	Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Arbusto, arbolito, árbol	0	2.500
MB	Arecaceae	<i>Aiphanes concinna</i>	Arbusto, árbol, palma cespitosa	1.900	3.000
MB	Arecaceae	<i>Aiphanes concinna</i>	Arbusto, árbol, palma cespitosa	1.900	3.000
MB	Sapindaceae	<i>Allophylus angustatus</i>	Árbol	1.690	2.200
MB	Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	Árbol	600	3.150
MB	Brunelliaceae	<i>Brunellia goudotii</i>	Árbol	1.500	3.500
MB	Brunelliaceae	<i>Brunellia sibundoya</i>	Árbol	1.500	3.400
MB	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Árbol	1.350	3.000
MB	Arecaceae	<i>Ceroxylon parvifrons</i>	Árbol	1.900	3.200
MB	Arecaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Árbol, palma solitaria	1.550	3.100

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
MB	Arecaceae	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	Árbol, palma solitaria	1.900	3.000
MB	Cornaceae	<i>Cornus peruviana</i>	Árbol	1.450	3.000
MB	Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>	Arbolito, árbol	1.800	3.900
MB	Moraceae	<i>Ficus gigantosyce</i>	Árbol	1.950	2.900
MB	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum colombianum</i>	Arbusto, arbolito, Árbol	2.100	3.500
MB	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma duquei</i>	Árbol	1.000	2.600
MB	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma huilensis</i>	Árbol	1.250	3.300
MB	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Árbol	1.200	3.200
MB	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma oblonga</i>	Árbol	0	2.780
MB	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma scabrida</i>	Árbol	1.400	2.700
MB	Lauraceae	<i>Licaria colombiana</i>	Árbol	2.000	2.600
MB	Magnoliaceae	<i>Magnolia gilbertoi</i>	Árbol	1.800	3.300
MB	Magnoliaceae	<i>Magnolia hernandezii</i>	Árbol	1.700	2.600
MB	Malvaceae	<i>Matisia bolivarii</i>	Árbol	1.500	2.800
MB	Melastomataceae	<i>Miconia aggregata</i>	Arbusto, árbol	2.000	2.500
MB	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i>	Subarbusto, arbusto, arbolito, árbol	230	3.900
MB	Moraceae	<i>Morus insignis</i>	Arbolito, árbol	1.450	2.610
MB	Araliaceae	<i>Oreopanax bogotensis</i>	Arbusto, árbol	2.050	4.117
MB	Proteaceae	<i>Panopsis polystachya</i>	Arbusto, árbol	2.100	2.900
MB	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	Árbol	1.900	3.150
MB	Lauraceae	<i>Persea hexanthera</i>	Árbol	2.000	2.500
MB	Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	Árbol	2.000	3.500
MB	Picramniaceae	<i>Picramnia sphaerocarpa</i>	Arbusto, árbol	100	2.700
MB	Rosaceae	<i>Prunus littlei</i>	Árbol	800	2.300
MB	Rosaceae	<i>Prunus subcorymbosa</i>	Árbol	870	2.300
MB	Lauraceae	<i>Rhodostemonodaphne laxa</i>	Árbol	2.000	3.000
MB	Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.500	4.000
MB	Meliaceae	<i>Ruagea pubescens</i>	Árbol	1.765	2.800
MB	Malvaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	Árbol	1.600	2.800
MB	Cunoniaceae	<i>Weinmannia heterophylla</i>	Árbol	1.600	3.100
MB	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.500	3.400
M	Adoxaceae	<i>Viburnum toronis</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.100	3.650

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
M	Annonaceae	<i>Annona quinduensis</i>	Árbol	750	2.600
M	Aquifoliaceae	<i>Ilex uniflora</i>	Arbolito, árbol	2.600	3.800
M	Araliaceae	<i>Oreopanax discolor</i>	Árbol	2.700	3.800
M	Arecaceae	<i>Aiphanes concinna</i>	Arbusto, árbol, palma cespitosa	1.900	3.000
M	Arecaceae	<i>Ceroxylon parvifrons</i>	Árbol	1.900	3.200
M	Arecaceae	<i>Ceroxylon quinduense</i>	Árbol, palma solitaria	1.550	3.100
M	Arecaceae	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	Árbol, palma solitaria	1.900	3.000
M	Arecaceae	<i>Geonoma undata</i>	Arbusto, árbol, palma solitaria	1.200	2.700
M	Asteraceae	<i>Diplostegium revolutum</i>	Arbusto, árbol	2.551	4.200
M	Brunelliaceae	<i>Brunellia goudotii</i>	Árbol	1.500	3.500
M	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.050	3.300
M	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum luteynii</i>	Arbusto, arbolito, árbol	2.600	3.600
M	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.500	3.400
M	Lauraceae	<i>Ocotea brevipetiolata</i>	Árbol	2.500	2.900
M	Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i>	Árbol	2.500	3.500
M	Lauraceae	<i>Ocotea umbrina</i>	Árbol	2.700	3.000
M	Lauraceae	<i>Rhodostemonodaphne laxa</i>	Árbol	2.000	3.000
M	Magnoliaceae	<i>Magnolia gilbertoi</i>	Árbol	1.800	3.300
M	Malvaceae	<i>Matisia bolivarii</i>	Árbol	1.500	2.800
M	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i>	subarbusto, arbusto, arbolito, árbol	230	3.900
M	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Árbol	1.350	3.000
M	Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	Árbol	630	3.350
M	Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i>	Árbol	2.950	3.600
M	Meliaceae	<i>Ruagea pubescens</i>	Árbol	1.765	2.800
M	Moraceae	<i>Ficus americana</i>	Arbusto, árbol, epífita, hemiepífita	0	3.000
M	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasasiana</i>	Árbol, hemiepífita	150	3.200
M	Moraceae	<i>Ficus gigantocyce</i>	Árbol	1.950	2.900
M	Moraceae	<i>Ficus velutina</i>	Árbol	350	3.100
M	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma huilensis</i>	Árbol	1.250	3.300
M	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Árbol	1.200	3.200

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
M	Primulaceae	<i>Geissanthus quindensis</i>	Arbusto, arbolito, árbol	2.600	3.700
M	Proteaceae	<i>Panopsis polystachya</i>	Arbusto, árbol	2.100	2.900
M	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	Árbol	1.900	3.150
M	Proteaceae	<i>Roupala pachypoda</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.500	4.000
M	Rosaceae	<i>Prunus falcata</i>	Arbusto, árbol	2.850	3.450
M	Sabiaceae	<i>Meliosma cundinamarcensis</i>	Árbol	2.610	2.860
M	Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	Árbol	600	3.150
M	Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.000	3.600
M	Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>	Arbolito, árbol	1.800	3.900
SA	Asteraceae	<i>Aequatorium verrucosum</i>	Arbolito, árbol	3.075	3.480
SA	Pentaphragaceae	<i>Freziera suberosa</i>	Árbol	3.330	3.330
SA	Primulaceae	<i>Geissanthus quindensis</i>	Arbusto, arbolito, árbol	2.600	3.700
SA	Asteraceae	<i>Gynoxys florulenta</i>	Arbusto, arbolito, árbol	2.900	3.700
SA	Aquifoliaceae	<i>Ilex kunthiana</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.990	3.950
SA	Aquifoliaceae	<i>Ilex uniflora</i>	Arbolito, árbol	2.600	3.800
SA	Melastomataceae	<i>Miconia theizans</i>	Subarbusto, arbusto, arbolito, árbol	230	3.900
SA	Primulaceae	<i>Myrsine dependens</i>	Arbusto, arbolito, árbol	2.500	3.800
SA	Araliaceae	<i>Oreopanax tolimanus</i>	Árbol	3.300	4.200
SA	Rosaceae	<i>Prunus falcata</i>	Arbusto, árbol	2.850	3.450
SA	Rosaceae	<i>Prunus integrifolia</i>	Árbol	1.300	3.200
SA	Grossulariaceae	<i>Ribes ecuadorensis</i>	Arbusto, árbol	3.200	3.300
SA	Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i>	Árbol	2.950	3.600
SA	Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i>	Arbusto, arbolito, árbol	1.780	3.300
SA	Melastomataceae	<i>Tibouchina grossa</i>	Subarbusto, arbusto, arbolito, árbol	1.850	4.500
SA	Cunoniaceae	<i>Weinmannia heterophylla</i>	Árbol	1.600	3.100
A	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cumbalense</i>	arbusto, arbolito, árbol	1.950	3.800
A	Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	subarbusto, arbusto, árbol	1.330	3.950
A	Fabaceae	<i>Lupinus colombiensis</i>	Subarbusto, árbol	3.570	4.400

Región altitudinal	Familia	Nombre	Hábito	Altitud (msnm)	
				Mínimo	Máximo
A	Araliaceae	<i>Oreopanax tolimanus</i>	Árbol	3.300	4.200

Fuente: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es>

Para estimar la altura media del dosel de las comunidades vegetales típicas, se realizó la selección de las especies más representativas que se encuentran afín con el objetivo de este parámetro; para ello se buscó información secundaria basada en la búsqueda de datos botánicos y ecológicos de cada una de las especies expuestas en la Tabla 47. Arrojando así, la selección de 9 especies representativas para la región altitudinal de PM, para MB 9 especies, para M 9 especies, para SA 6 especies y, por último, 4 especies para la región altitudinal A, como se expone en la Tabla 48.

Tabla 48. Especies representativas de las diferentes regiones altitudinales.

Región altitudinal	Lugar	Rango altitudinal (msnm)	Especies	Fuente e información adicional
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: entre los 1.400-1.900.	<i>Alchornea glandulosa</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Especie de hasta 35 m de alto, muy recurrente en la zona en bosques de diferentes edades, especialmente en bosque maduros riparios.
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: hasta los 2.500 y por encima de los 2.000.	<i>Aniba coto</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árbol hasta de 40 m, característico de bosques maduros.
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.300-3.200	<i>Billia rosea</i>	Vallejo & Galeano (2009); Avella & Churio (2014); Galeano <i>et al.</i> (2016). Árboles con alturas que alcanzan promedios de 25 m, y dominan los doseles en compañía de otras especies.
PM	Municipio de Circasia, Quindío	Altitud media: 1.780	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Herrera & Cacaís (2006). Evaluaron de diversidad florística y estructura en relicto de bosque conservado. Esta fue una de las más representativas dentro del análisis de Índice de Valor de Importancia y clases altimétricas, y que se acoplan con la actual base de datos. Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árbol hasta de 40 m, característico de bosques maduros.
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.700-3.000	<i>Cedrela montana</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Reportado hasta 35 m.

Región altitudinal	Lugar	Rango altitudinal (msnm)	Especies	Fuente e información adicional
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.500-2200	<i>Ceroxylon alpinum</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Alcanza alturas de hasta 30 m. Poblaciones escasas. Su tamaño más común en otros departamentos oscila entre los 19 y 21 m de altura (CAR, 2018).
PM	Municipio de Circasia, Quindío	Altitud media: 1.780	<i>Guatteria goudotiana</i>	Herrera & Cacaís (2006). Evaluaron de diversidad florística y estructura en relictos de bosque conservado. Esta fue una de las más representativas dentro del análisis de Índice de Valor de Importancia y clases altimétricas, y que se acoplan con la actual base de datos.
PM	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: Hasta los 1.900	<i>Ocotea macrophylla</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Especie que crece hasta 35 m. Se le ve en bosques maduros riparios.
PM	Reserva Natural Peñas Blancas, Calarcá, Quindío.	Altitud media (municipio): 1.573	<i>Pouteria torta</i>	Herrera (2011). Estudio en un bosque intermedio. Escasa coincidencia con la base de datos, la especie mencionada en la columna adyacente se hizo presente sin ser dominante.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.800-2.800	<i>Billia rosea</i>	Vallejo & Galeano (2009); Avella & Churio (2014); Galeano <i>et al.</i> (2016). Árboles con alturas que alcanzan promedios de 25 m, y dominan los doseles en compañía de otras especies.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.700-3.000	<i>Cedrela montana</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Reportado con alturas de hasta 35 m.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.000 - 2.800	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Población diezmada y escasa. Cuando crece dentro de un bosque, sobresale por alcanzar rangos entre 40-50 m de altura.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.200-2.600	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Al igual que las otras especies de su género, es una especie de distribución muy gregaria. Sus individuos son de porte medio no más altos que 25 m.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.950-2.900. Principalmente, encima de los 2.500.	<i>Ficus gigantocyce</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano <i>et al.</i> (2016). Árboles de hasta 30 m; especie común y vistosa en bosques en suelos húmedos.

Región altitudinal	Lugar	Rango altitudinal (msnm)	Especies	Fuente e información adicional
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.200 - 3.300 m	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles de porte mediano a grande; alcanzan los 20 m. Son frecuentes en bosques maduros.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.700-2.600 m	<i>Magnolia hernandezii</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles corpulentos, hasta 35 m de altura.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.400-2.600	<i>Morus insignis</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles gruesos y grandes de más de 30 m, común en sitios húmedos.
MB	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.600-2.800	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Individuos de hasta 30 m, cerca de sitios húmedos al interior de bosques.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.700-3.000	<i>Cedrela montana</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Reportado con alturas de hasta 35 m.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.550-3.100	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Población diezmada y escasa. Cuando crece dentro de un bosque, sobresale por alcanzar rangos entre 40-50 m de altura.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.200-2.600	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Al igual que las otras especies de su género, es una especie de distribución muy gregaria. Sus individuos son de porte medio no más altos que 25 m.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: por encima de los 2.500	<i>Ficus gigantosyce</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árboles de hasta 30 m; especie común y vistosa en bosques en suelos húmedos.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.700-3.800	<i>Oreopanax discolor</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Sus individuos alcanzan hasta 20 m de altura. Frecuente en bosques secundarios maduros.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.200-3.400	<i>Panopsis polystachya</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árboles de hasta 25 m. Especie muy escasa. Más común al sur del departamento.

Región altitudinal	Lugar	Rango altitudinal (msnm)	Especies	Fuente e información adicional
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.300-3.000	<i>Roupala pachypoda</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árboles de hasta 30 m. Especie común en bosques maduros.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.000-3.000	<i>Ruagea hirsuta</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Reportada como especie más frecuente en la zona en bosques ribereños. Alcanza hasta 20 m de altura.
M	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.800-3.000	<i>Weinmannia pubescens</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Árboles de hasta 20 m de altura.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.400-3.600	<i>Clethra revoluta</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles medianos a grandes de hasta 30 m de altura. Se le puede hallar en bosques maduros.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.600-3.700	<i>Geissanthus quindensis</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles medianos de hasta 12 m de altura, al interior de bosques maduros y bosques enanos.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.400-3.400	<i>Geissanthus serrulatus</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árbol asociado a cuerpos de agua y sitios húmedos, alcanza hasta 10 m.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.400-3.600	<i>Ilex colombiana</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Árboles medianos a grandes de hasta 30 m de altura. Se le puede hallar en bosques maduros.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.500-3.800	<i>Myrsine dependens</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Individuos de hasta 15 m de altura. Común en bordes de páramos.
SA	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.900-3.600	<i>Ruagea hirsuta</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Alcanza hasta los 20 m de altura. Crece bien a la orilla de los cuerpos de agua.
A	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 2.370-4.500 m.	<i>Espeletia hartwegiana</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales". Galeano et al. (2016), Herbario UNAL. Arbustos no mayores a 6-8 m de altura; es la principal especie de frailejón en el Quindío.

Región altitudinal	Lugar	Rango altitudinal (msnm)	Especies	Fuente e información adicional
A	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.300-3.900 m	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Puede llegar a alcanzar los 15 m de altura. Asociado a bosques enanos y cercanos a páramos.
A	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.900-3.800 m	<i>Hedyosmum cumbalense</i>	Vargas (2002), "Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales"; Galeano et al. (2016). Frecuente en bosques enanos. Alcanzan hasta 8 m.
A	Departamento de Quindío y alrededores	Altitud media: 1.990-3.800 m.	<i>Hypericum juniperinum</i>	Galeano et al. (2016). Herbario UNAL. Arbustos que alcanzan hasta los 2,5 m de altura.

Finalmente, para cada una de estas especies se realizó una búsqueda de ejemplares depositados en las colecciones científicas del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia. Estas colecciones comprenden alrededor de 940.000 especímenes y representan la más completa muestra de la diversidad biológica de Colombia (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/>).

También se realizó la búsqueda de especímenes registrados en Trópicos (<https://www.tropicos.org/name/Search>), así como ejemplares físicos en el herbario del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín (JAUM), el herbario forestal UDBC y algunos registros de alturas de la base de datos del documento "Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Vegetación; Incluyendo la Cuantificación de Varios Servicios Ecosistémicos, Especialmente de Regulación Hídrica, Almacenamiento de Carbono y Conservación de la Biodiversidad".

Por cada especie, se registraron entre tres y seis alturas, permitiendo con esto calcular la altura media del dosel (H) como una aproximación a los bosques nativos del área para cada región altitudinal, teniendo como resultante una altura media de 18,8 m para el PM; 16,4 m para MB; 14,1 m para M; 9,7 m para SA y 2,9 m para A; como se muestra en la Tabla 49 y Figura 218. Los Registros para el cálculo de la altura media por región altitudinal se presentan en el Anexo 3.

La espacialización de la variable H permite identificar un gradiente altitudinal con una relación inversa respecto a la altura media del dosel. Las unidades hidrográficas localizadas en las zonas bajas presentan alturas medias entre los 16,4 y 18,8 m mientras que las presentes en la faja altitudinal alpina y subalpina presentan un dosel medio entre 2,9 y 9,7 m.

Tabla 49. Altura media (H) por región altitudinal

Región altitudinal	Especies arbóreas representativas	H media (m)
PM	<i>Alchornea glandulosa</i>	11,8
PM	<i>Aniba coto</i>	21,0
PM	<i>Billia rosea</i>	16,3
PM	<i>Calophyllum brasiliense</i>	26,7
PM	<i>Cedrela montana</i>	16,2
PM	<i>Ceroxylon alpinum</i>	24,4
PM	<i>Guatteria goudotiana</i>	19,7
PM	<i>Ocotea macrophylla</i>	16,8
PM	<i>Pouteria torta</i>	16,5
Promedio final		18,8
MB	<i>Billia rosea</i>	16,3
MB	<i>Cedrela montana</i>	16,2
MB	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	20,0
MB	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	15,7
MB	<i>Ficus gigantocyce</i>	16,3
MB	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	11,2
MB	<i>Magnolia hernandezii</i>	18,7
MB	<i>Morus insignis</i>	13,7
MB	<i>Spirotheca rhodostyla / rosea</i>	19,7
Promedio final		16,4
M	<i>Cedrela montana</i>	14,0
M	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	20,0
M	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	15,7
M	<i>Ficus gigantocyce</i>	16,3
M	<i>Oreopanax discolor</i>	10,5
M	<i>Panopsis polystachya</i>	11,6
M	<i>Roupala pachypoda</i>	10,3
M	<i>Ruagea hirsuta</i>	14,0
M	<i>Weinmannia pubescens</i>	14,7
Promedio final		14,1
SA	<i>Clethra revoluta</i>	12,1
SA	<i>Geissanthus quindiensis</i>	10,4
SA	<i>Geissanthus serrulatus</i>	7,2
SA	<i>Ilex colombiana</i>	3,8
SA	<i>Myrsine dependens</i>	13,0
SA	<i>Ruagea hirsuta</i>	11,8

Región altitudinal	Especies arbóreas representativas	H media (m)
Promedio final		9,7
A	<i>Espeletia hartwegiana</i>	2,0
A	<i>Gaiadendron punctatum</i>	4,8
A	<i>Hedyosmum cumbalense</i>	3,1
A	<i>Hypericum juniperinum</i>	1,7
Promedio final		2,9

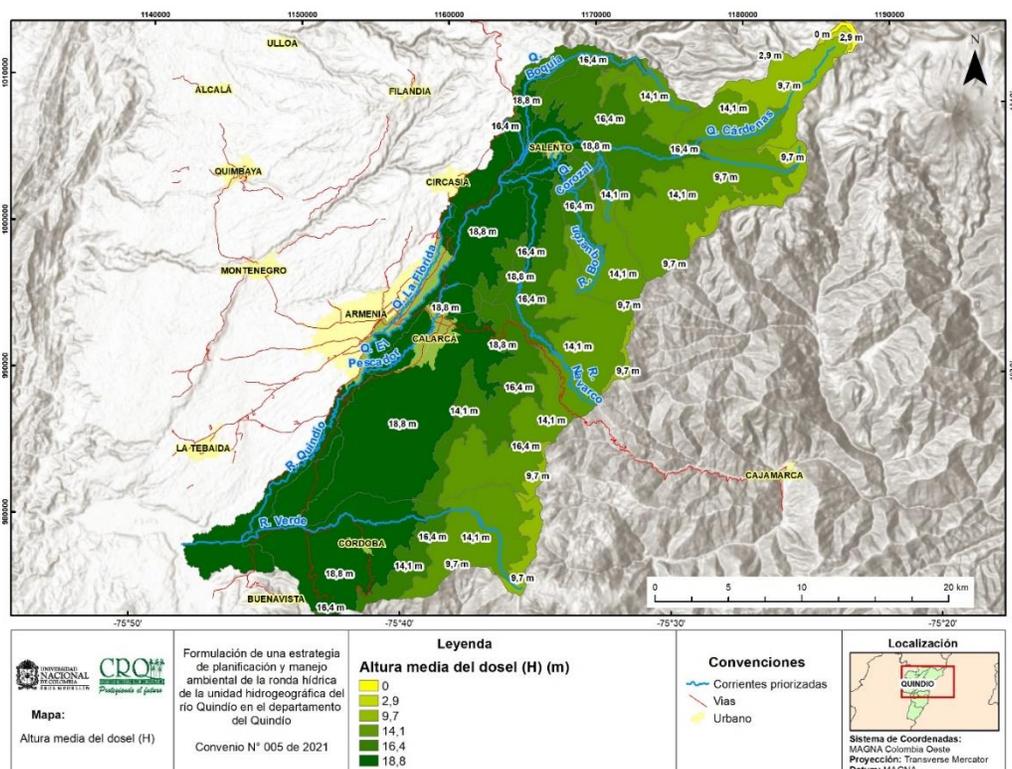


Figura 219. Espacialización de la altura media del dosel (variable H) del componente ecosistémico

5.3.1.3 Definición de N: Densidad de drenaje (Dd) por unidad Geomorfológica

N expresa la relación entre los patrones de drenaje y la morfología de un territorio. Para su cálculo se utilizaron las unidades geomorfológicas cartografiadas del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río La Vieja (Figura 220).

La densidad de drenaje (km/km^2) se calculó para las unidades hidrográficas aferentes en los tramos seleccionados, ver Figura 221. En la Tabla 50 se presenta la relación de las unidades geomorfológicas por unidad hidrográfica.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

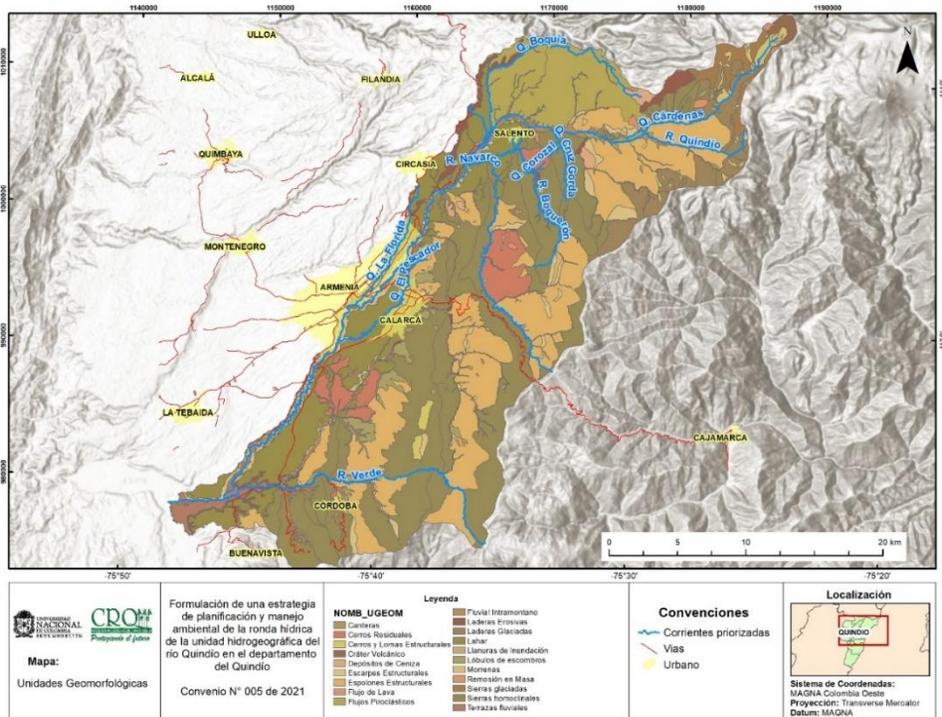


Figura 220. Unidades Geomorfológicas Cuenca Hidrográfica del río La Vieja

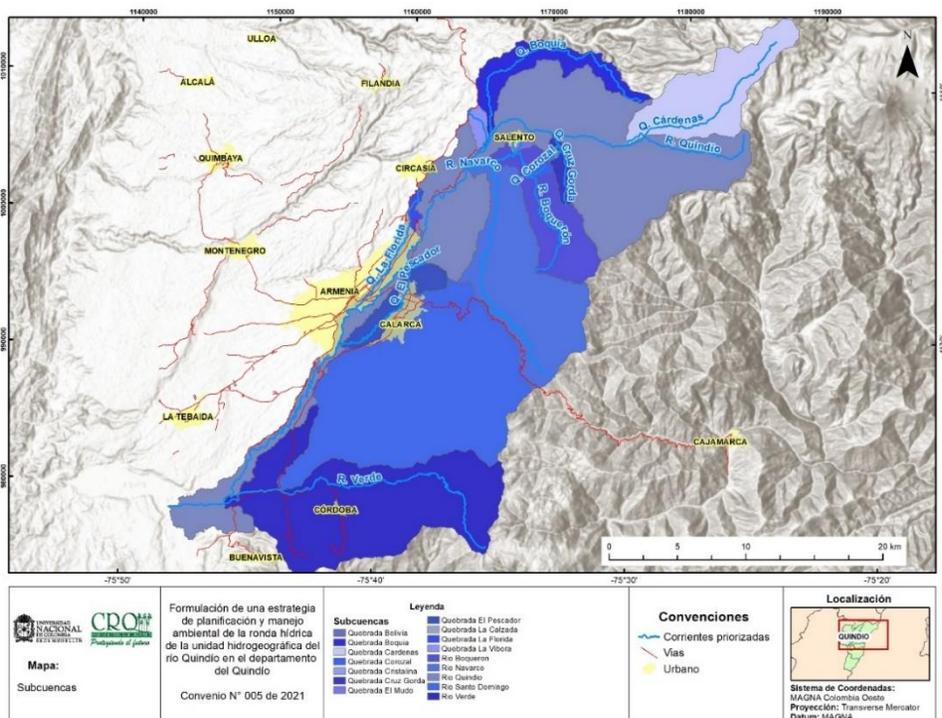


Figura 221. Unidades hidrográficas utilizadas para el cálculo de Dd

Tabla 50. Unidades geomorfológicas por Unidad hidrográfica

Unidad hidrográfica	Unidad Geomorfológica	Área (ha)
Río Boquerón	Cerros residuales	184,08
	Escarpes estructurales	64,43
	Espolones estructurales	573,32
	Fluvial intramontano	87,53
	Laderas erosivas	43,96
	Laderas glaciadas	28,90
	Lahar	208,44
	Llanuras de inundación	0,44
	Remoción en masa	0,14
	Sierras homoclinales	2098,74
	Terrazas fluviales	1,25
Río Quindío	Cerros residuales	2,06
	Depósitos de ceniza	250,63
	Escarpes estructurales	1638,76
	Espolones estructurales	4412,05
	Flujos piroclásticos	3211,90
	Fluvial intramontano	1195,74
	Laderas erosivas	382,91
	Laderas glaciadas	1878,46
	Lahar	3288,70
	Llanuras de inundación	72,17
	Lóbulos de escombros	324,35
	Morrenas	117,08
	Remoción en masa	44,48
	Sierras glaciadas	46,20
	Sierras homoclinales	2202,21
Terrazas fluviales	686,66	
Río Navarco	Cerros residuales	1310,84
	Escarpes estructurales	255,14
	Espolones estructurales	2418,00
	Fluvial intramontano	239,75
	Lahar	268,00
	Llanuras de inundación	0,23
	Lóbulos de escombros	20,01
	remoción en masa	42,64

Unidad hidrográfica	Unidad Geomorfológica	Área (ha)
	Sierras homoclinales	2538,92
	Terrazas fluviales	51,94
Río Verde	Cerros y Lomas Estructurales	5,02
	Escarpes Estructurales	167,12
	Espolones Estructurales	2743,47
	Fluvial Intramontano	427,96
	Laderas Erosivas	149,10
	Lahar	1460,20
	Llanuras de inundación	26,07
	Lóbulos de escombros	298,36
	Sierras homoclinales	6773,28
	Terrazas fluviales	150,98
Quebrada Bolivia	Sierras homoclinales	39,32
Quebrada Boquía	Depósitos de ceniza	93,19
	Escarpes estructurales	15,26
	Flujos piroclásticos	1694,21
	Fluvial intramontano	98,48
	Laderas erosivas	232,62
	Lahar	179,24
	Terrazas fluviales	5,64
Quebrada Cárdenas	Cráter volcánico	252,09
	Depósitos de ceniza	7,80
	Escarpes estructurales	146,58
	Espolones estructurales	463,24
	Flujo de lava	44,10
	Flujos piroclásticos	65,60
	Fluvial intramontano	94,84
	Laderas erosivas	335,14
	Laderas glaciadas	867,10
	Lóbulos de escombros	154,65
	Morrenas	457,26
	remoción en masa	98,78
	Sierras glaciadas	904,86
	Sierras homoclinales	598,97
Quebrada Corozal	Cerros residuales	69,20
	Fluvial intramontano	4,81

Unidad hidrográfica	Unidad Geomorfológica	Área (ha)
	Laderas erosivas	1,83
	Sierras homoclinales	34,27
Quebrada Cruz Gorda	Fluvial intramontano	0,60
	Laderas erosivas	0,03
	Sierras homoclinales	501,27
Quebrada El Mudo	Fluvial intramontano	2,17
	Lahar	56,38
	Sierras homoclinales	45,66
Quebrada El Pescador	Canteras	0,01
	Escarpes estructurales	50,23
	Espolones estructurales	221,89
	Fluvial intramontano	59,40
	Lahar	975,33
	Lóbulos de escombros	98,66
	Sierras homoclinales	145,49
Quebrada La Calzada	Fluvial intramontano	0,18
	Lahar	58,05
	Sierras homoclinales	3,80
Quebrada La Cristalina	Sierras homoclinales	14,85
Quebrada La Florida	Escarpes estructurales	0,07
	Fluvial intramontano	37,88
	Laderas erosivas	110,32
	Lahar	489,28
Quebrada La Víbora	Fluvial intramontano	8,21
	Laderas erosivas	42,32
	Lahar	272,99
	Lóbulos de escombros	10,48
	remoción en masa	0,47
	Terrazas fluviales	6,73

En la Figura 222 se presentan las categorías de la densidad de drenaje (Dd) y en la Figura 223, las categorías de las áreas acumuladas requeridas para el cálculo de N.

El valor de N es el resultado del cruce de las áreas aferentes y el valor de la densidad de drenaje, se tomó de la Guía Metodológica para el acotamiento de Rondas Hídricas, que se presenta en la Tabla 51 y la Figura 224.

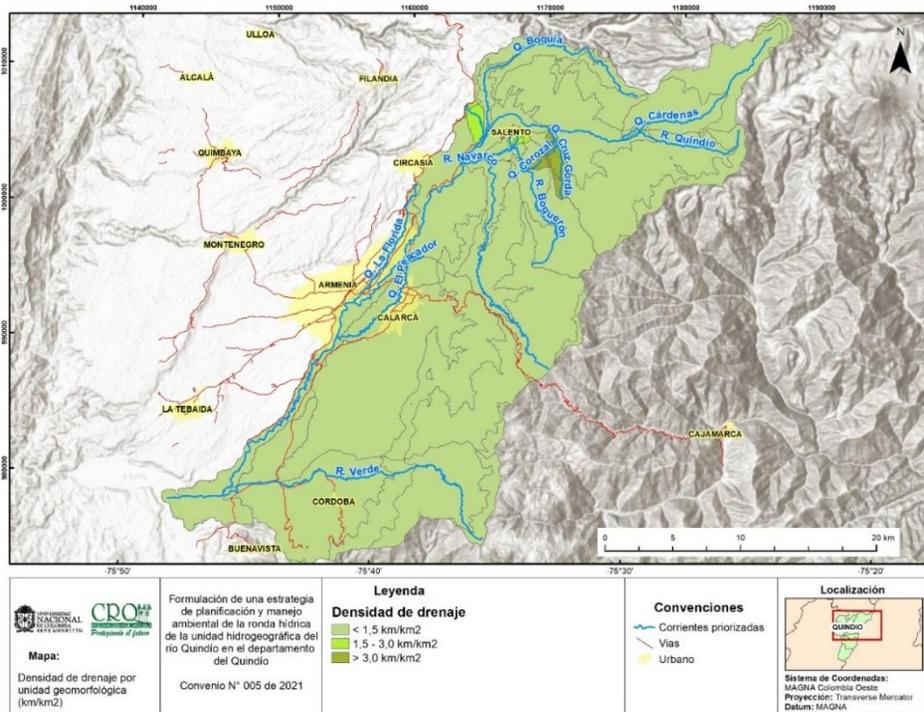


Figura 222. Densidad de drenaje (Dd) por unidad geomorfológica

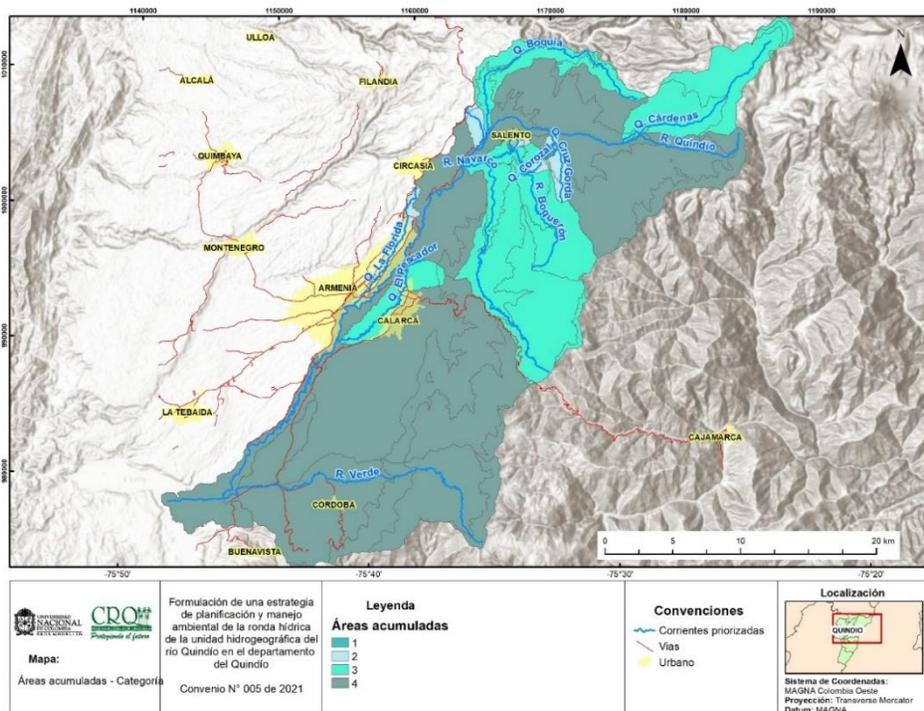


Figura 223. Áreas Acumuladas

Tabla 51. Altura media (H) por región altitudinal

Área de unidad hidrográfica aferente (km ²)	Valor de N		
	Densidad drenaje		
	Baja < 1,5 km/km ²	Media 1,5 – 3,0 km/km ²	Alta > 3 km/km ²
0 < A ≤ 1	2,0	1,5	1,0
1 < A ≤ 10	2,5	2,0	1,5
10 < A ≤ 100	3,0	2,5	2,0
100 < A ≤ 1000	3,5	3,0	2,5
1.000 < A ≤ 10.000	4,0	3,5	3,0
0 < A ≤ 1	2,0	1,5	

Fuente: Minambiente, 2018.

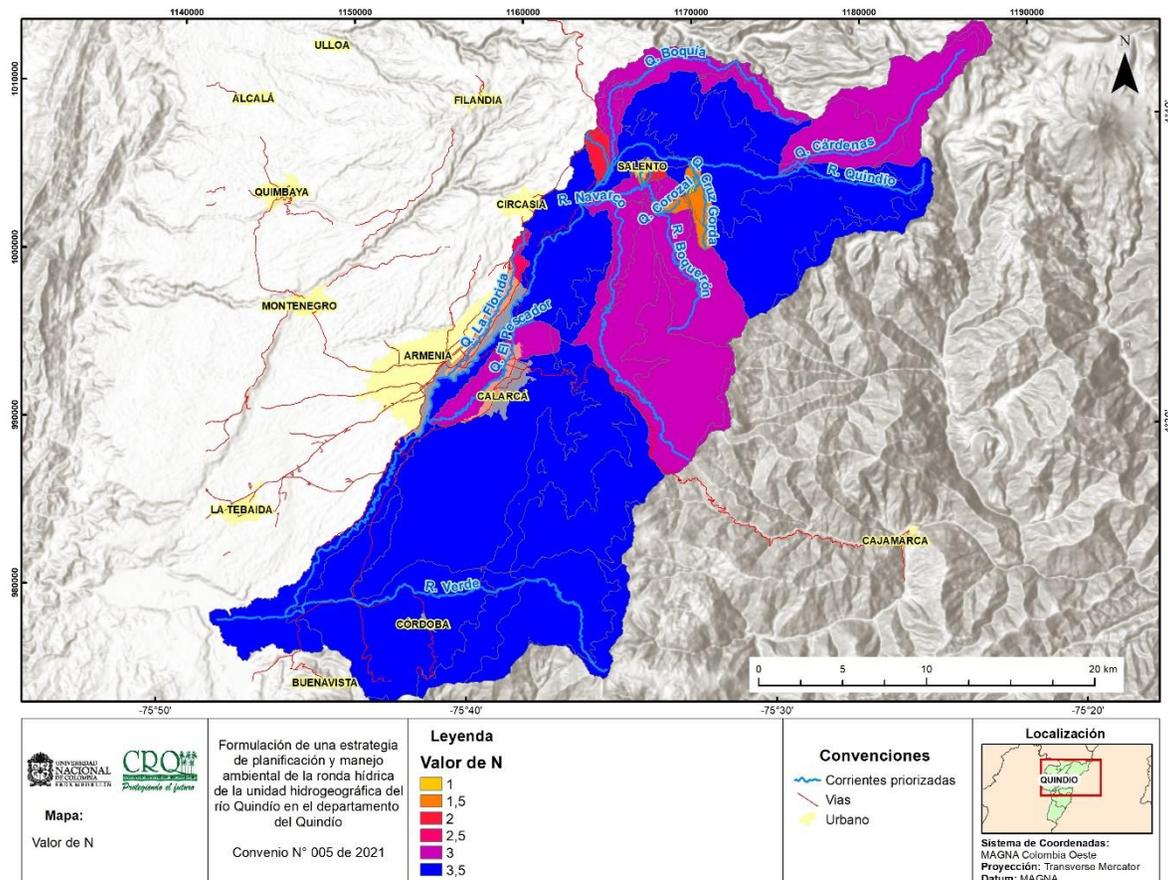


Figura 224. Valor de N

5.3.2 Delimitación Componente Ecosistémico por tramos

La delimitación del componente ecosistémico realiza con la altura del dosel medio de la comunidad vegetal (H) representativa de la zona de vida y la relación entre la densidad de drenaje de las corrientes y el área de la cuenca aferente (N). Para la delimitación del componente ecosistémico de la ronda hídrica se utiliza la Ecuación 2:

$$\text{Componente ecosistémico} = H_i * N_i \quad (2)$$

Donde:

H = Altura media de las especies representativas de la zona de vida en el pixel i (m)

N = Relación de la densidad de drenaje con el área de la cuenca aferente en el pixel i.

5.3.2.1 Río Boquerón

En la Tabla 52 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico del río Boquerón y en la Figura 225 y Figura 226 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 53) y el uso de la tierra.

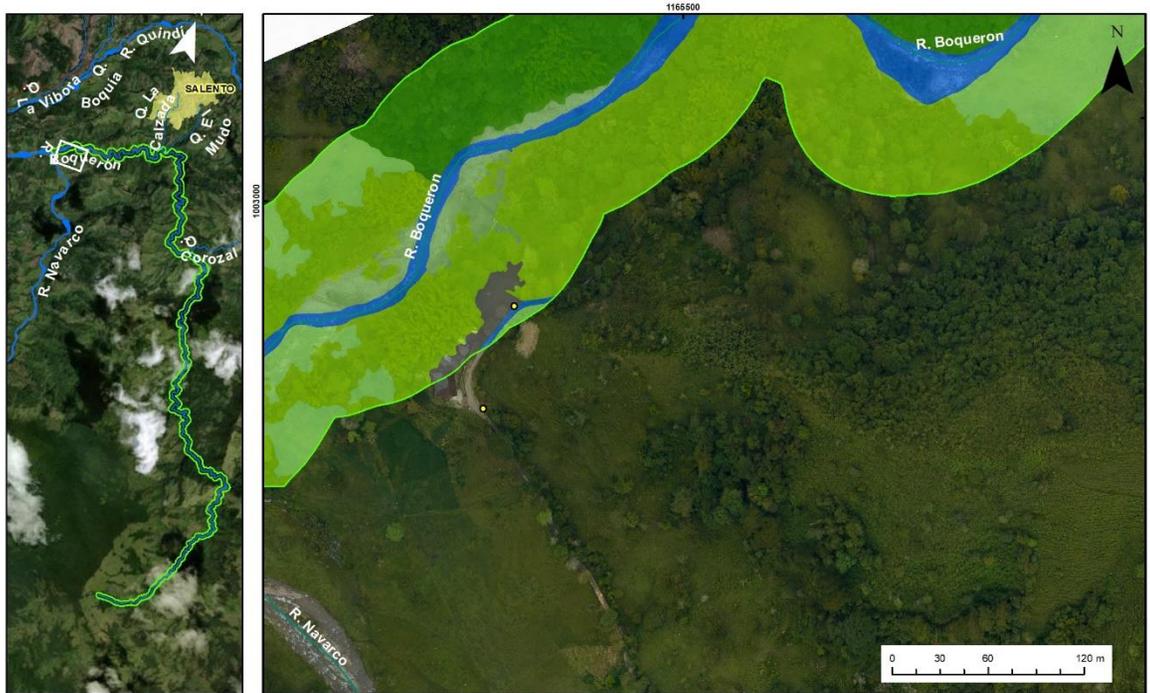
Las coberturas asociadas a esta corriente están inmersas en una matriz discontinua de diferentes características. Cerca de los drenajes existe vegetación secundaria en parches, con especies de melastomataceas, urticaceas, Inga spp, Psidium spp., y caña brava en cantidades abundantes, así como individuos de especies introducidas. En las zonas de ladera la vegetación también es discontinua y de porte bajo. Respecto de los usos agrícolas del suelo, se observan cultivos de aguacate Hass, plátano, guadua, frutales y ganadería. También se encuentran individuos remanentes de palma de cera. Entre el drenaje Boquerón y Navarco la cobertura vegetal también es discontinua, con pastos usados para ganadería, especies introducidas, caña brava y guadua.

Tabla 52. Parámetros delimitación componente ecosistémico río Boquerón

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)
Altura dosel (H)	14,1 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	3

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

Parámetro	Valor
Valor N	2 - 3
Componente Ecosistémico (N*H)	28,2 – 56,4 m



<p>Mapa: Coberturas de la Tierra Ronda Hídrica - CE Tramo R. Boquerón Parte baja</p>	<p>Formulación de una estrategia de planificación y manejo ambiental de la ronda hídrica de la unidad hidrogeográfica del río Quindío en el departamento del Quindío</p> <p>Convenio N° 005 de 2021</p>	<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Punto cauce ○ Cero ○ Ronda CE - Río Boquerón ○ Río Boquerón - Coberturas ○ 11. Zonas urbanas ○ 21. Cultivos permanentes ○ 23. Pastos ○ 31. Bosques ○ 32. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva ○ 33. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación ○ 51. Aguas continentales 	<p>Convenciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Vías ○ Urbano ○ Ronda CE - Río Boquerón ○ Cauce Permanente 	<p>Localización</p> <p>Sistema de Coordenadas: MAGNA Colombia Oeste Proyección: Transverse Mercator Datum: MAGNA</p>
---	---	--	--	--

Figura 225. Delimitación del componente ecosistémico del río Boquerón



Figura 226. Dinámica del componente ecosistémico del río Boquerón

Tabla 53. Coberturas asociadas al tramo del río Boquerón

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	0,11	0,07
2.2. Cultivos permanentes	0,48	0,31

Cobertura	Área	
	ha	%
2.3. Pastos	7,31	4,75
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	121,56	78,97
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	5,16	3,35
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	2,08	1,35
5.1. Aguas continentales	17,23	11,19
Área total	153,93	100,00

5.3.2.2 Río Quindío

En la Tabla 54 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico del río Quindío y en la Figura 227 y Figura 228 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 55) y el uso de la tierra.

El área asociada a este drenaje en la parte alta presenta cobertura paramuna, dominada por frailejones (*Espeletia* sp), Piñuela (*Bromelia* sp) y *H. juniperinum*. En esta zona se presentan actividades de senderismo, avistamiento de aves y conservación en su gran mayoría. Descendiendo se encuentra una cobertura arbórea común de bosques montano alto y bajo con diferentes estadios sucesionales, lo que se evidencia por la presencia de especies como siete cueros y encenillo, principalmente. En el área se realizan, tanto actividades de conservación como de ganadería y cultivo de truchas.

En la parte media se presenta principalmente cobertura discontinua, debido a las actividades de pastoreo, con vegetación secundaria alta y baja compuesta por diferentes especies forestales introducidas como ciprés, eucalipto, urapán, entre otros, y nativas, tales como samán, cámbulo, búcaro, pisquín, yarumo, inga, sauce llorón, entre otras. A lo largo del trayecto se pueden observar guaduales y conjuntos de caña brava. Las actividades económicas que se presentan en esta zona son principalmente pastoreo y cultivo de café y plátano.

En la parte baja del río Quindío se presentan unas coberturas más intervenidas que las anteriormente descritas, donde es frecuente observar mosaicos de cultivos y cultivos mixtos de especies como café, plátano, lulo, yuca, limón, entre otros. También se encuentran cordones de vegetación secundaria baja, guaduales mezclados con pastos y conjunto de cañas bravas en las márgenes del drenaje.

Tabla 54. Parámetros delimitación componente ecosistémico río Quindío

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) Páramo Subandino (p-SA)
Altura dosel (H)	9,7 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	4
Valor N	2,5 - 3,5
Componente Ecosistémico (N*H)	24,25 – 65,8 m

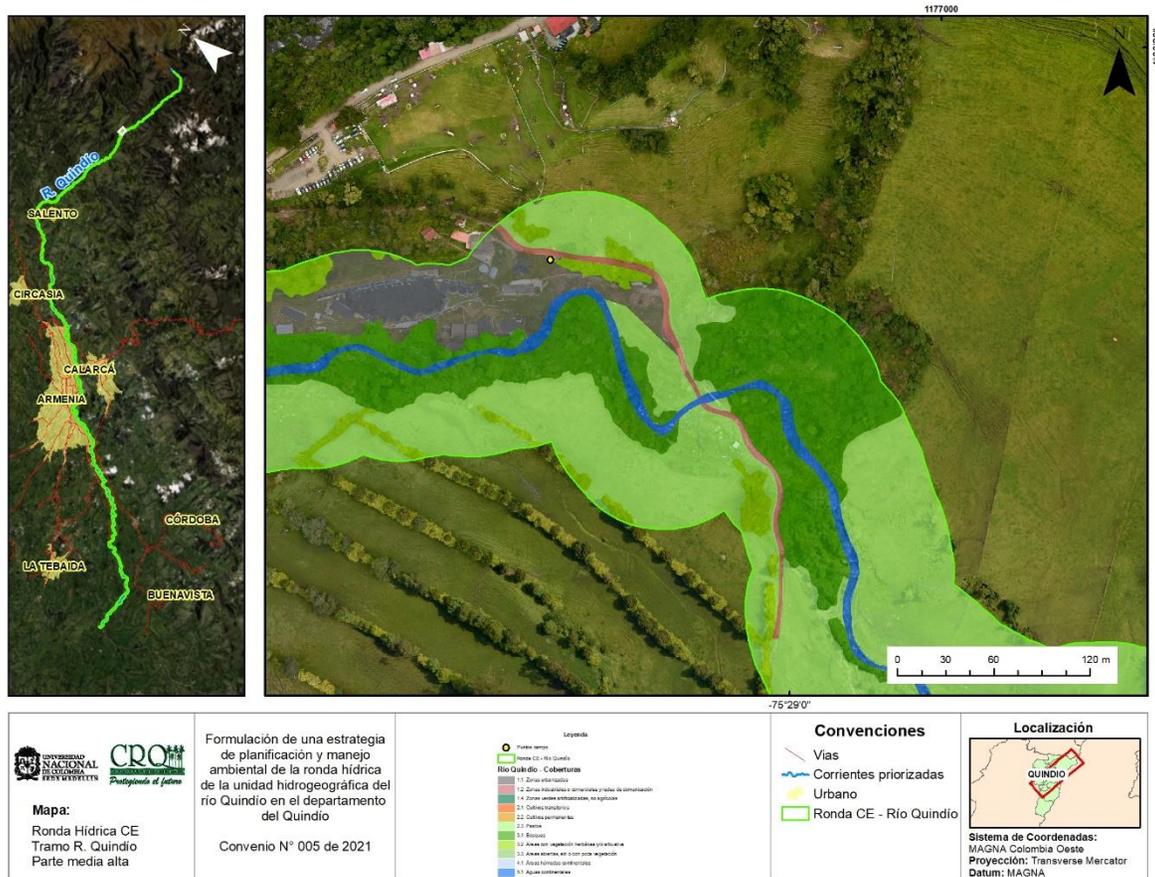


Figura 227. Delimitación del componente ecosistémico del río Quindío



Figura 228. Dinámica del componente ecosistémico del río Quindío

Tabla 55. Coberturas asociadas al tramo del río Quindío

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	23,78	2,51
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	6,22	0,66
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,12	0,01
2.1. Cultivos transitorios	0,20	0,02
2.2. Cultivos permanentes	50,68	5,34
2.3. Pastos	192,34	20,26
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	243,25	25,63
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	264,39	27,85
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3,69	0,39
4.1. Áreas húmedas continentales	0,11	0,01
5.1. Aguas continentales	164,40	17,32
Área total	949,19	100,00

5.3.2.3 Río Navarco

En la Tabla 56 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico del río Navarco y en la Figura 229 y Figura 230 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 57) y el uso de la tierra.

La cobertura vegetal asociada al territorio asociado a este drenaje se presenta, o bien intervenida, o bien en estado de conservación medio. La parte intervenida y discontinua en la matriz de paisaje se relaciona con actividades ganaderas, principalmente, y alguno que otro cultivo de plátano, guaduales y árboles aislados de guayaba (*Psidium guajava*), urapanes (*Fraxinus uhdei*), alisos y cortinas rompevientos de eucalipto. Algunos sitios carecen por completo de vegetación forestal. En las zonas que presentan mayor conservación se encuentran palmas de cera, cedros, ingas y yarumos, con un dosel medio de 14 m. Estas comunidades se encuentran principalmente en zonas de pendientes altas y encañonadas.

Tabla 56. Parámetros delimitación componente ecosistémico del río Navarco

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)
Altura dosel (H)	14,1 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	3
Valor N	2 - 3
Componente Ecosistémico (N*H)	28,2 – 56,4 m

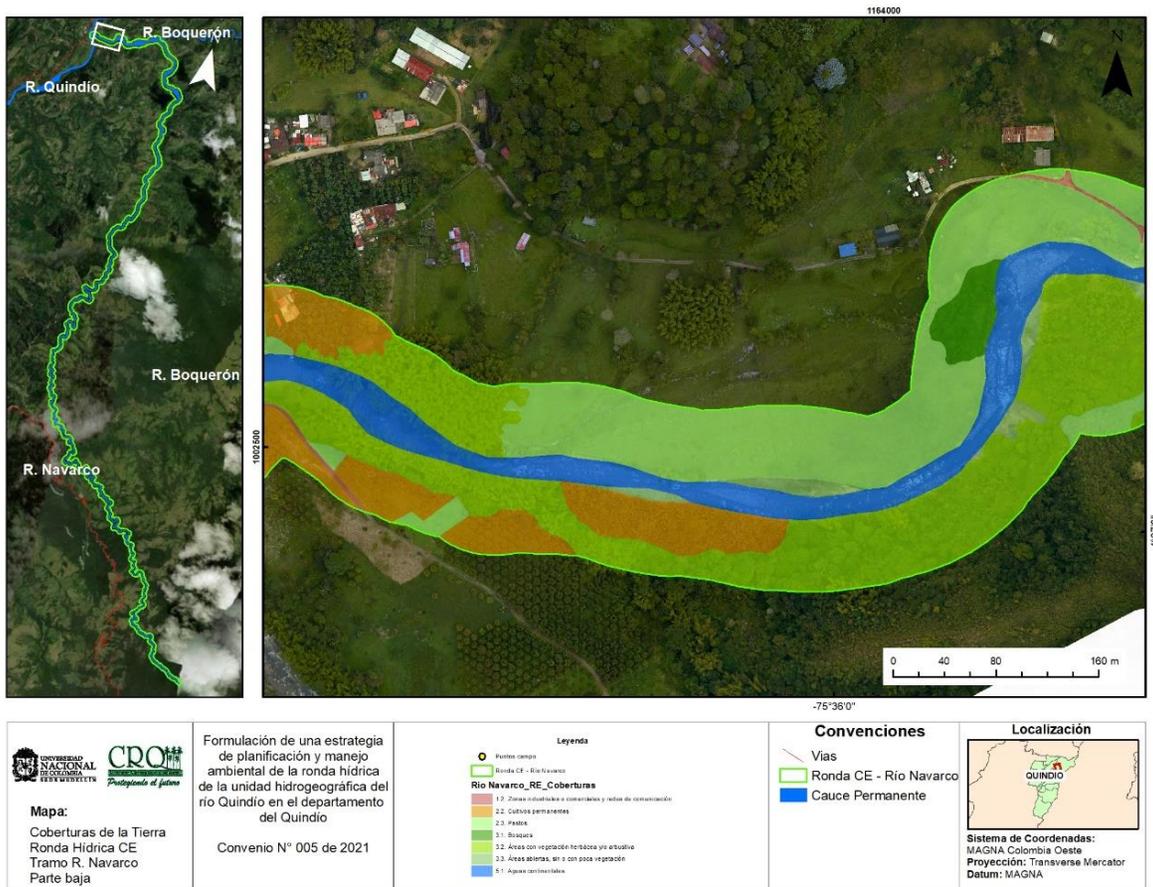


Figura 229. Delimitación del componente ecosistémico del río Navarco



Figura 230. Dinámica del componente ecosistémico del río Navarcho

Tabla 57. Coberturas asociadas al tramo del río Navarco

Cobertura	Área	
	ha	%
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,36	0,14
2.2. Cultivos permanentes	1,43	0,58
2.3. Pastos	37,49	15,16
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	154,56	62,52
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	12,52	5,07
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	2,41	0,97
5.1. Aguas continentales	38,45	15,55
Área total	247,23	100,00

5.3.2.4 Río Verde

En la Tabla 58 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico del río Verde y en la Figura 231 y Figura 232 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 59) y el uso de la tierra.

Tabla 58. Parámetros delimitación componente ecosistémico río Verde

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) Páramo Subandino (p-SA)
Altura dosel (H)	9,7 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	4
Valor N	2,5 - 3,5
Componente Ecosistémico (N*H)	24,25 – 65,8 m

En las zonas visitadas del tramo del río Verde se evidencia principalmente coberturas asociadas a actividades económicas como cultivos de café, plátano y pastos limpios destinados a la ganadería, así mismo se encuentran huertas caseras. Dominan individuos de árboles aislados y cordones de guaduales y grupos de cañas brava.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

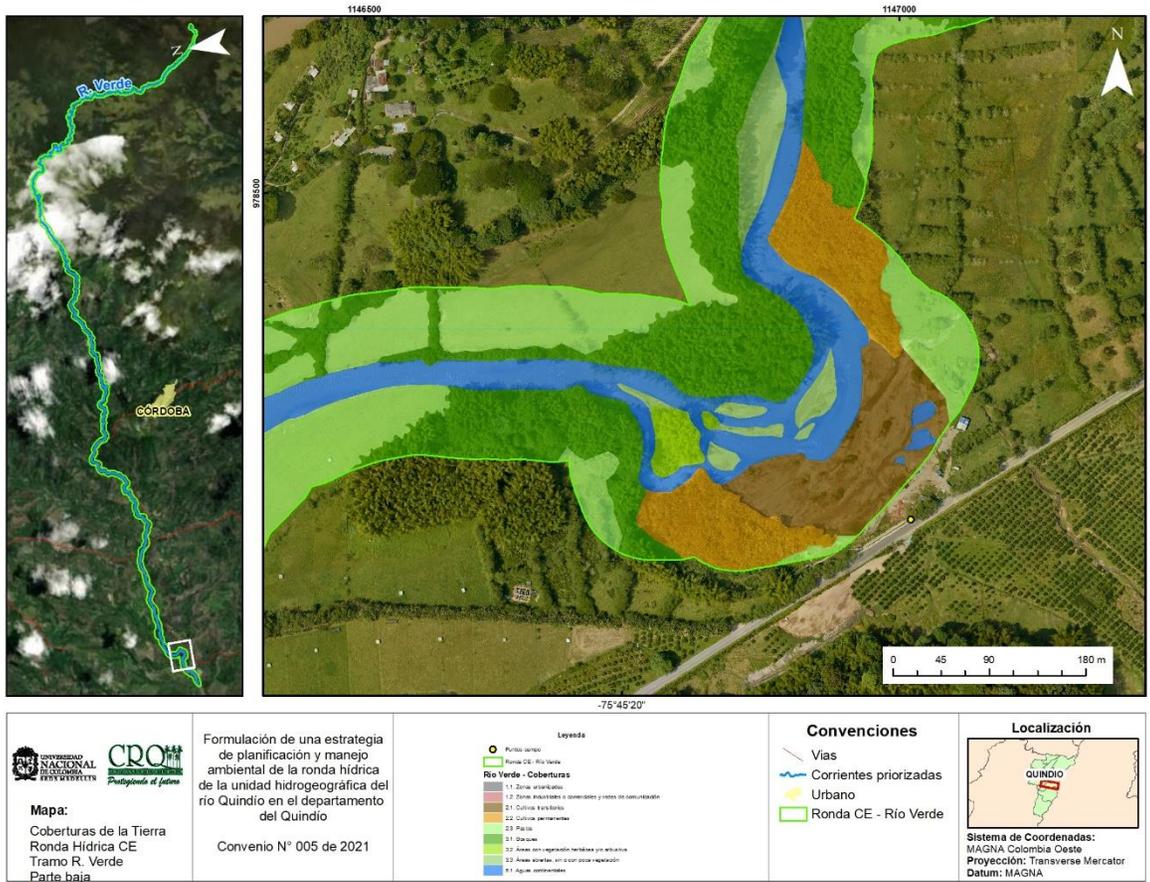


Figura 231. Delimitación del componente ecosistémico del río Verde

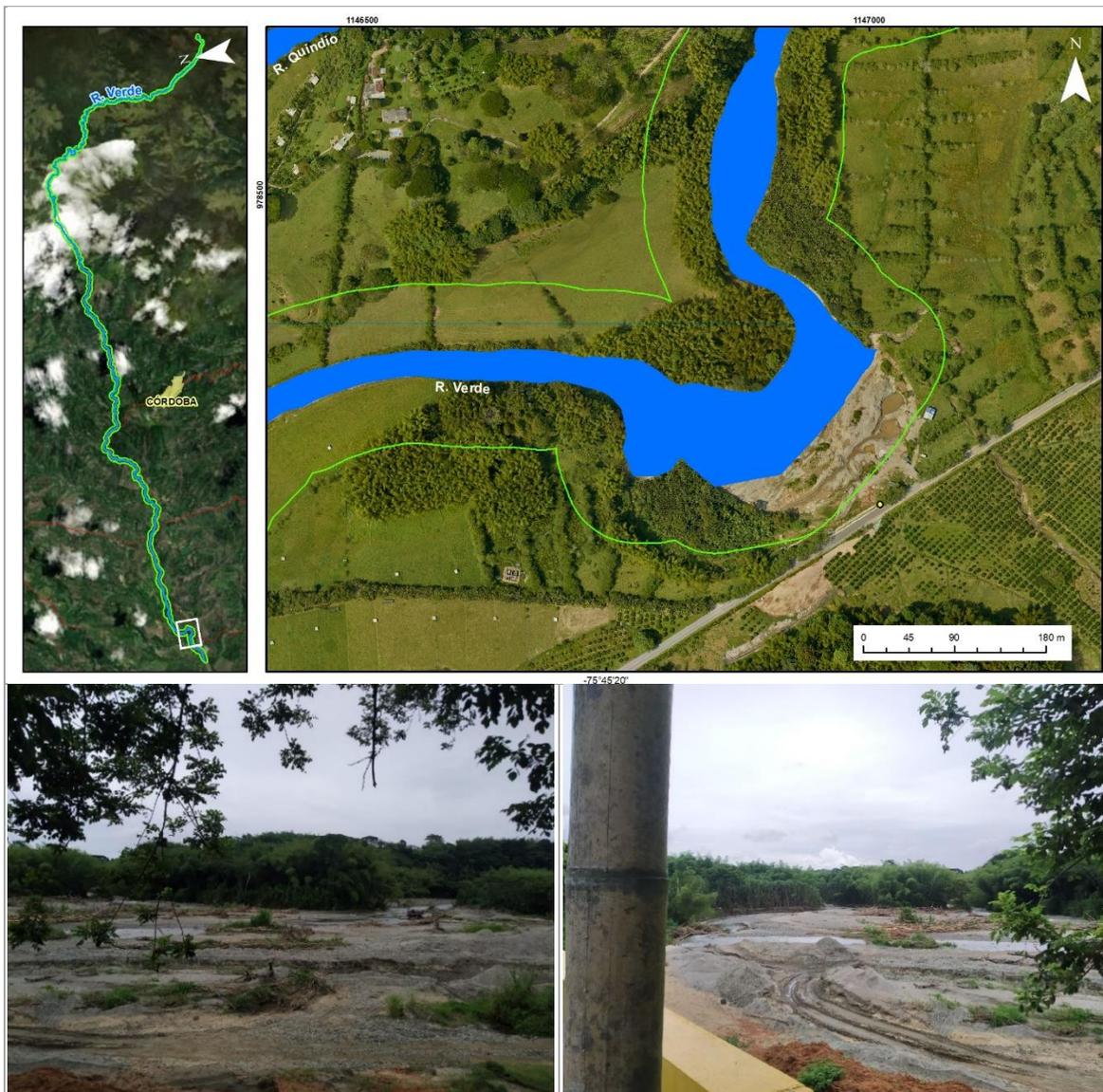


Figura 232. Dinámica del componente ecosistémico del río Verde

Tabla 59. Coberturas asociadas al tramo del río Verde

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	2,90	0,85
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	4,76	1,40
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1,63	0,48
2.2. Cultivos permanentes	28,65	8,41
2.3. Pastos	39,38	11,55

Cobertura	Área	
	ha	%
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	191,39	56,16
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	25,08	7,36
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	5,14	1,51
5.1. Aguas continentales	41,87	12,29
Área total	340,80	100,00

5.3.2.5 Quebrada Bolivia

En la Tabla 60 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada Bolivia y en la Figura 233 y Figura 234 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 61) y el uso del a tierra.

Las márgenes de la quebrada Bolivia se encuentran dominadas por vegetación secundaria, como evidencia la presencia de especies como yarumo (*Cecropia sp.*), zanca de mula (*Boehmeria caudata*), poaceas y diferentes especies heliofitas. Resaltan, en la parte media baja del drenaje, plantaciones comerciales con pino pátula (*Pinus patula*), propiedad de la empresa Smurfit kappa. Este tramo presenta movimiento en masa y volcamiento de árboles por altas pendientes.

Tabla 60. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Bolivia

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)
Altura dosel (H)	16,4 – 16,4 m
Categoría densidad de drenaje	3
Categoría área aferente	1
Valor N	1
Componente Ecosistémico (N*H)	16,4 m

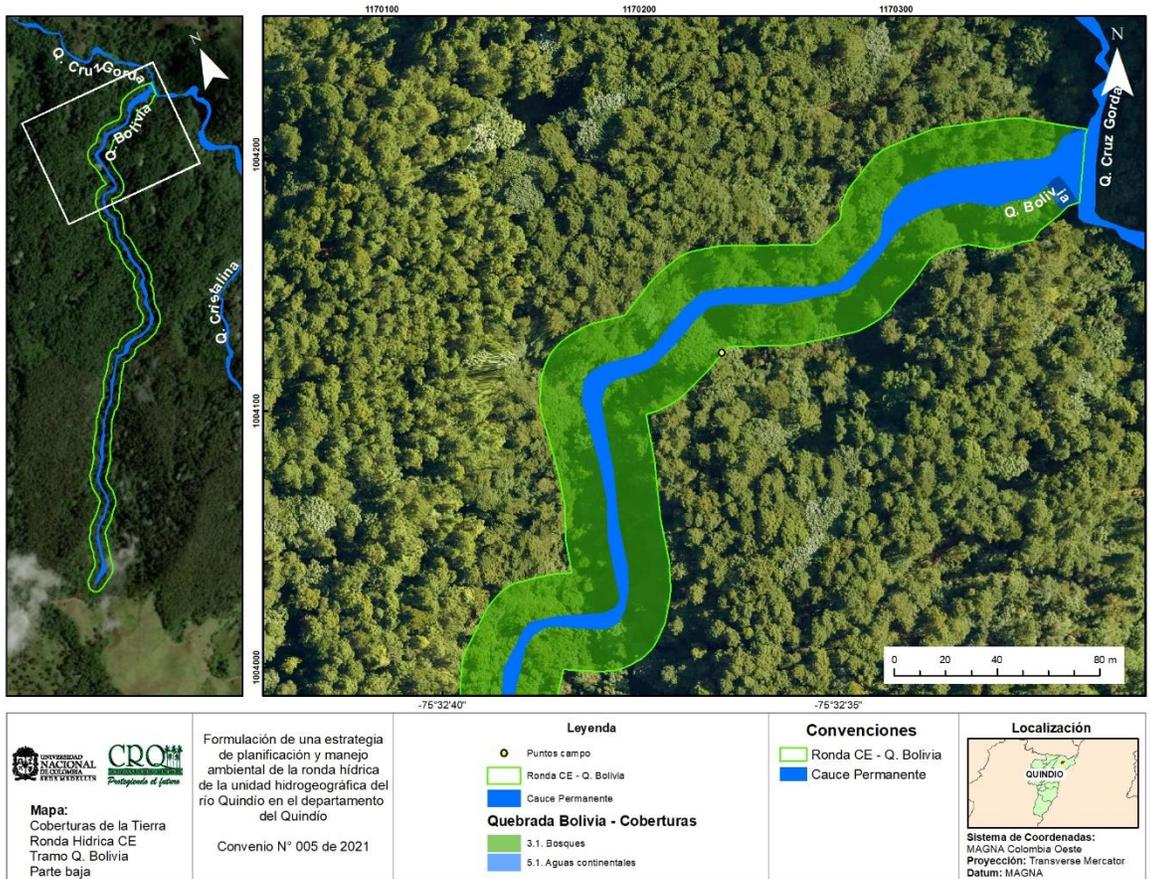


Figura 233. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Bolivia

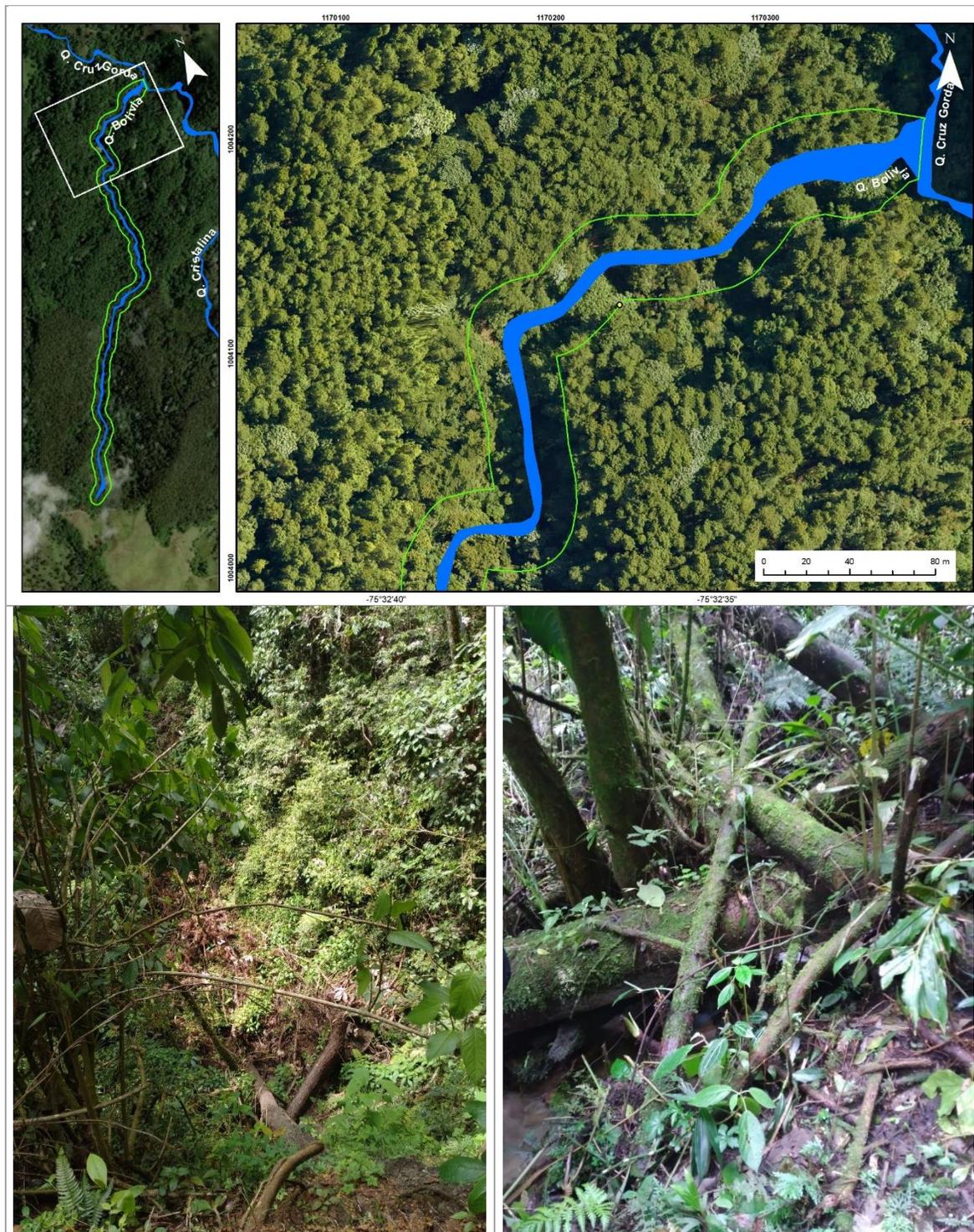


Figura 234. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Bolivia

Tabla 61. Coberturas asociadas a la quebrada Bolivia

Cobertura	Área	
	ha	%
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	7,43	99,79
5.1. Aguas continentales	0,02	0,21
Área total	7,45	100,00

5.3.2.6 Quebrada Boquía

En la Tabla 62 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada Boquía y en la Figura 235 y Figura 236 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 63) y el uso de la tierra.

El retiro de este drenaje presenta más variedad en la cobertura que el de la quebrada Bolivia. Predomina la vegetación secundaria abierta en una matriz de paisaje mixta. En la parte alta se observa una mayor conservación, dadas las condiciones de alta pendiente. En la parte media baja se presentan vegetación secundaria y plantaciones de *P. patula*. También es común encontrar a lo largo del recorrido del drenaje otras especies introducidas como caña brava (*Gynerium sagittatum*), falso laurel (*Ficus benjamina*), eucalipto (*Eucalyptus* spp), entre otras. Las actividades productivas están en su mayoría asociadas al cultivo de aguacate (*Persea americana*), plátano (*Musa paradisiaca*), guadua (*Guadua angustifolia*), así como ganadería. Igualmente son frecuentes las huertas caseras.

Tabla 62. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Boquía

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)
Altura dosel (H)	14,1 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	3
Valor N	2 - 3
Componente Ecosistémico (N*H)	28,2 – 56,4 m

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

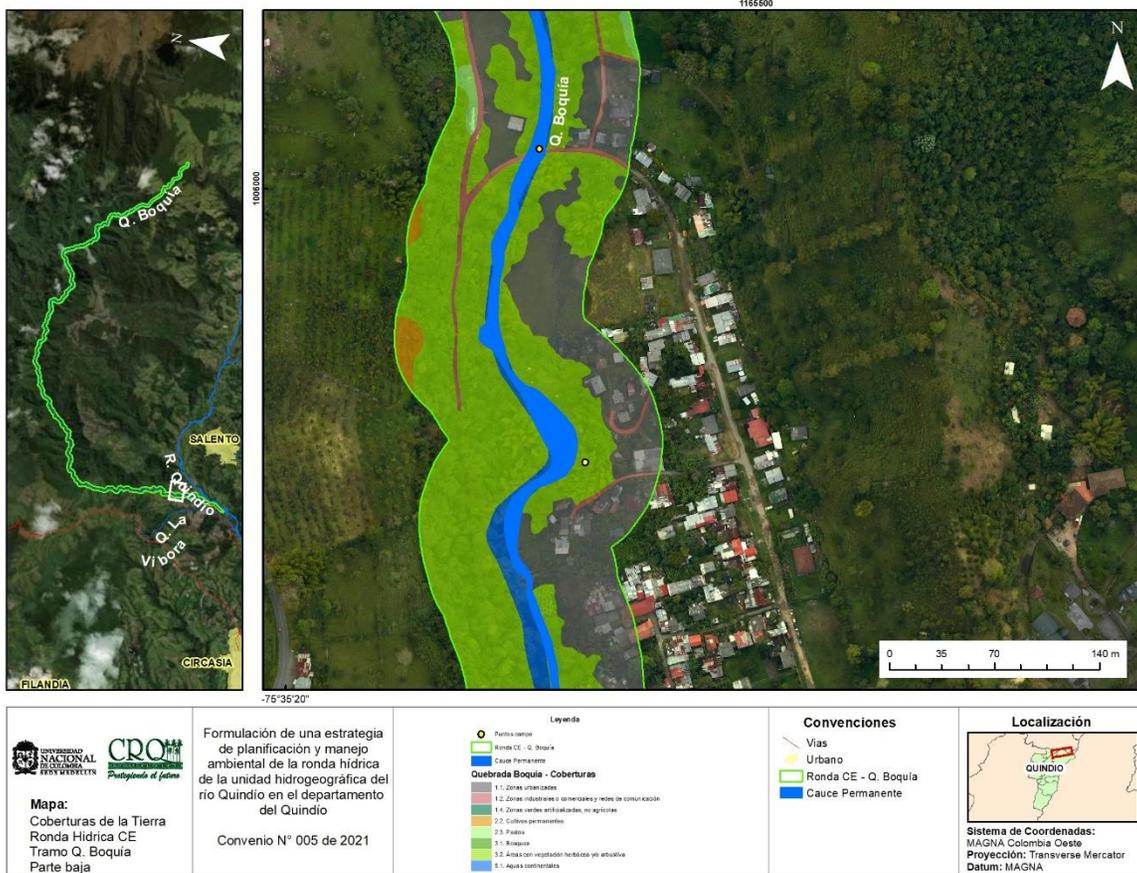


Figura 235. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Boquilla

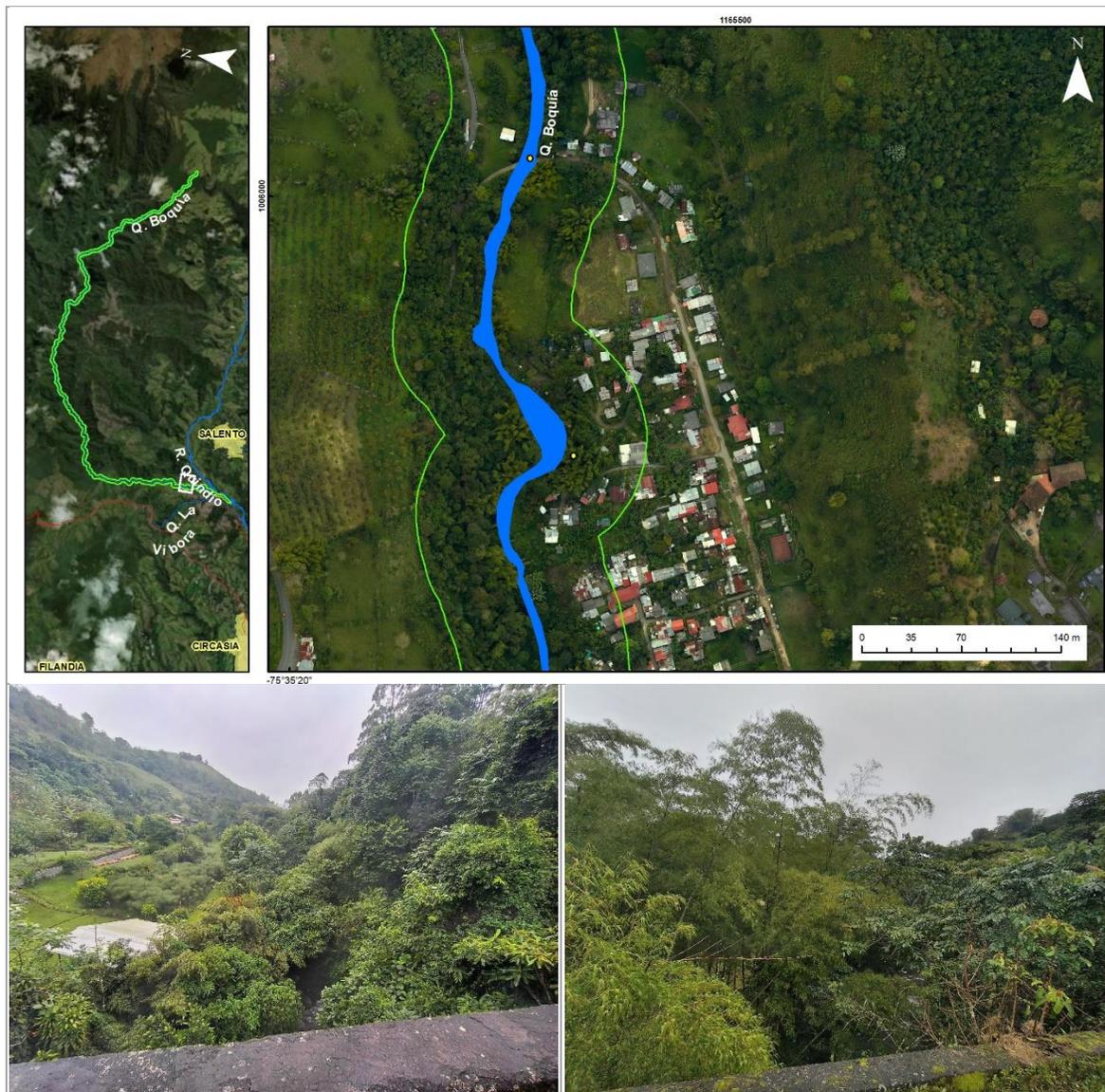


Figura 236. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Boquía

Tabla 63. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Boquía

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	3,16	1,78
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,90	0,51
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,06	0,04
2.2. Cultivos permanentes	0,10	0,06

Cobertura	Área	
	ha	%
2.3. Pastos	14,88	8,38
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	124,94	70,35
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	9,73	5,48
5.1. Aguas continentales	23,84	13,42
Área total	177,61	100,00

5.3.2.7 Quebrada Cárdenas

En la Tabla 64 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada Cárdenas y en la Figura 237, la Figura 238 y la Tabla 65, se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres y el uso de la tierra.

Las especies vegetales asociadas al territorio de este drenaje difieren con respecto a los anteriores. La parte alta está dominada por vegetación paramuna, en la que dominan los frailejones (*Espeletia sp.*) e *Hypericum juniperinum*. En la parte media alta del tramo se presentan parches de bosques, bien conservados en los retiros del drenaje, y enriquecidos con especies forestales como aliso (*Alnus acuminata*) y *Freziera sp.* Los sitios que muestran una intervención mayor de la cobertura están dominados por melastomatáceas, solanáceas y parches de guadua. En la matriz del paisaje las franjas vegetales asociadas a la quebrada presentan un ancho variable, que van desde los cero metros, tierras con cobertura de pastos destinados a la ganadería, hasta los seis metros, con una vegetación más estructurada al lado y lado de los drenajes.

Tabla 64. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Cárdenas

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo montano (bmh-M) Páramo Subandino (p-SA) Superpáramo Alpino (sp-A) Nival (N)
Altura dosel (H)	0 – 16,4 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	3
Valor N	2 - 3
Componente Ecosistémico (N*H)	0 – 49,2 m



Figura 237. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Cárdenas



Figura 238. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Cárdenas

Tabla 65. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Cárdenas

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	0,21	0,13
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,22	0,14
2.2. Cultivos permanentes	0,00	0,00
2.3. Pastos	7,60	4,66
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	71,21	43,71
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	37,95	23,29
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	21,27	13,06
4.1. Áreas húmedas continentales	16,09	9,87
5.1. Aguas continentales	8,36	5,13
Área total	162,91	100,00

5.3.2.8 Quebrada Corozal

En la Tabla 66 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada Corozal y en la Figura 239 y Figura 240 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 67) y el uso de la tierra.

El retiro de la quebrada Corozal se encuentra dominada por vegetación secundaria alta y baja. Algunos sitios, destinados a paso de bestias, se encuentran desprovistos de vegetación. Hay también evidencias de actividades turísticas en los sitios observados.

Tabla 66. Parámetros delimitación componente ecosistémico Quebrada Corozal

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)
Altura dosel (H)	16,4 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	2
Valor N	1,5
Componente Ecosistémico (N*H)	24,6 - 41 m



Figura 239. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Corozal



Figura 240. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Corozal

Tabla 67. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Corozal

Cobertura	Área	
	ha	%
2.3. Pastos	2,59	19,89
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	9,93	76,25
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,01	0,08
5.1. Aguas continentales	0,04	0,31
Área total	12,57	96,53

5.3.2.9 Quebrada Cruz Gorda

En la Tabla 68 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada Cruz Gorda y en la Figura 241 y Figura 242 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 69) y el uso de la tierra.

El paisaje relacionado con este drenaje presenta una cobertura de bosques y parches boscosos variada, que abarca diversos estadios sucesionales en varios grados de conservación. Se observan bosques conservados con especies características del piso montano bajo de familias como melastomácea y myristicácea, y especies como *Oreopanax* spp, *Schefflera* spp, *Alchornea* spp, *Weimmania* spp. (encenillo) y helechos arbóreos, entre otros, lo que evidencia el grado de intervención. La matriz de esta cobertura boscosa se entremezcla con plantaciones forestales de *P. patula*, y guaduales, principalmente. En donde la vegetación forestal está más intervenida se observa la presencia de siete cueros (*Tibouchina lepidota*), *Croton* sp., algunas melastomáceas y achantáceas, piperáceas y solanáceas.

En varios puntos el principal uso de la tierra es de conservación. Las actividades productivas son, principalmente, ganadería. Se aprovechan árboles aislados de pino ciprés y eucalipto. En algunos puntos las franjas riparias se destinan a la actividad ganadera. En otros, con anchos variables de entre cuatro y diez metros, dependiendo de la topografía (zonas escarpadas), se encuentra vegetación intervenida y parches de *Inga* spp, *Croton* sp., *Alchornea* spp, *Bohemeria* sp, *Delostoma* sp, *Ardisia* sp., *Cecropia* spp, y *Toxicodendron striatum*. En sitios cercanos a la bocatoma la vegetación asociada se compone de cecropias, palmas de cera, helechos arbóreos, piperáceas, manos de oso (*Oreopanax incisus*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Esta quebrada desemboca en el río Quindío, y en la confluencia, la vegetación se hace más abierta e intervenida.

Tabla 68. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada Cruz Gorda

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano (bmh-M)
Altura dosel (H)	14,1 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 y 3
Categoría área aferente	2
Valor N	1,5 – 2,5
Componente Ecosistémico (N*H)	21,15 – 47 m

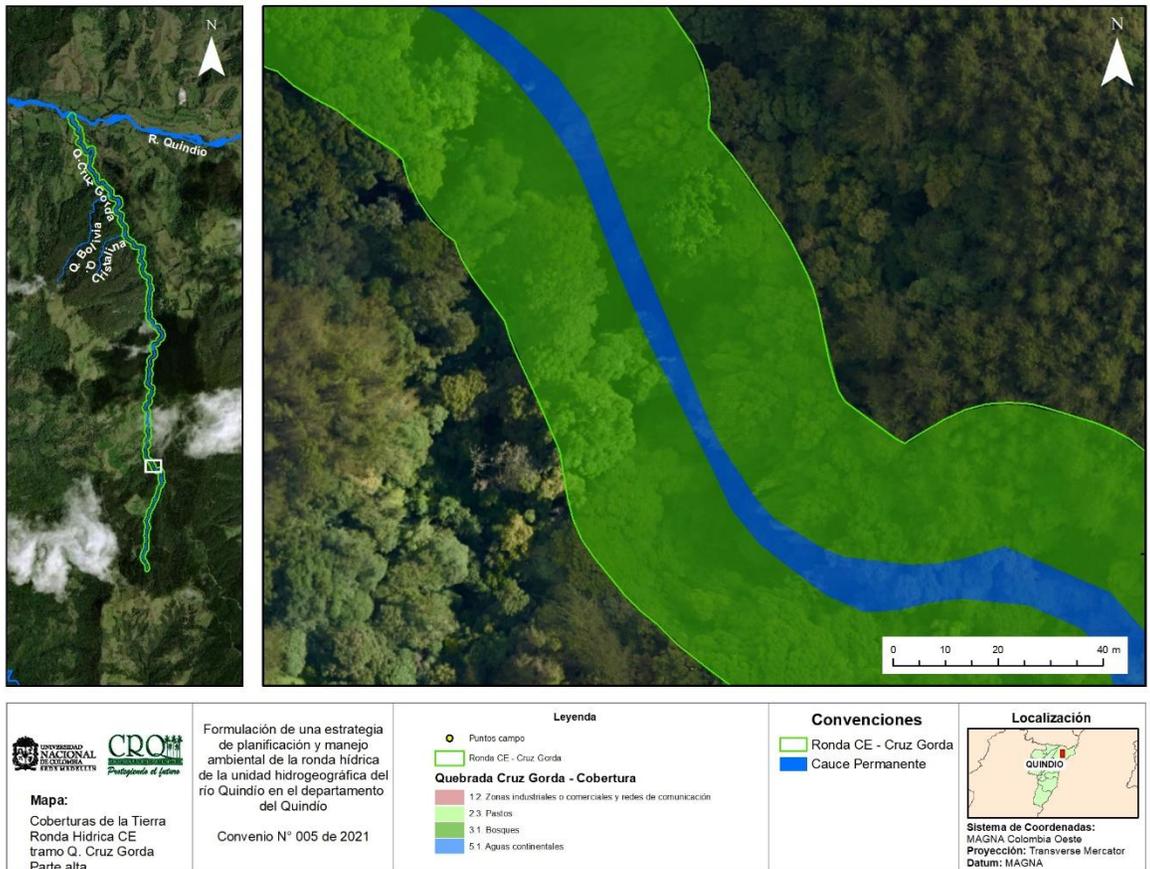


Figura 241. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada Cruz Gorda

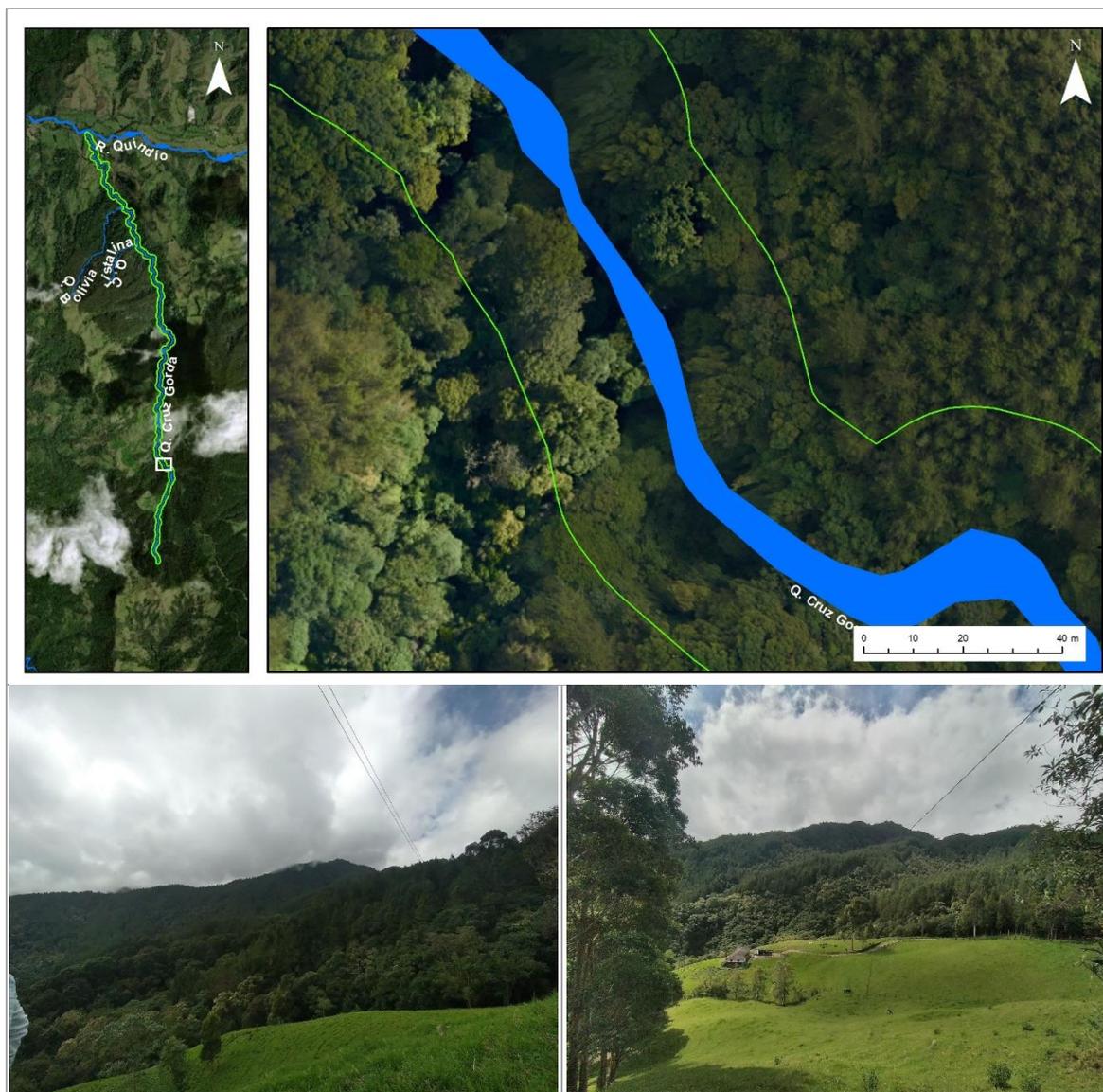


Figura 242. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada Cruz Gorda

Tabla 69. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada Cruz Gorda

Cobertura	Área	
	ha	%
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,10	0,26
2.3. Pastos	0,92	2,47
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	31,02	83,20
5.1. Aguas continentales	5,24	14,06
Área total	37,28	100,00

5.3.2.10 Quebrada El Mudo

En la Tabla 70 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del Componente Ecosistémico de la quebrada El Mudo y en la Figura 243 y Figura 245 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 71) y el uso de la tierra.

Tabla 70. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada El Mudo

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)
Altura dosel (H)	16,4 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 y 3
Categoría área aferente	2
Valor N	1,5 – 2,5
Componente Ecosistémico (N*H)	24,6 – 47 m



Figura 243. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada El Mudo



Figura 244. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada El Mudo

Tabla 71. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada El Mudo

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	0,60	5,27
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,23	2,04
2.3. Pastos	1,43	12,43
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	9,04	78,79

Cobertura	Área	
	ha	%
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	0,11	0,94
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,02	0,19
5.1. Aguas continentales	0,04	0,35
Área total	11,48	100,00

En los retiros de la quebrada El Mudo existe una alta presión por construcción de vivienda asociada a tejidos urbanos continuos y discontinuos, que se usan principalmente para actividades turísticas. Las coberturas cercanas a este drenaje se observan muy intervenidas, con un uso principalmente ornamental. La vegetación está constituida por árboles aislados de cedro (*Cedrela montana*), sauce (*Salix humboldtiana*) y palma de cera, así como por especies introducidas de eucalipto, cítricos y varios tipos de plantas ornamentales.

5.3.2.11 Quebrada El Pescador

En la Tabla 72 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada El Pescador y en la Figura 245 y Figura 246 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 73) y el uso de la tierra.

Los retiros de la quebrada El Pescador presentan una alta presión por construcción de vivienda asociada a tejidos urbanos continuos y discontinuos e infraestructura civil. En el área de influencia, este drenaje presenta vegetación mayormente intervenida e intermitente. En los pequeños parches observados, los árboles y arbustos se componen de especies como balso (*Ochroma pyramidale*), pisquín (*Albizia carbonaria*), yarumo (*Cecropia* sp.), zanca de mula (*Boehmeria caudata*), y especies variadas de solanáceas y piperáceas. Se aprecian con frecuencia en zonas de ladera parches de guaduales y árboles frutales. Algunos cultivos agrícolas tienen asociados árboles de pisquín y samán (*Samanea saman*), y huertas familiares. También se evidencian actividad de ganadería.

Tabla 72. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada El Pescador

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM)
Altura dosel (H)	18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	3
Valor N	2 - 3

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

Parámetro	Valor
Componente Ecosistémico (N*H)	37,6 - 56,4 m

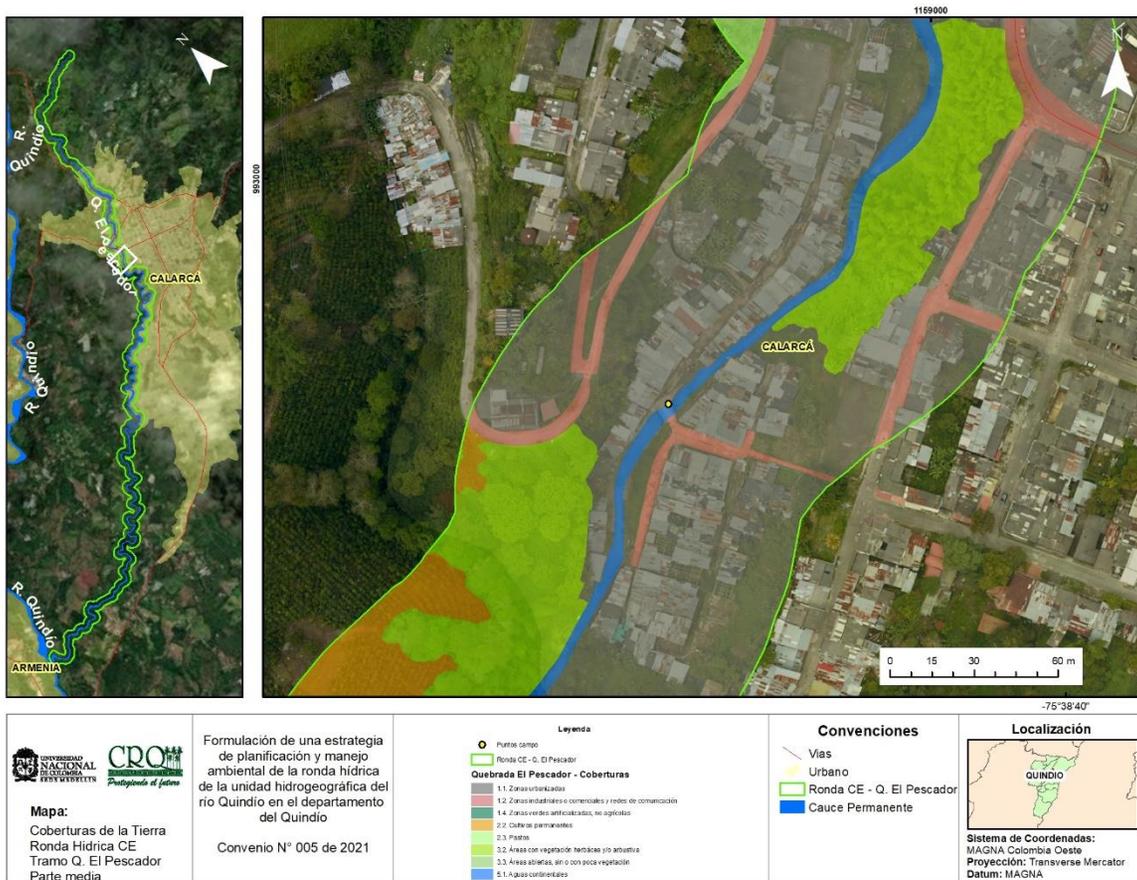


Figura 245. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada El Pescador



Figura 246. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada El Pescador

Tabla 73. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada El Pescador

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	13,10	9,34
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2,52	1,80
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,03	0,02
2.2. Cultivos permanentes	17,25	12,30
2.3. Pastos	20,40	14,54
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	76,57	54,57
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,75	0,53
5.1. Aguas continentales	9,70	6,91
Área total	140,32	100,00

5.3.2.12 Quebrada La Calzada

En la Tabla 74 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada La Calzada y en la Figura 247 y Figura 248 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 75) y el uso de la tierra.

La mayor parte de la cobertura asociada a este drenaje está intervenida, lo que se evidencia por la presencia de vegetación heliófita de especies de géneros tales como Croton, Alchornea, Cecropia, e individuos remanentes de palma de cera y cedro. También se presentan parches de guadua y vegetación ornamental asociada a las fincas. Es común encontrara especies exóticas de árboles, entre los que los eucaliptos son los más comunes. En las zonas visitadas se presentan actividades de turismo, vivienda y vertimientos a los drenajes.

Tabla 74. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Calzada

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)
Altura dosel (H)	16,4 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 3
Categoría área aferente	1
Valor N	1,5 - 2

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

Parámetro	Valor
Componente Ecosistémico (N*H)	24,6 – 37,6 m

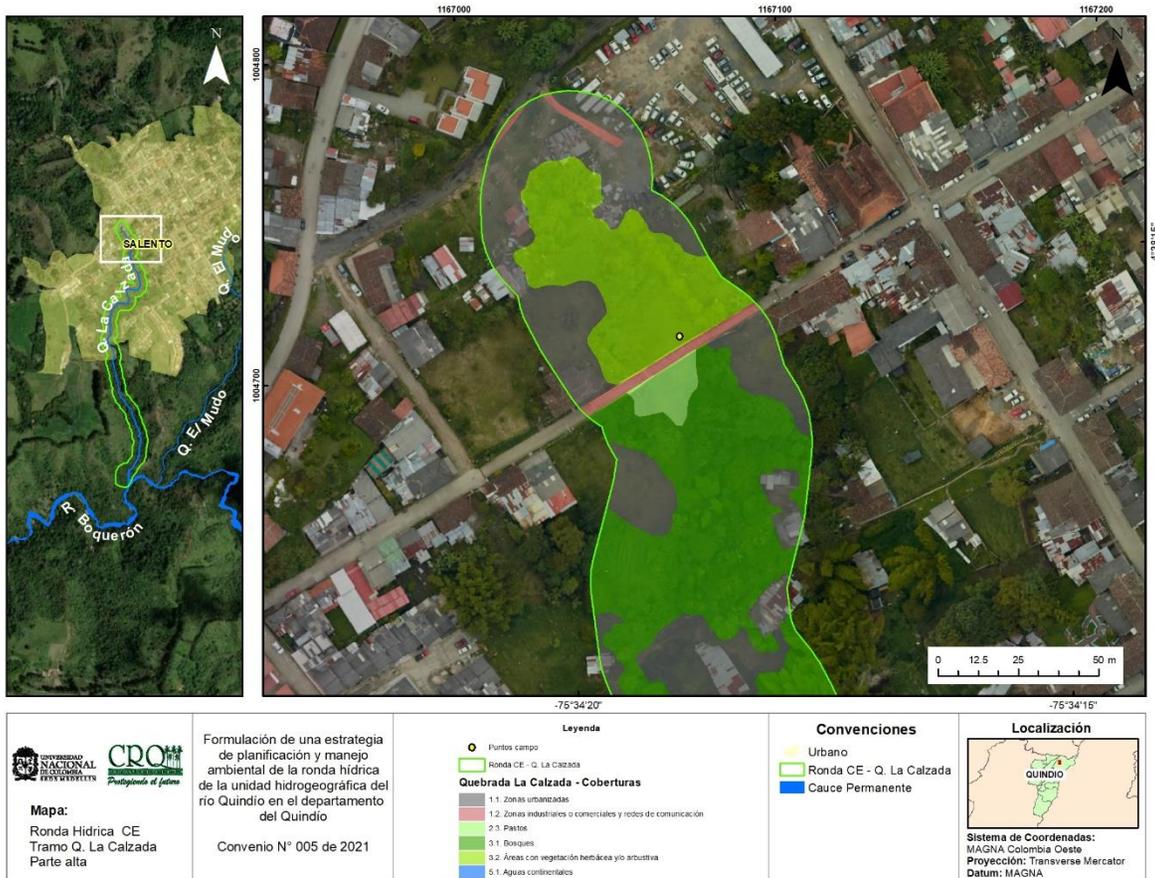


Figura 247. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Calzada



Figura 248. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Calzada

Tabla 75. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Calzada

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	2,72	24,59
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,37	3,34
2.3. Pastos	0,51	4,64
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	7,09	64,19
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,36	3,21
5.1. Aguas continentales	0,00	0,02
Área total	0,00	0,01

5.3.2.13 Quebrada La Cristalina

En la Tabla 76 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada La Cristalina y en la Figura 249 y Figura 250 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 77) y el uso de la tierra.

Este drenaje se caracteriza por una topografía de altas pendientes. La vegetación en este territorio es secundaria, en etapas sucesionales tempranas y medianamente avanzada, incluso con algún grado de intervención. Se presentan comunidades de helechos, remanentes de palma de cera (*Ceroxylon* sp.), *Ficus* sp, y arbustos de piperáceas.

Tabla 76. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Cristalina

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)
Altura dosel (H)	16,4 m
Categoría densidad de drenaje	1 y 3
Categoría área aferente	1
Valor N	1 - 2
Componente Ecosistémico (N*H)	16,4 – 32,8 m

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

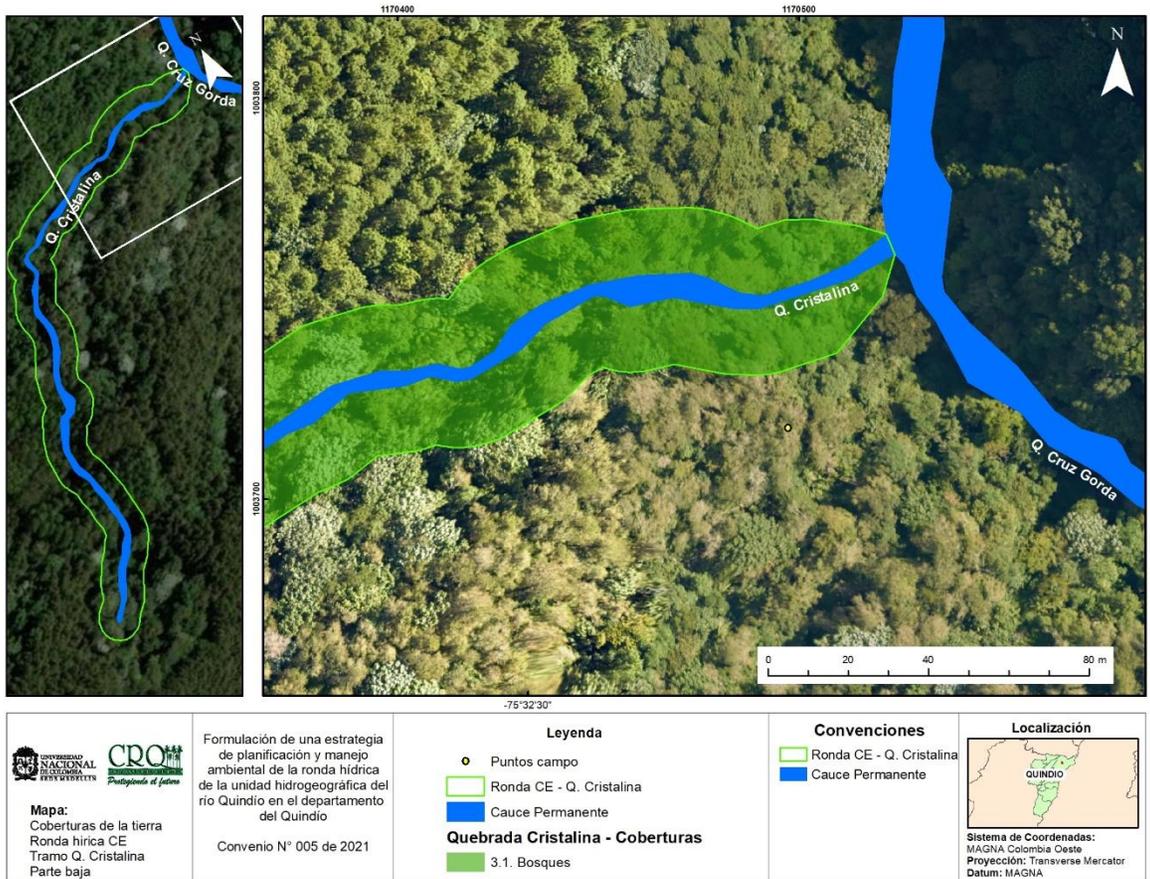


Figura 249. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Cristalina



Figura 250. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Cristalina

Tabla 77. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Cristalina

Cobertura	Área	
	ha	%
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	5,20	100,00
Área total	5,20	100,00

5.3.2.14 Quebrada La Florida

En la Tabla 78 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada La Florida y en la Figura 251 y Figura 252 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 79) y el uso de la tierra.

Las coberturas alrededor de esta quebrada se encuentran en alto grado de intervención. La vegetación secundaria está dominada por helechos, pastos, zanca de mula (*Boehmeria caudata*) y guaduas. Se presentan actividades productivas asociadas al cultivo de aguacate, plátano, café y lulo. Las coberturas están intervenidas en las zonas de los asentamientos, donde también pueden verse plantas ornamentales, caña brava, café y aguacate.

Tabla 78. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Florida

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM)
Altura dosel (H)	18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 2
Categoría área aferente	2
Valor N	2 - 2,5
Componente Ecosistémico (N*H)	37,6 - 47 m

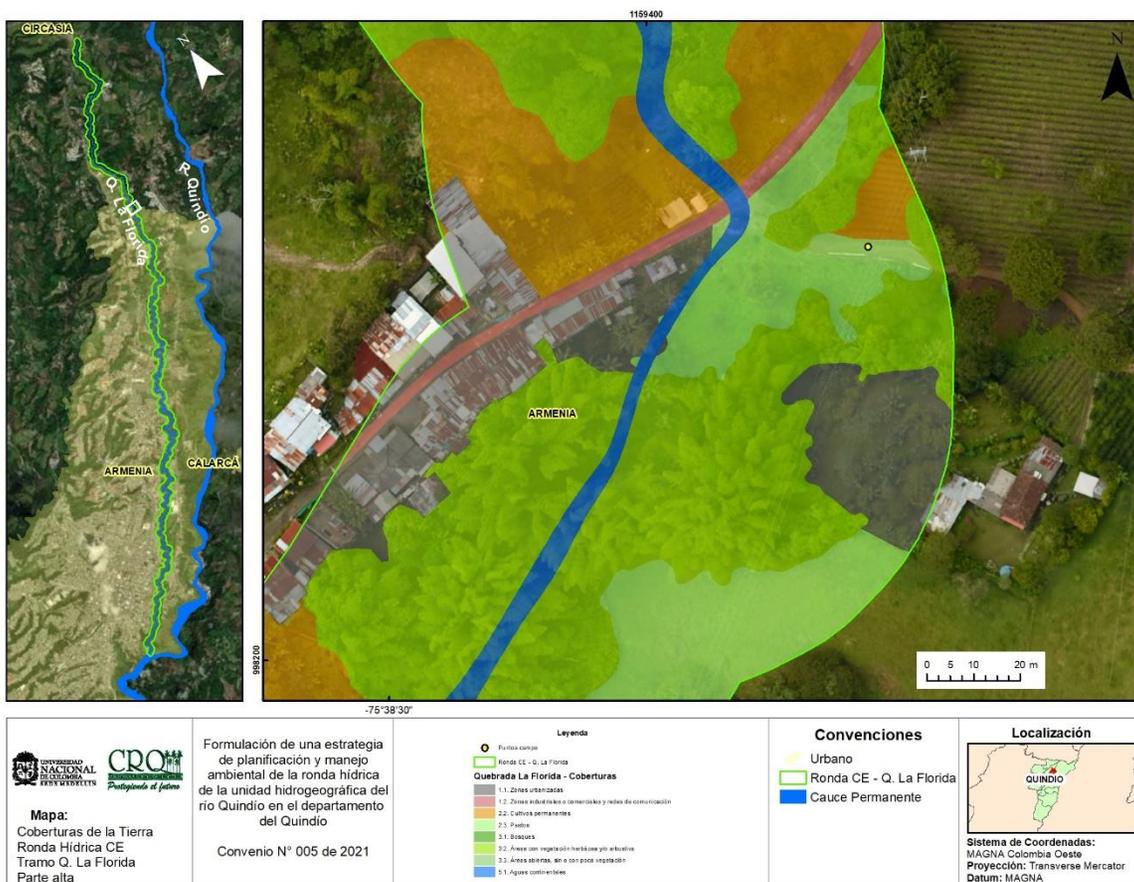


Figura 251. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Florida



Figura 252. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Florida

Tabla 79. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Florida

Cobertura	Área	
	ha	%
1.1. Zonas urbanizadas	14,66	11,28

Cobertura	Área	
	ha	%
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3,78	2,90
2.2. Cultivos permanentes	6,23	4,79
2.3. Pastos	11,67	8,97
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	45,78	35,21
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	40,89	31,45
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,14	0,11
5.1. Aguas continentales	6,87	5,28
Área total	130,03	100,00

5.3.2.15 Quebrada La Víbora

En la Tabla 80 se presentan los valores de los parámetros necesarios para el cálculo del componente ecosistémico de la quebrada La Víbora y en la Figura 253 y Figura 254 se muestra la espacialización del componente y la dinámica socioeconómica relacionada con las coberturas terrestres (Tabla 81) y el uso de la tierra.

Las coberturas dominantes a lo largo del tramo de la quebrada La Víbora están representada por vegetación secundaria baja, plantaciones forestales, bosques de guadua y pastos limpios usados principalmente para actividades ganaderas y espacios recreativos turísticos. Se observan áreas urbanizadas y viviendas campestres.

Tabla 80. Parámetros delimitación componente ecosistémico quebrada La Víbora

Parámetro	Valor
Zona de Vida	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) Bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB)
Altura dosel (H)	16,4 – 18,8 m
Categoría densidad de drenaje	1 - 2
Categoría área aferente	2
Valor N	1,5 – 2,5
Componente Ecosistémico (N*H)	24,6 – 47 m

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

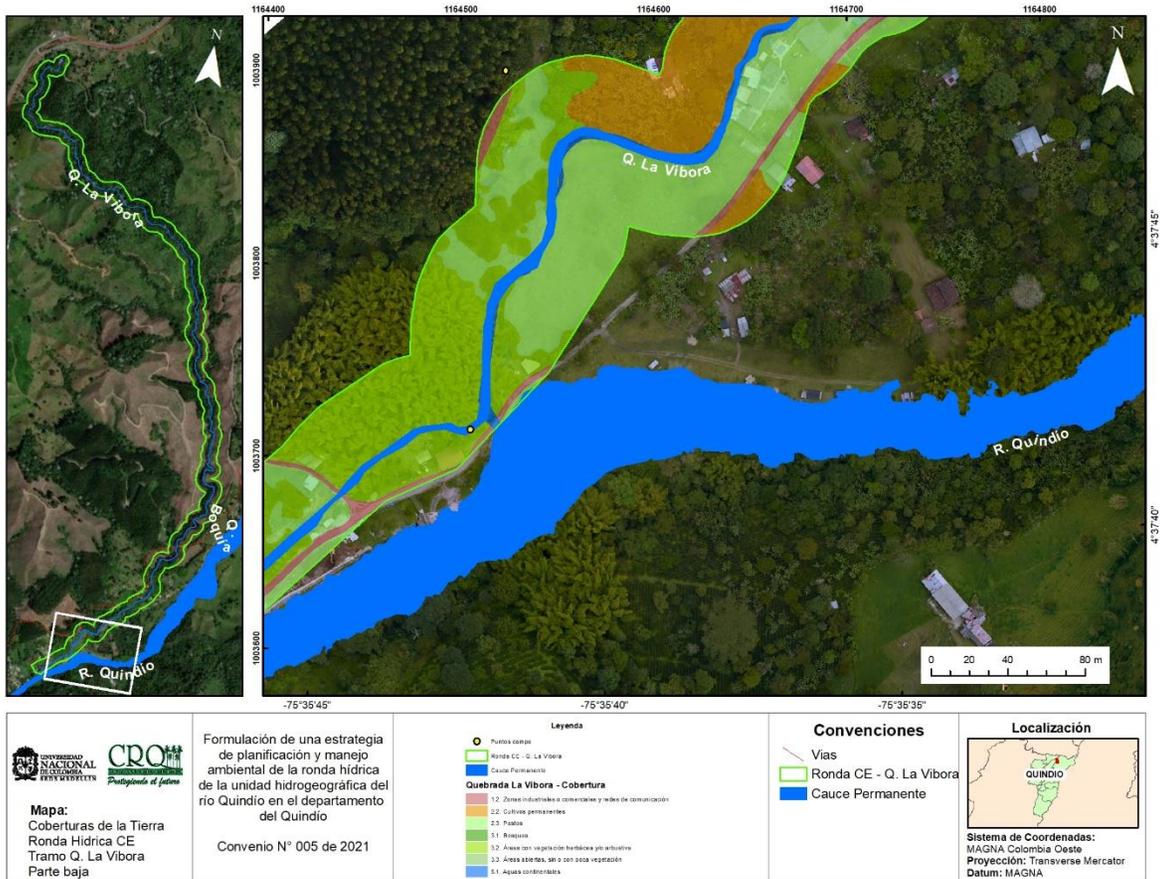


Figura 253. Delimitación del componente ecosistémico de la quebrada La Vibora



Figura 254. Dinámica del componente ecosistémico de la quebrada La Víbora

Tabla 81. Coberturas asociadas al tramo de la quebrada La Víbora

Cobertura	Área	
	ha	%
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,72	1,97
2.2. Cultivos permanentes	1,38	3,78

Cobertura	Área	
	ha	%
2.3. Pastos	4,92	13,51
3.1. Bosques (agrupa la vegetación secundaria)	2,88	7,92
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	24,45	67,11
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0,49	1,34
5.1. Aguas continentales	1,59	4,36
Área total	36,43	100,00

5.4 DEFINICIÓN DEL LIMITE FÍSICO DE LA RONDA HÍDRICA

Una vez delimitado los tres componentes de la ronda hídrica se traza la envolvente externa y se determina el límite físico de la ronda hídrica de cada uno de las corrientes priorizadas. En la Tabla 82 y de la Figura 255 a la Figura 269 se presenta la ronda hídrica de dichas corrientes. Adicionalmente, en el Anexo 9 se encuentran las coordenadas para cada una de las corrientes priorizadas.

Tabla 82. Anchos, longitud y áreas de la ronda hídrica de las corrientes priorizadas

Corriente priorizada	Anchos promedios (m)			Longitud (km)	Área (ha)
	Margen Izquierda	Margen derecha	Total		
Río Boquerón	46,324	53,167	99,490	18,27	134,32
Río Quindío	124,961	98,617	223,579	71,47	1332,29
Río Navarco	49,076	50,285	99,362	27,65	218,42
Río Verde	65,904	73,518	139,423	28,65	334,98
Quebrada Bolivia	29,016	59,969	88,985	1,25	6,78
Quebrada Boquía	43,501	45,367	88,868	22,28	161,95
Quebrada Cárdenas	37,252	39,319	76,571	18,7	138,34
Quebrada Corozal	50,600	52,716	103,316	1,2	11,70
Quebrada Cruz Gorda	28,636	29,672	58,308	6,19	32,08
Quebrada El Mudo	41,529	52,732	94,261	1,48	11,13
Quebrada El Pescador	66,793	64,055	130,848	13,85	125,06
Quebrada La Calzada	44,523	45,716	90,239	1,42	10,43
Quebrada La Cristalina	40,678	41,245	81,923	0,63	4,87
Quebrada La Florida	61,606	60,842	122,448	13,8	119,10
Quebrada La Víbora	50,760	49,479	100,238	4,72	37,03

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

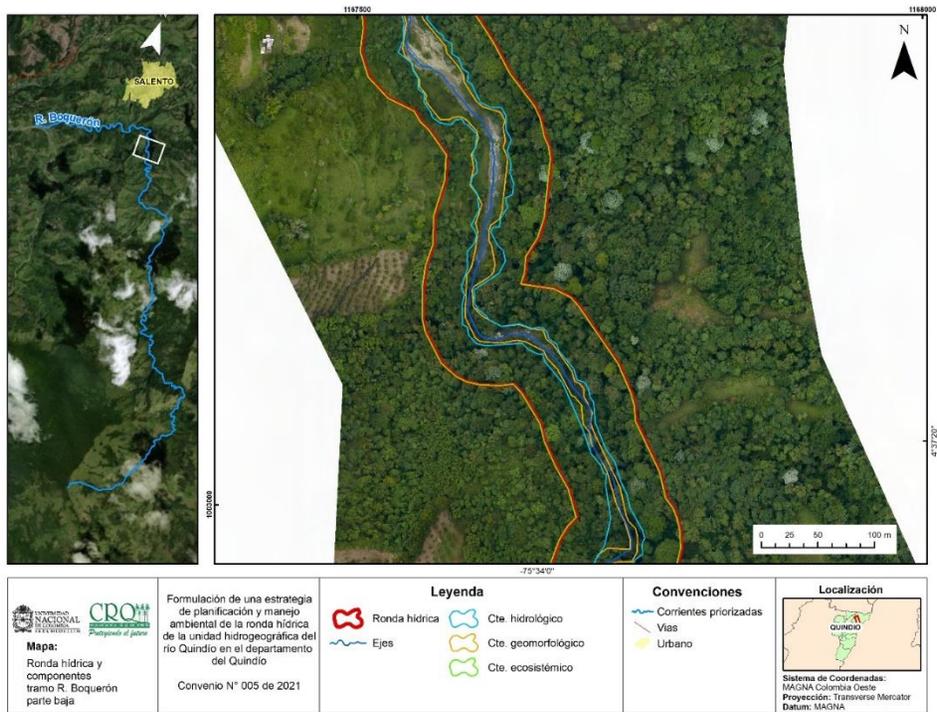


Figura 255. Ronda hídrica del río Boquerón

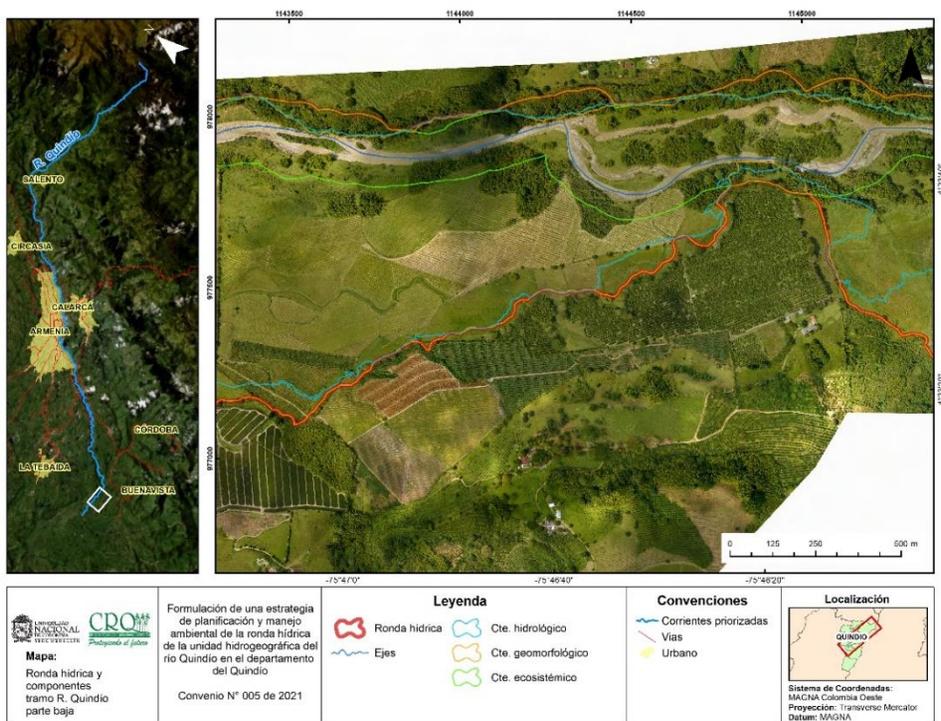


Figura 256. Ronda hídrica del río Quindío

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

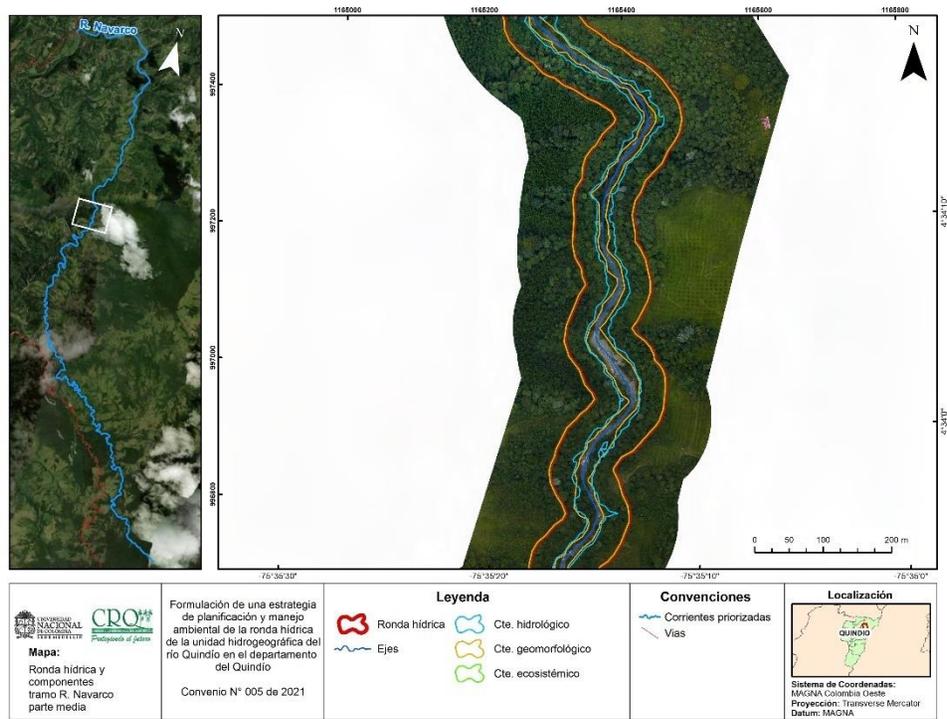


Figura 257. Ronda hídrica del río Navarco

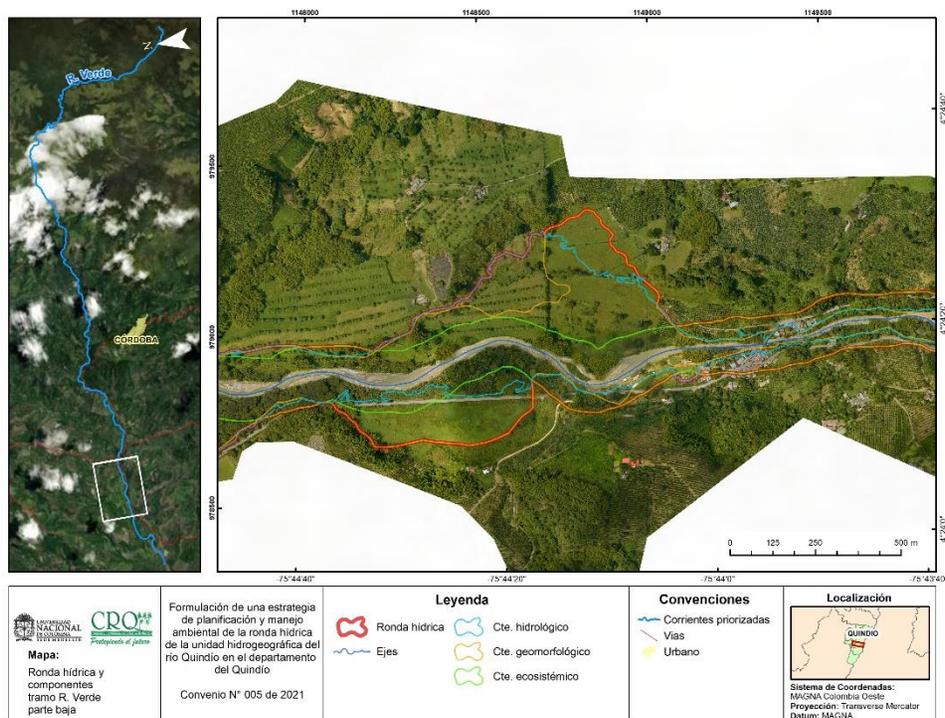


Figura 258. Ronda hídrica del río Verde

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

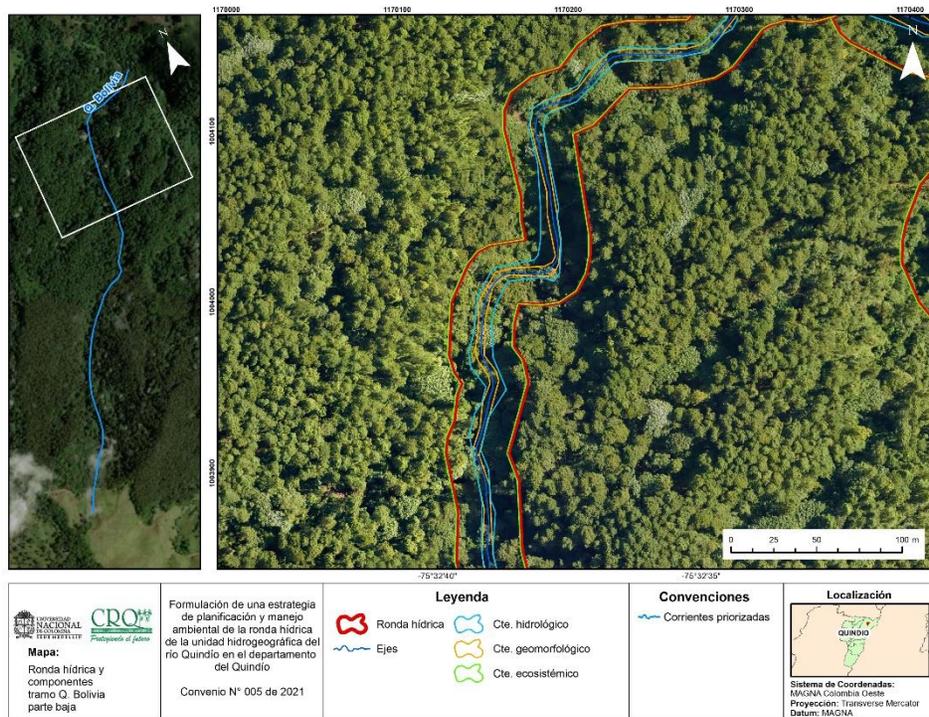


Figura 259. Ronda hídrica de la quebrada Bolivia

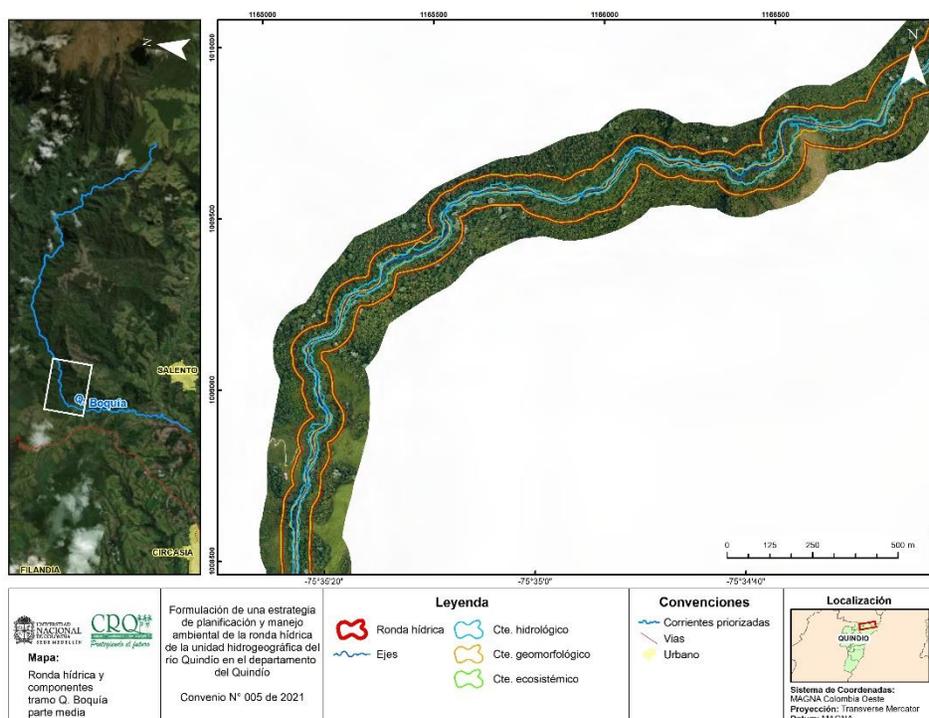


Figura 260. Ronda hídrica de la quebrada Boquía

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

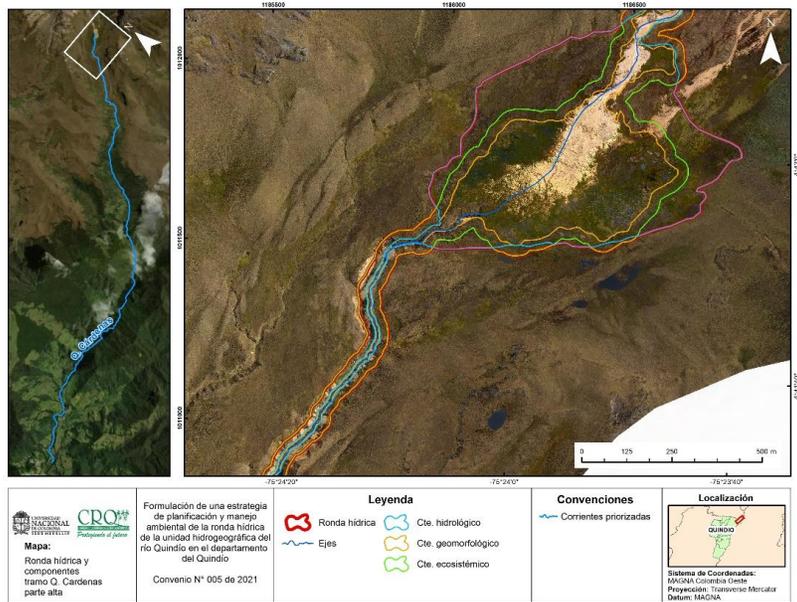


Figura 261. Ronda hídrica de la quebrada Cárdenas

Es de resaltar, que la quebrada Cárdenas desde su nacimiento hasta la coordenada $75^{\circ}23'20.482''W$ $4^{\circ}42'56.574''N$ en el municipio de Salento, discurre en el área del Parque Nacional Natural Los Nevados y por lo tanto la autoridad ambiental es Parques Nacionales Naturales de Colombia y a partir de ese punto hasta su desembocadura, se encuentra en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío.

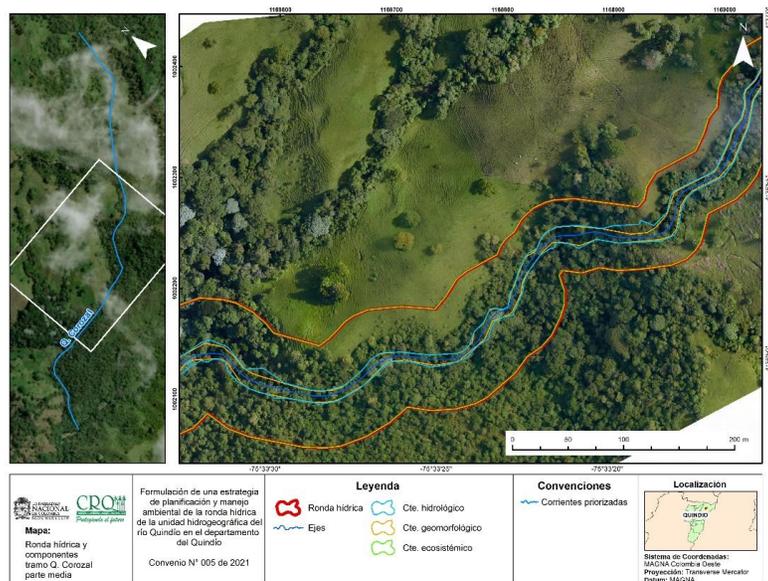


Figura 262. Ronda hídrica de la quebrada Corozal

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

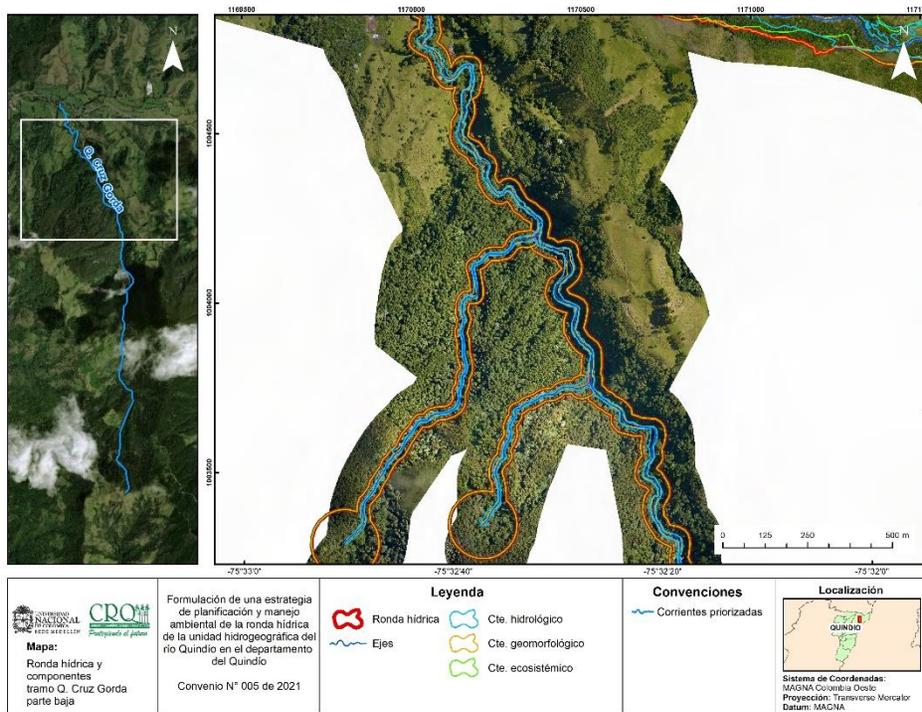


Figura 263. Ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda

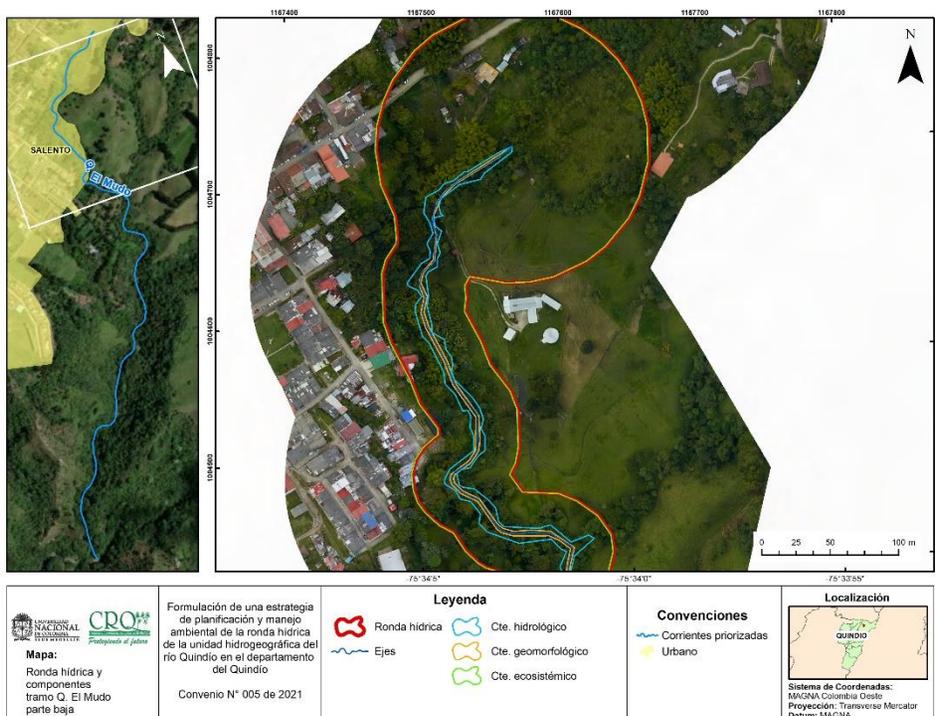


Figura 264. Ronda hídrica de la quebrada El Mudo

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

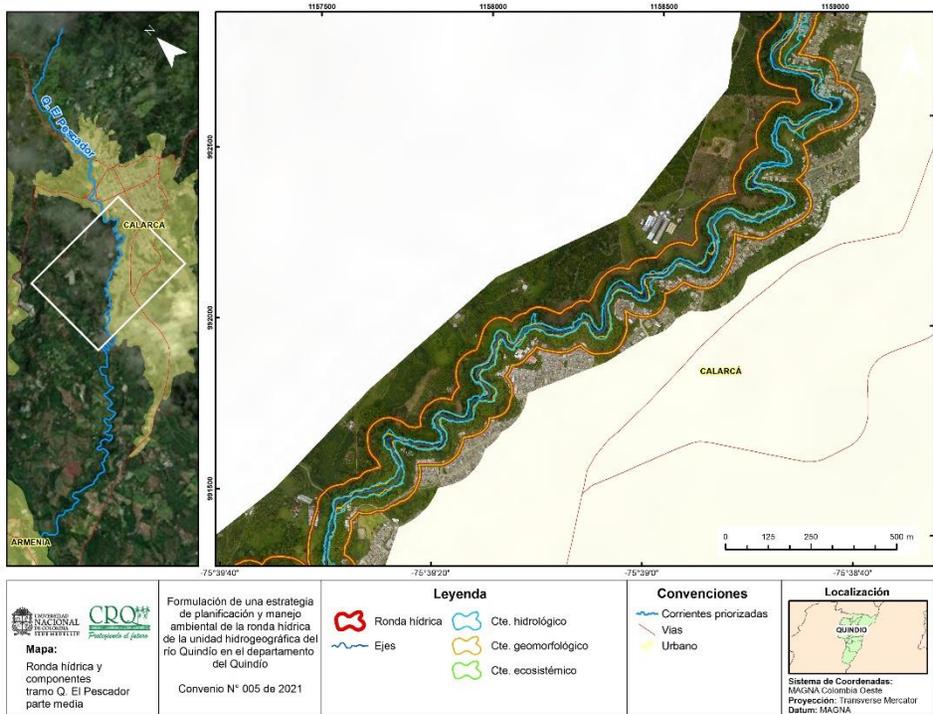


Figura 265. Ronda hídrica de la quebrada El Pescador

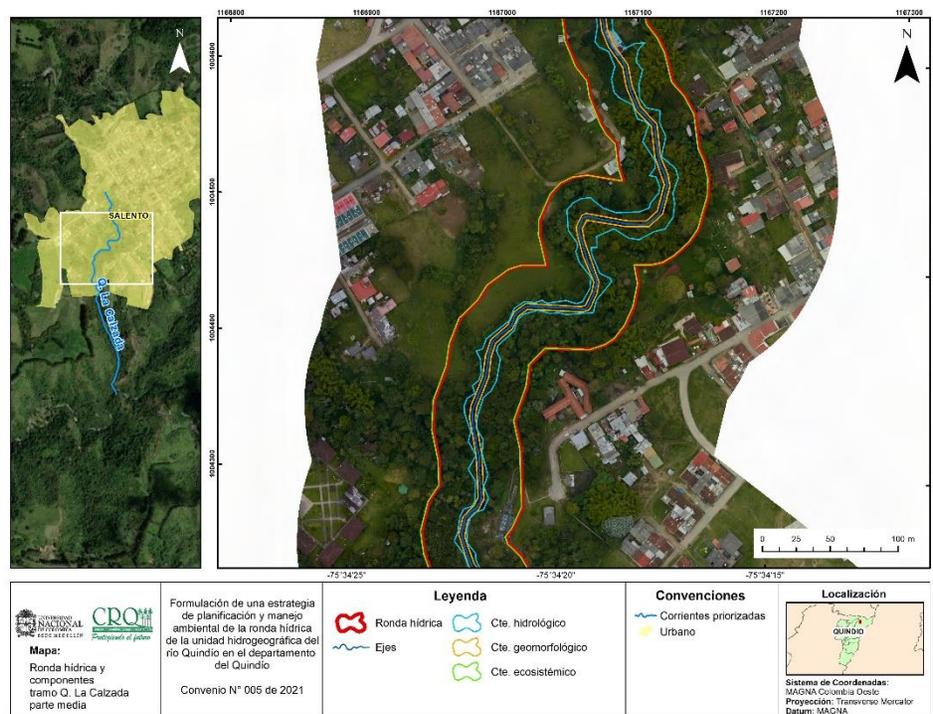


Figura 266. Ronda hídrica de la quebrada La Calzada

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

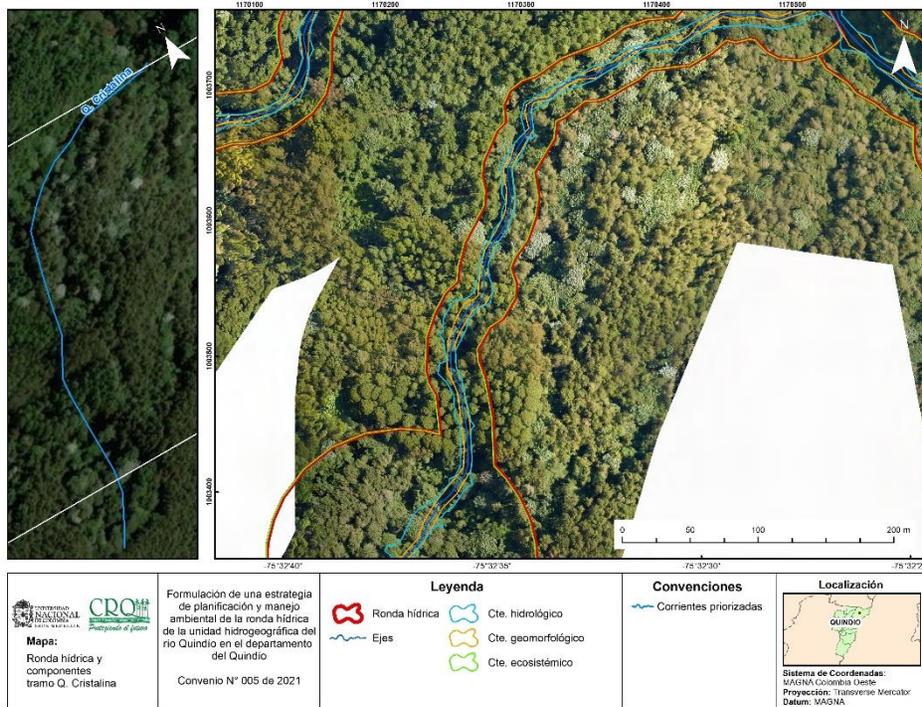


Figura 267. Ronda hídrica de la quebrada La Cristalina

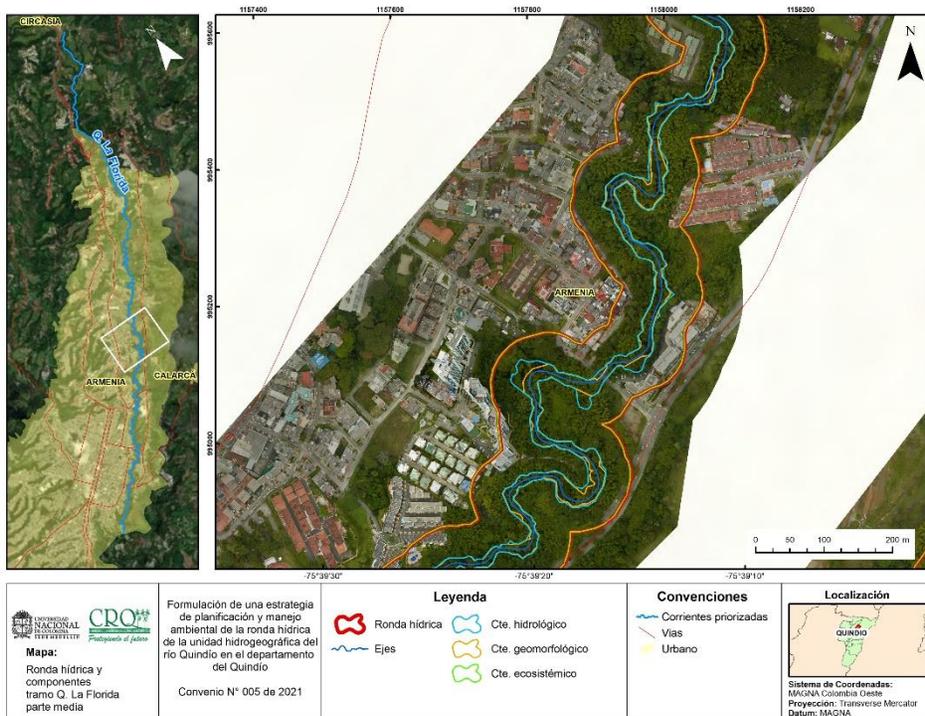


Figura 268. Ronda hídrica de la quebrada La Florida

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

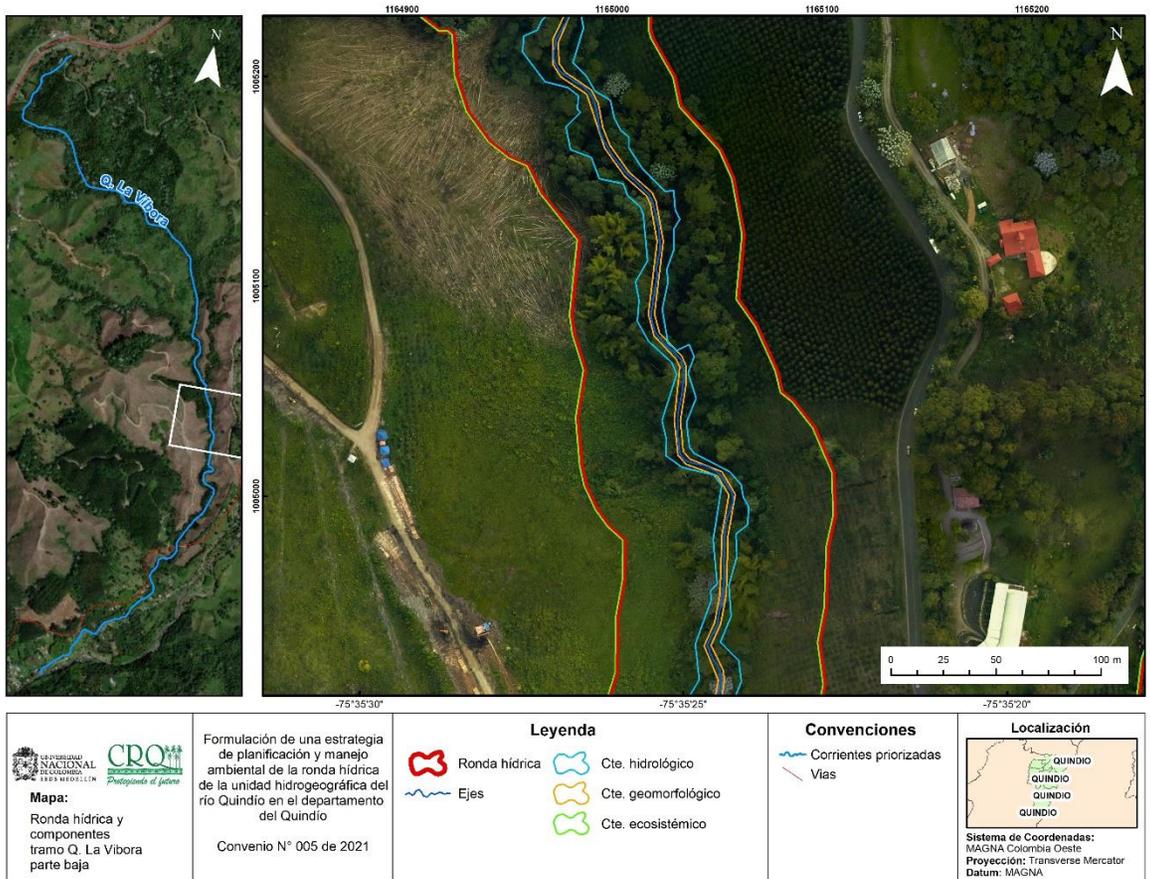


Figura 269. Ronda hídrica de la quebrada La Víbora

6. DIRECTRICES PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS

Siguiendo lo definido en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de la Ronda Hídrica en Colombia, se desarrolla en este capítulo: la identificación de los elementos constituyentes de la ronda hídrica, la identificación de actores, la identificación de los servicios ecosistémicos y las estrategias de manejo planteadas para cada uno de los tramos priorizados con sus respectivas medidas o lineamientos de manejo.

6.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA RONDA HÍDRICA

Se identificaron según lo establecido en la Guía Técnica, que a su vez lo retoma del 206 de la Ley 1450 de 2011, así: “dentro del límite físico de la ronda hídrica se encuentran sus dos elementos constituyentes: i) la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d) del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, ii) y el área de protección o conservación aferente” (Minambiente, 2018b). La faja paralela es igual componente hidrológico cuando éste es menor de 30 m, en caso contrario, si el componente hidrológico es mayor de 30 metros, la faja paralela es de 30 m. Lo anterior medido a partir del borde del cauce permanente. Por su parte, el área de protección o conservación aferente es el área que queda entre el límite de la RH y la faja paralela.

De la Figura 270 a la Figura 284 se espacializan estos elementos para cada una de las corrientes priorizadas, cuyas coordenadas se pueden consultar en el Anexo 9.

En la Tabla 83, se presentan los anchos promedios de los elementos constituyentes de cada una de las corrientes priorizadas, diferenciados por margen izquierda y margen derecha.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

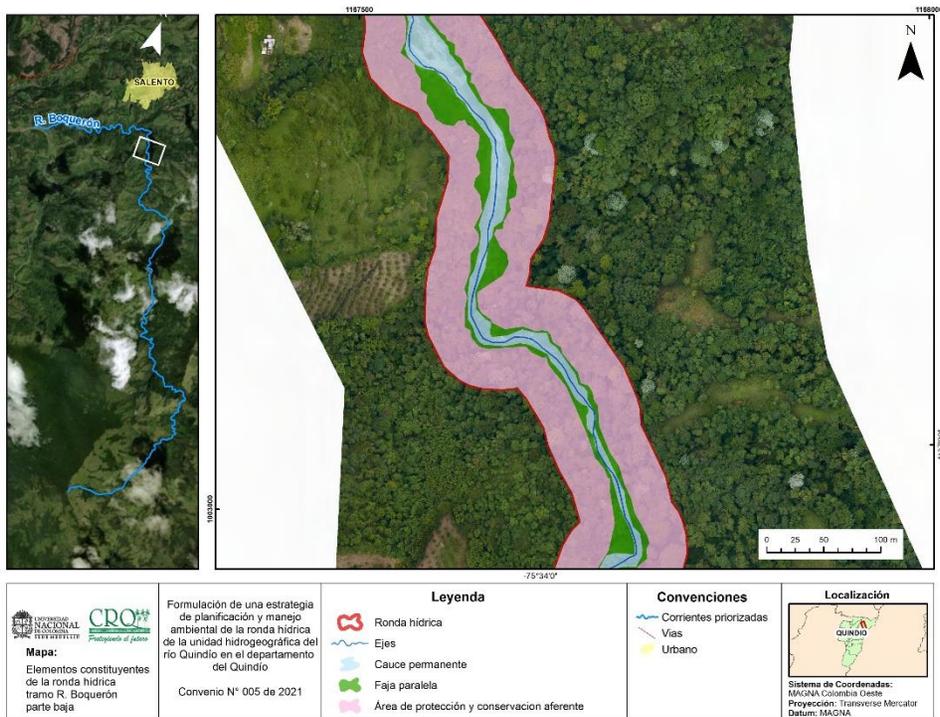


Figura 270. Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Boquerón

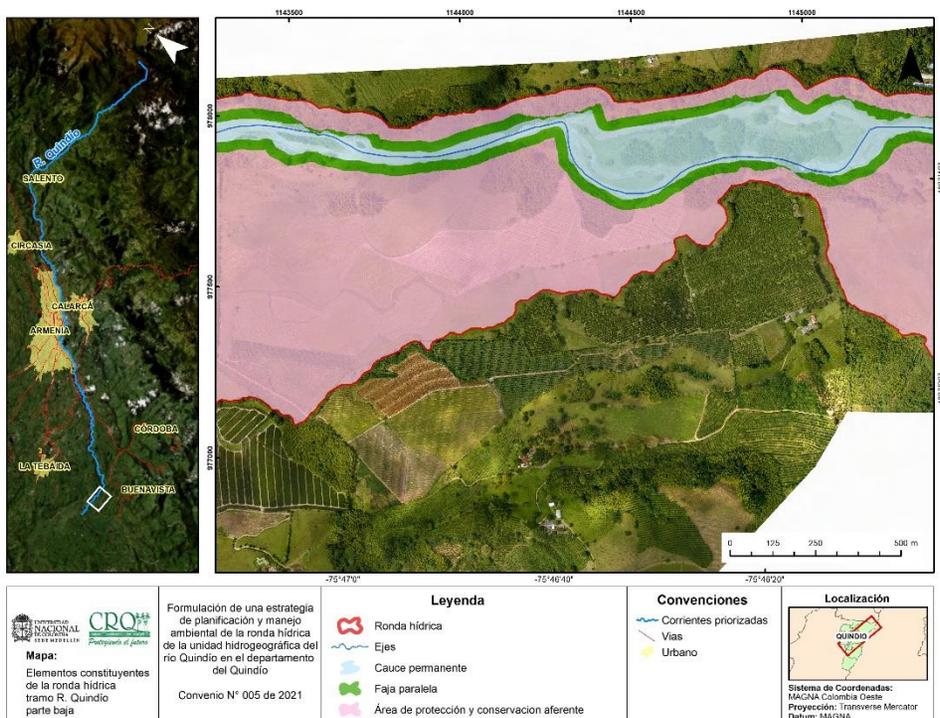


Figura 271. Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Quindío

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

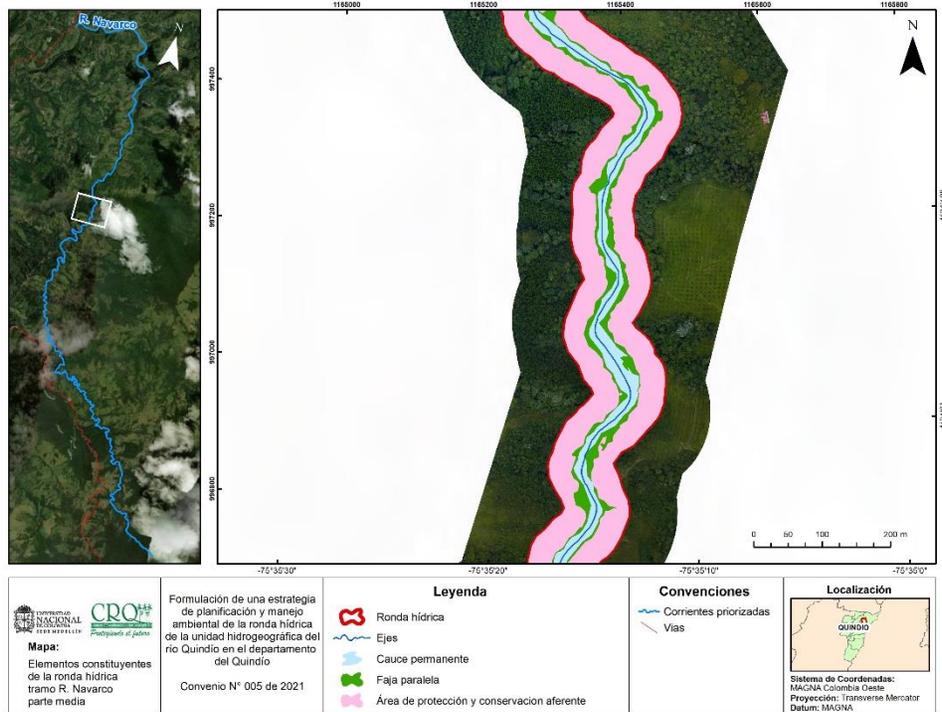


Figura 272. Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Navarco

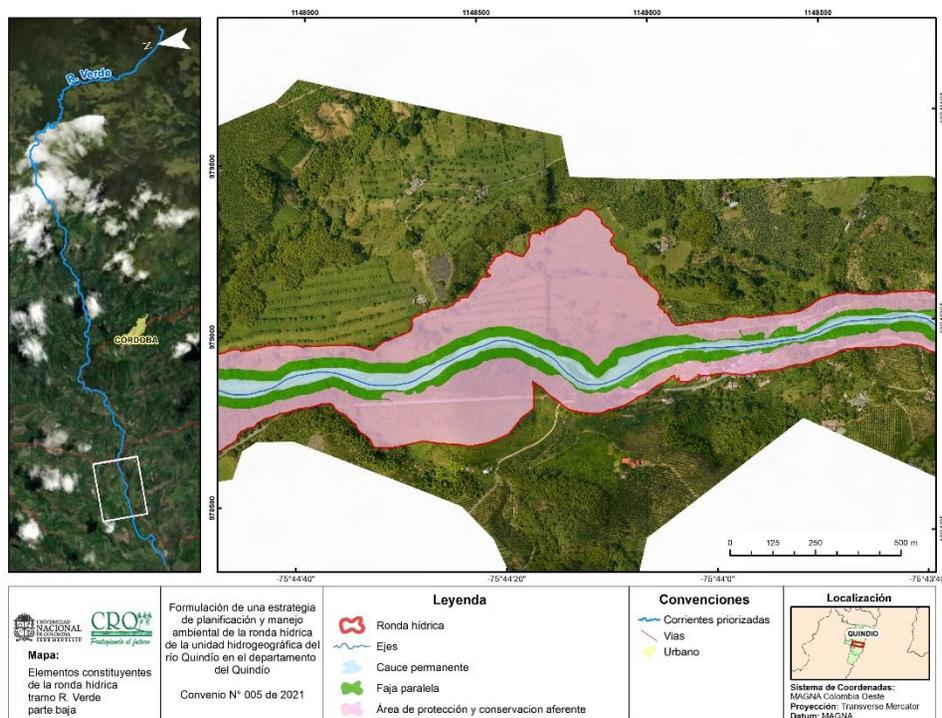


Figura 273. Elementos constituyentes de la ronda hídrica del río Verde

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

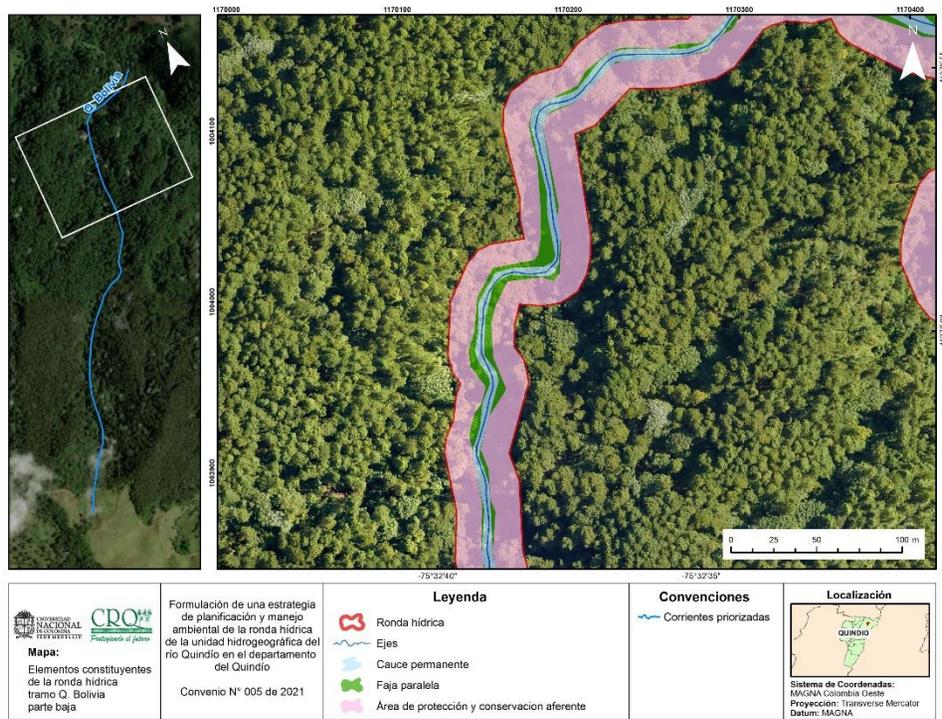


Figura 274. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia

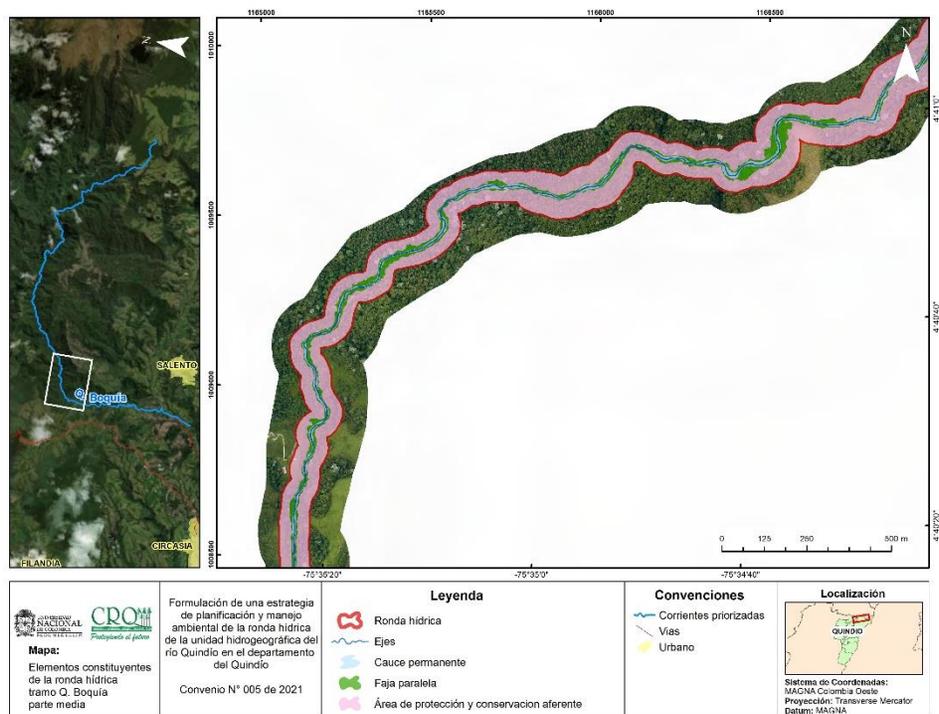


Figura 275. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Boquía

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

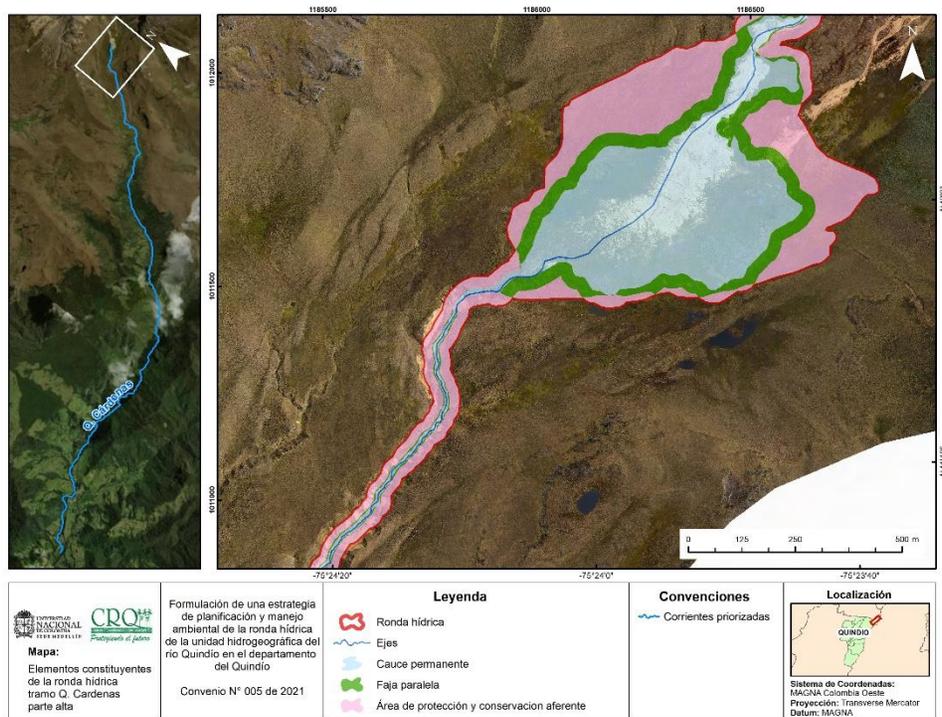


Figura 276. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas

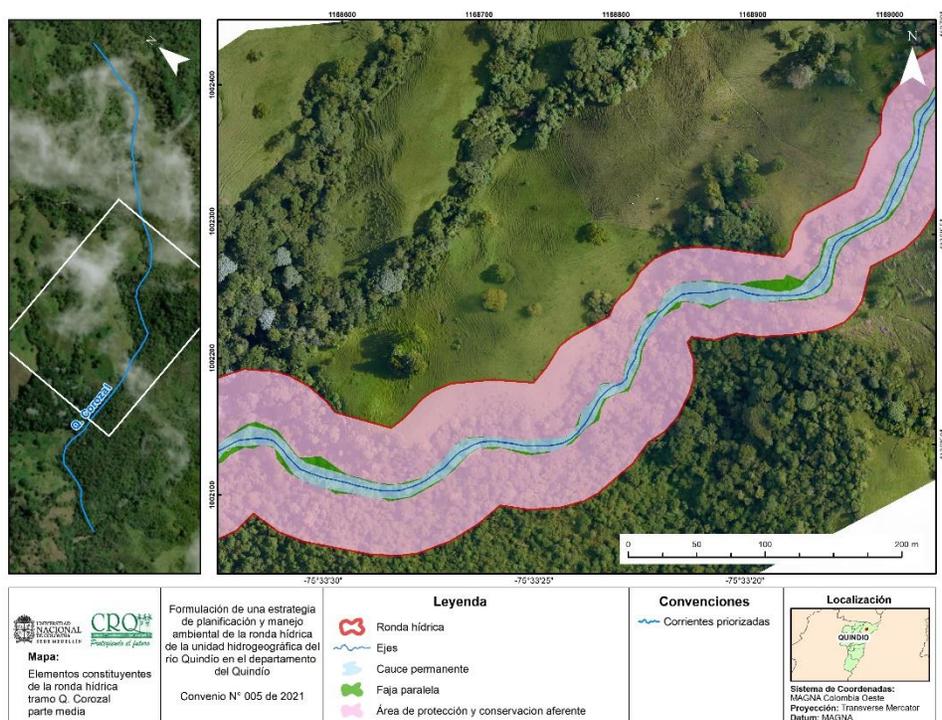


Figura 277. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Corozal

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

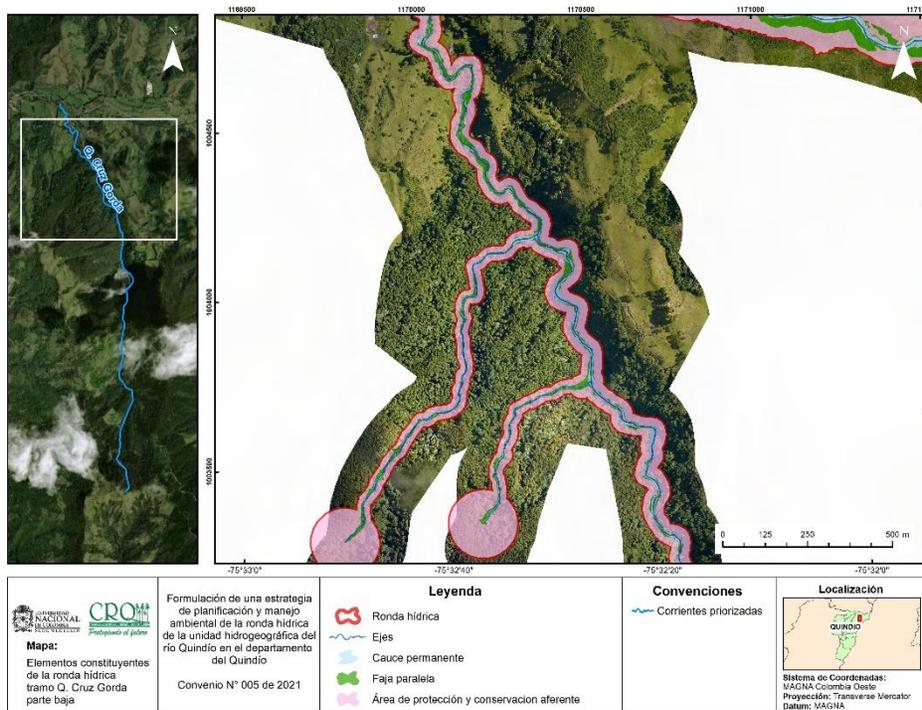


Figura 278. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda

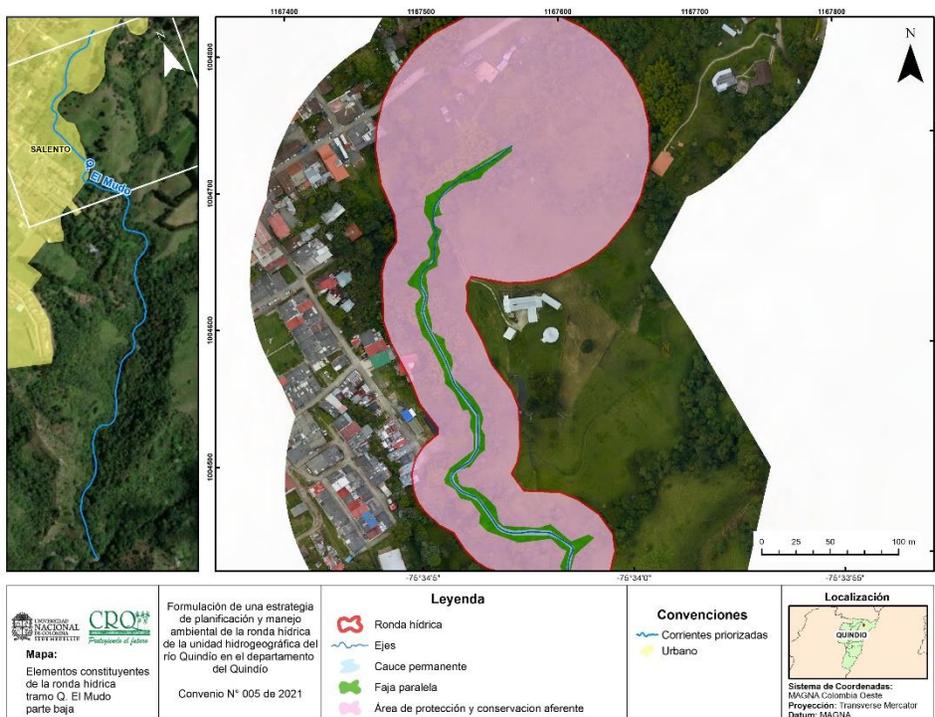


Figura 279. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

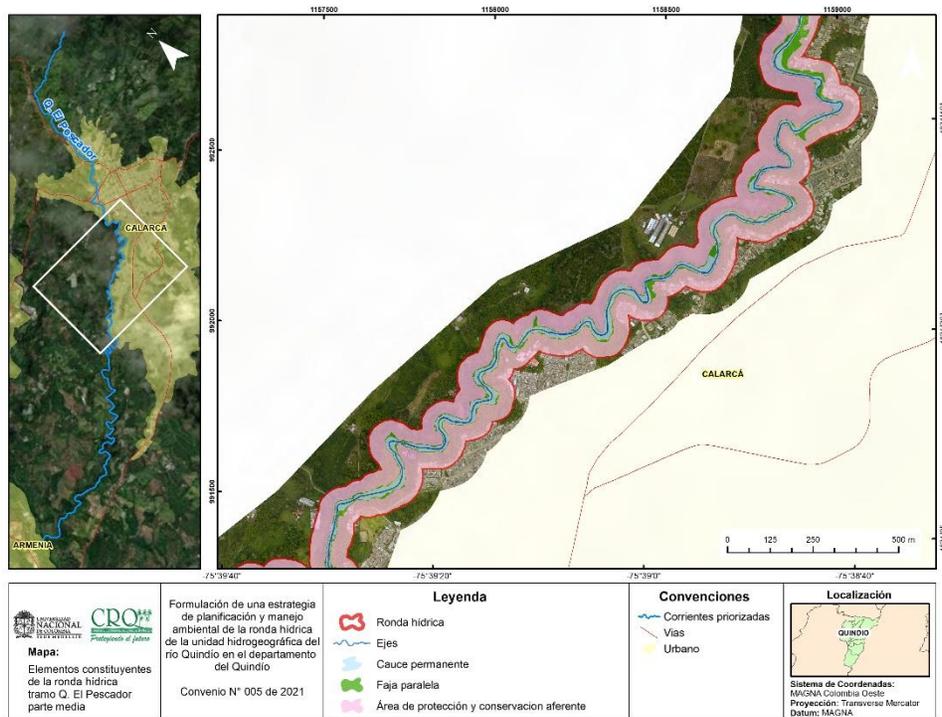


Figura 280. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador

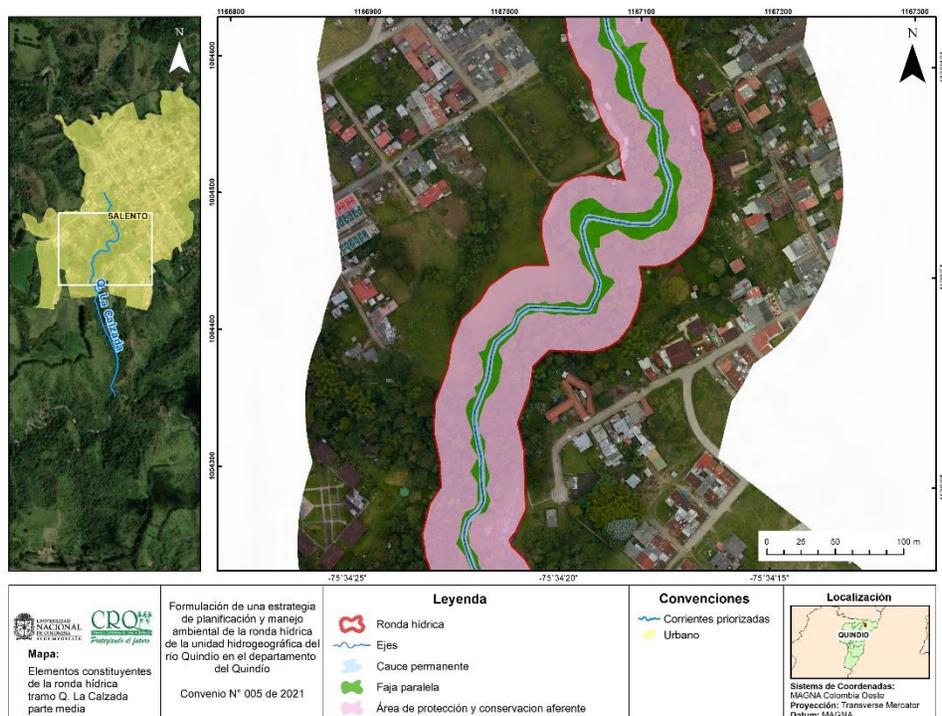


Figura 281. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

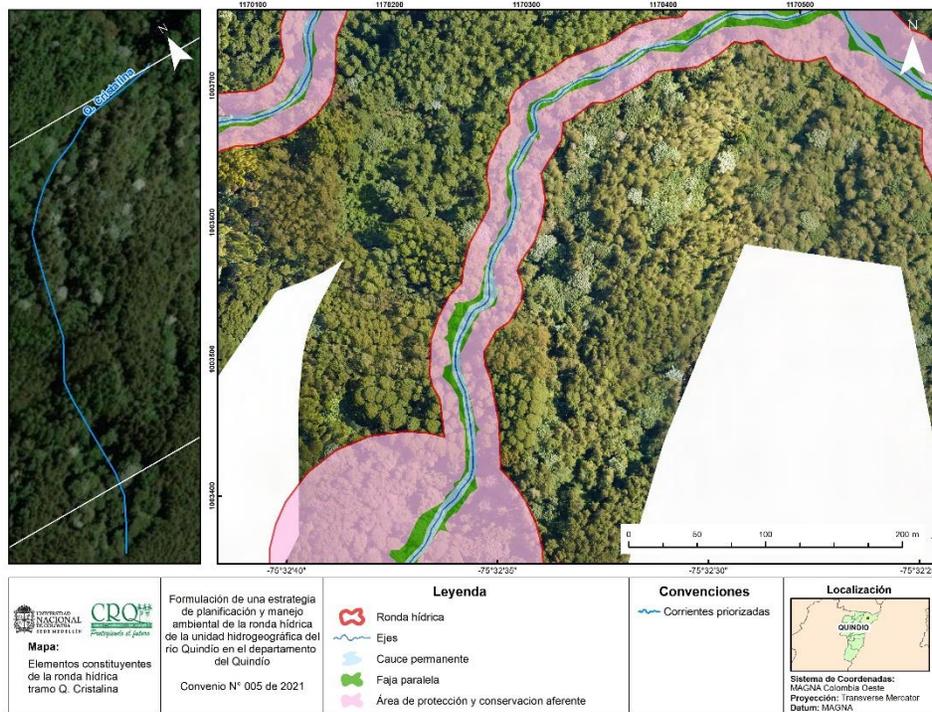


Figura 282. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina

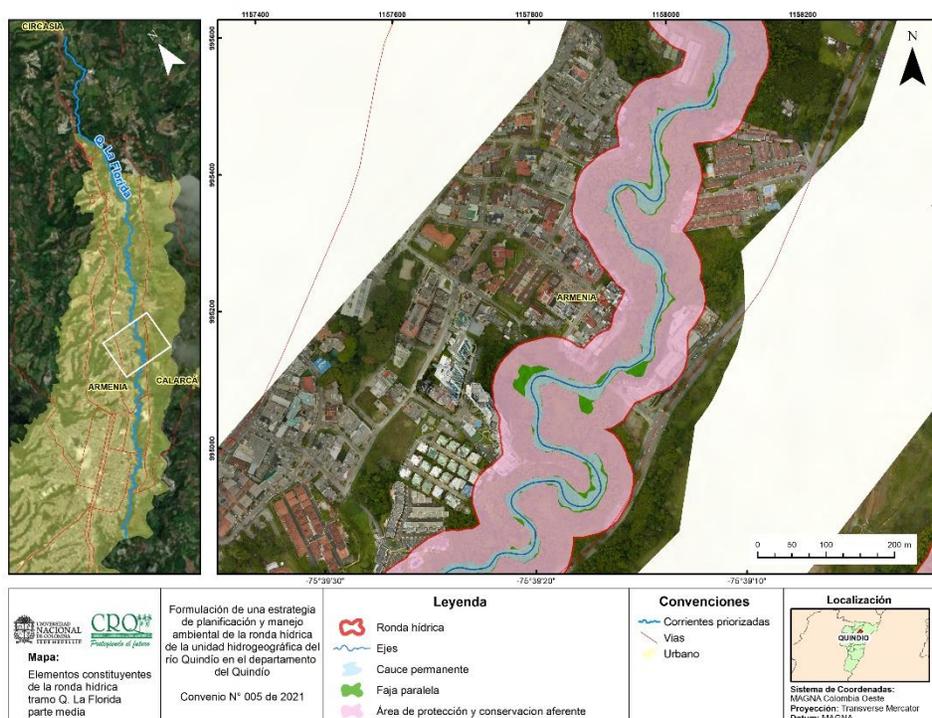


Figura 283. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Florida

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

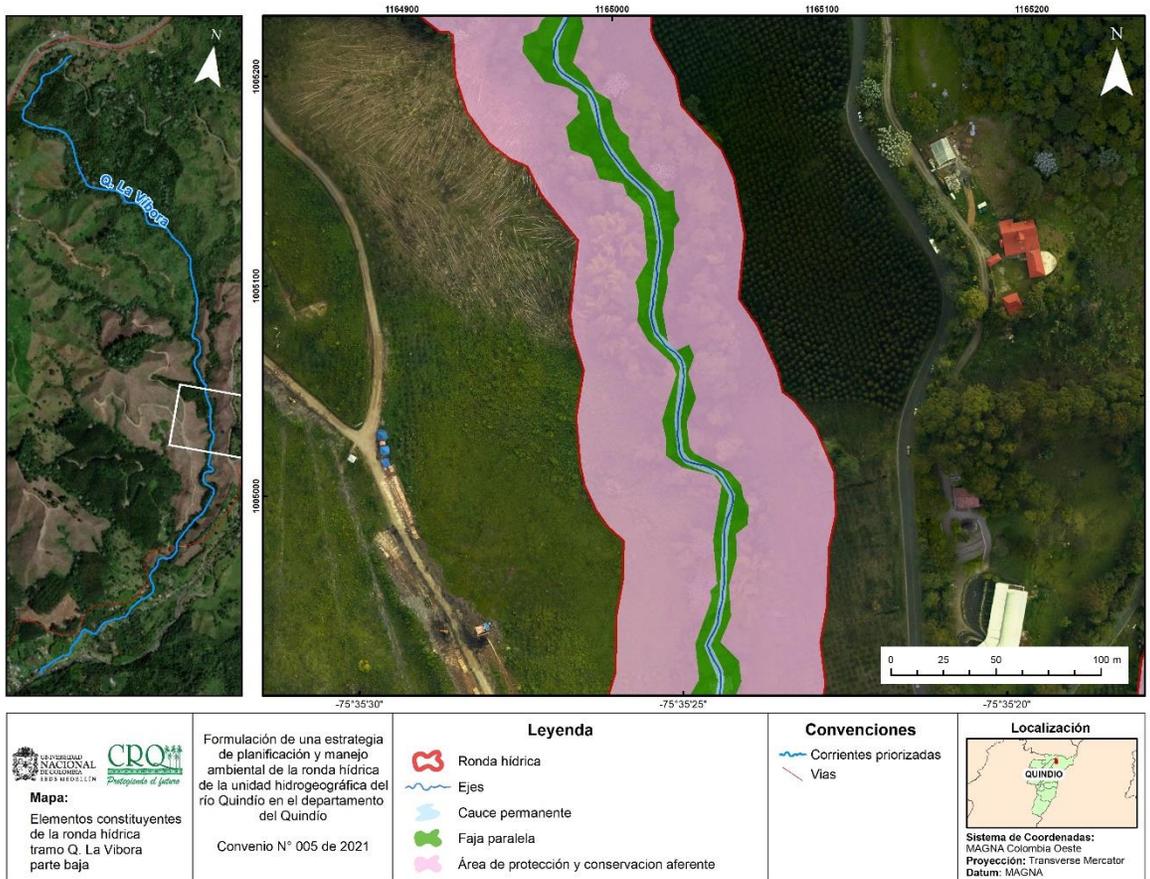


Figura 284. Elementos constituyentes de la ronda hídrica de la quebrada La Víbora

Tabla 83. Anchos, longitud y áreas de los elementos constituyentes de la ronda hídrica de las corrientes priorizadas

Corriente priorizada	Faja paralela				Área de protección o conservación aferente			
	Área (ha)	Anchos promedio (m)			Área (ha)	Anchos promedio (m)		
		Margen Izquierda	Margen Derecha	Total		Margen Izquierda	Margen Derecha	Total
Río Boquerón	17,94	5,81	6,33	12,14	116,39	40,51	46,83	87,347
Río Quindío	231,16	16,78	19,69	36,46	1101,13	108,18	78,93	187,116
Río Navarco	46,63	8,75	9,77	18,52	171,79	40,32	40,52	80,844
Río Verde	54,00	9,43	11,04	20,47	280,98	56,47	62,48	118,952
Quebrada Bolivia	0,54	3,28	2,78	6,06	6,24	25,73	57,19	82,923
Quebrada Boquía	21,69	6,54	4,79	11,33	140,26	36,96	40,58	77,540
Quebrada Cárdenas	25,17	6,84	7,69	14,52	113,17	30,41	31,63	62,046
Quebrada Corozal	0,34	0,92	0,83	1,75	11,36	49,68	51,89	101,570
Quebrada Cruz Gorda	3,91	3,88	2,84	6,72	28,18	24,76	26,83	51,589
Quebrada El Mudo	1,20	6,62	3,98	10,59	9,93	34,91	48,76	83,667
Quebrada El Pescador	10,40	3,19	5,13	8,32	114,66	63,61	58,93	122,533
Quebrada La Calzada	0,98	5,96	3,96	9,92	9,45	38,57	41,76	80,323
Quebrada La Cristalina	0,36	8,68	2,50	11,18	4,51	32,00	38,75	70,741
Quebrada La Florida	10,44	4,08	4,92	9,01	108,66	57,52	55,92	113,442
Quebrada La Víbora	6,29	9,10	6,11	15,21	30,74	41,66	43,37	85,025

6.2 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES Y ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

La guía para el acotamiento de rondas hídricas establece que deben identificarse los actores que ocupan y utilizan las rondas hídricas, para luego proceder con la formulación de directrices de manejo ambiental. Teniendo en cuenta la guía, esta identificación debe enmarcarse dentro de una estrategia de participación, que permita una adecuada contribución del conocimiento de los actores en torno a los servicios ecosistémicos, así como de las dimensiones físico-bióticas y socioeconómicas que deben analizarse en la definición de las estrategias de manejo ambiental de las rondas hídricas (Minambiente, 2018).

El territorio de influencia del presente proyecto cuenta con un potencial y diversidad de actores, por lo que se consideran elementos metodológicos para su identificación, caracterización y priorización, para esto se hace necesario no solo la revisión de información secundaria, sino también la construcción de la base de datos de actores plenamente reconocidos y documentados en fuentes institucionales y aquellos identificados directamente en campo

En este sentido, el objetivo de este capítulo es identificar, caracterizar y priorizar los actores relacionados con las rondas hídricas del río Quindío y los afluentes priorizados. Teniendo en cuenta la guía propuesta por Palacios (2015) para los ecosistemas de páramos, se busca responder a las siguientes preguntas:

¿Quiénes son los actores que tienen incidencia en las rondas hídricas?

¿Cuál es el rol que juegan en las rondas hídricas?

¿Cuáles son sus dinámicas de interacción (convergencias o divergencias) respecto al manejo ambiental de las rondas hídricas?

Para mayor comprensión de las respuestas a estas preguntas fue importante precisar el concepto de **Actor**, ya que se ha generalizado su uso en diferentes documentos y contextos; por ello, se retomó la definición de Palacio (2015): “*remite directamente al papel y a la posición de los personajes en una escena teatral, su raíz etimológica da origen a otros vocablos como Acción (actor, acto, actuación), en este sentido este término se refiere más precisamente a la posición y al rol de sujeto en el marco de sus relaciones*” (p. 14).

Es así como entonces, para el propósito de esta encomendada labor, los actores que se identificaron y caracterizaron fueron aquellas personas, grupos o instituciones que

desarrollan acciones, a partir de sus relaciones en y con el territorio, en este caso correspondiente a un escenario específico como lo es la ronda hídrica de los afluentes priorizados para su acotamiento en el departamento del Quindío.

6.2.1 Metodología para la identificación, caracterización y priorización de actores

La Figura 285 muestra la estructura metodológica que se desarrolló en tres momentos: identificación, caracterización y priorización de actores; lo que culminó con el mapeo de actores.

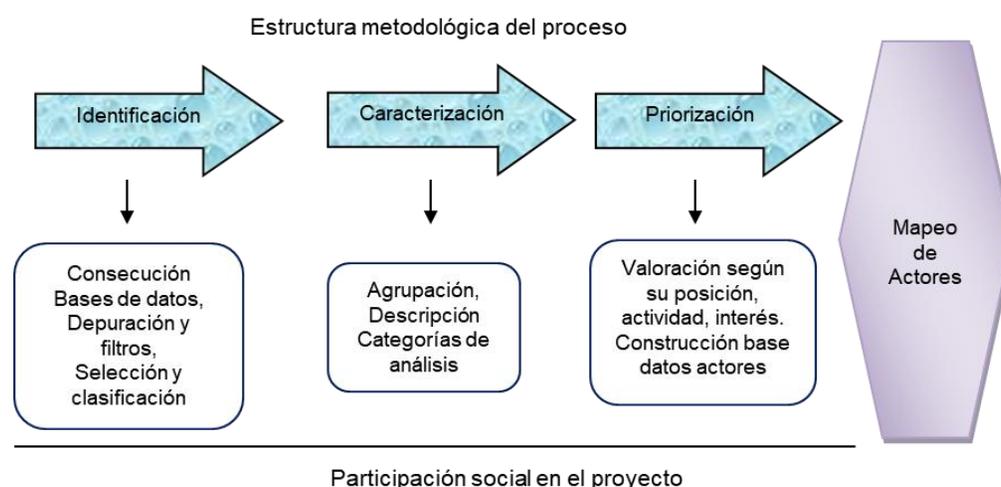


Figura 285. Metodología para la identificación, caracterización y priorización de actores

6.2.1.1 Etapa de identificación

Para esta identificación, se recopiló información de los actores mediante fuentes primarias y se revisó información secundaria.

6.2.1.1.1 Información primaria para la identificación de actores

Para la construcción de la base de datos de los actores se consideraron las siguientes fuentes: recorridos, entrevistas semiestructuradas y reuniones con grupos representativos en el territorio (Anexo 2). Se realizaron entrevistas y reuniones con:

- Presidentes de Juntas de acción Comunal Urbanos y Rurales.
- Coordinadores de las oficinas de Gestión del Riesgo.
- Funcionarios de las Secretarías de Planeación Municipal.

- Mineros artesanales.
- Líderes ambientalistas.
- Propietarios de predios.
- Juntas de acueductos comunitarios.

6.2.1.1.2 Información secundaria para la identificación de actores:

En la búsqueda y revisión de información secundaria se consultaron instrumentos de planificación ambiental (POMCA río La Vieja y Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH) y de ordenamiento territorial, informes de gobierno, publicaciones académicas, bases de datos, páginas web, entre otros. Esta identificación preliminar permitió depurar y actualizar las bases de datos de actores para lograr un acercamiento eficaz en el terreno, y clasificarlos según sus actividades e intereses.

Dicha información se organizó en una base de datos que contiene como mínimo su identificación, georreferenciación y datos básicos de contacto dando como resultado la identificación de 200 actores, base de datos que al depurar quedó de 119 actores utilizando como unidad de referencia el municipio.

6.2.1.2 Etapa de caracterización

Para la caracterización de los actores se analizaron varios aspectos, tales como el contexto en el que se ubican, el sector al que pertenecen y el nivel de interés por el proyecto; para lo cual se hizo necesario establecer las características tipológicas de los actores.

6.2.1.2.1 Contexto de los actores

Teniendo en cuenta los afluentes priorizados para el acotamiento, se definió la siguiente contextualización para la identificación y caracterización de los actores, teniendo como base fundamental el tramo, según la vereda, el barrio, el municipio y el departamento (Figura 286).

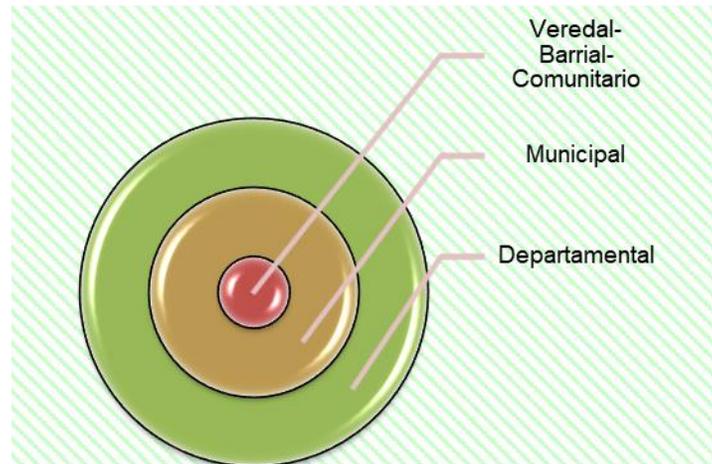


Figura 286. Contexto de los actores

6.2.1.2.2 Tipología de los actores

Para la definición de las categorías de análisis, se tuvo en cuenta la cantidad de tipo de actores en las bases de datos, según el sector, agrupándolos por características similares, lo que también facilita establecer el tipo de relación que tienen con la ronda hídrica y su pertinencia en la participación. El principal propósito de este análisis fue cualificar la participación en el proceso.

Los actores fueron clasificados según su tipología (Tabla 84).

Tabla 84. Tipología y Categorías de actores

Actores según el contexto	Actores según el sector
Nacionales	Sector Público
Regionales	Sector Productivo
Municipales	Sector Servicios
Locales, veredales o comunitarios	Sector Turismo
	Otros Sectores

Dentro de las principales características de los actores se tiene también las siguientes variables:

- Entidades o instituciones públicas: por su misión y responsabilidad en la gestión del desarrollo social, económico y ambiental sostenible en los ámbitos sectoriales territoriales, institucionales y proyectos de inversión.

- Entidades privadas o empresas con naturaleza jurídica: por su intervención en el desarrollo de actividades económicas, sociales y ambientales con ánimo de lucro, con actividades económicas reconocidas.
- Comunidad: grupos o personas caracterizadas por sus actividades cívicas, sociales, ambientales, culturales, económicas y participativas.

Esta clasificación, facilita la comprensión de la dinámica e incidencia de los actores en el manejo de la ronda hídrica.

6.2.1.2.3 Mapa de pertenencia

El mapa de pertenencia es una herramienta que facilita la priorización de actores y visibiliza la incidencia que pueden tener en la formulación de las estrategias de manejo, para ello se identifican los actores aliados, opositores e indecisos. El mapa de pertenencia consiste en ubicar a los actores según su relación con el proyecto (Figura 287). El mapa identifica intereses y orientaciones, es dinámico y puede modificarse según como marche la estrategia de participación en general. La construcción del mapa consiste en una representación de circunferencia en la cual se ubican los actores con los siguientes criterios:

- Actores y decisores políticos, actores institucionales
- Actores comunitarios de incidencia
- Actores aliados al Proyecto
- Actores en contra o indiferentes al proyecto

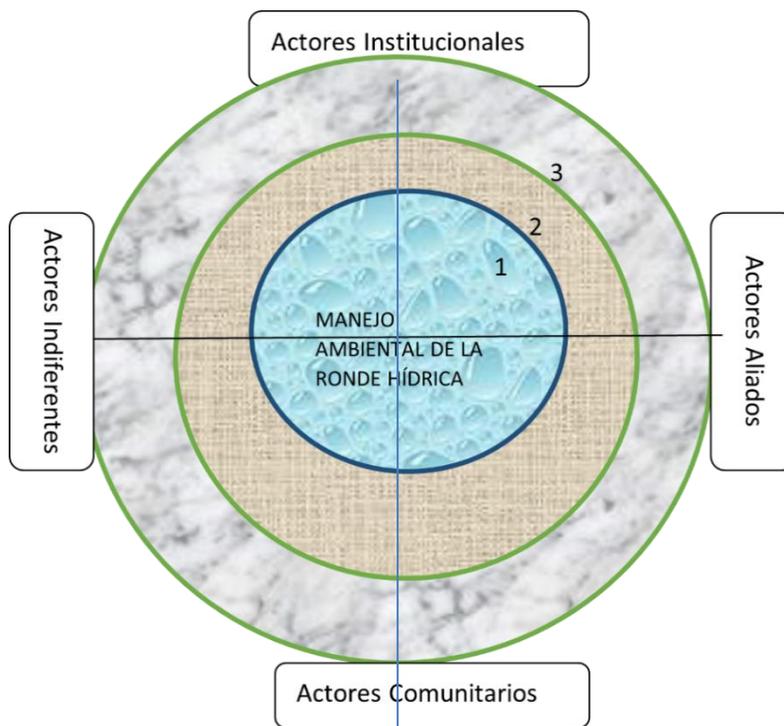


Figura 287. Mapa de pertenencia de los actores

Los actores que se ubiquen cerca del centro (1) serán aquellos que sienten más cercanía y se identifican con el plan. Los que se ubiquen más alejados no tendrán tanto compromiso con el proyecto. El mapeo permite realizar la valoración de cada actor, según los criterios definidos tales como intereses, poder de influencia, posición frente al proyecto, etc., aquí se establecen rangos que miden diferentes niveles de prioridad (alto, bajo, medio) a través de matrices de cruce y evaluación (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2007).

6.2.1.3 Etapa de priorización

La priorización retoma el concepto de “actor clave” quien es aquel que por sus características y ubicación se beneficia o afecta por el proyecto con algún grado de impacto. Para ello se valora a cada uno en función de su posición, interés, nivel de influencia, representatividad, motivación para participar, expectativas, conocimiento beneficio que obtiene o afectación que puede estar causando sobre la roda hídrica.

Durante la identificación de actores se estableció contacto con varios de ellos, con quienes se socializó el proyecto y aplicó una entrevista semiestructurada (Anexo 5). La entrevista tenía el propósito de comprender los usos y apropiaciones de la ronda hídrica, los servicios ecosistémicos, las amenazas, los tipos de acciones institucionales, los problemas de interés

de los actores y los escenarios de acción colectiva respecto a la protección y manejo de la ronda hídrica (Palacio, 2015).

Posteriormente, se sistematizó la información obtenida de las entrevistas y se realizó un análisis cualitativo. El análisis cualitativo permitió entender las posiciones, tensiones y conflictos de los actores en la ronda hídrica. A partir de dicha información, fue posible priorizar a los actores por áreas críticas.

6.2.2 Resultados de la identificación, caracterización y priorización de actores

Siguiendo la metodología propuesta se realizó la identificación de actores obteniendo los siguientes resultados.

6.2.2.1 Identificación de actores

La identificación de los actores partió de su ubicación en el territorio con respecto a la ronda hídrica, de sus actividades y sus intereses con respecto a la ronda hídrica y sus relaciones con el territorio y entre sí, esta dinámica permite vislumbrar la forma en que podrían participar estratégicamente en el proceso.

En el Anexo 4 se presenta la base de datos por municipio de los actores identificados, considerados relevantes para las rondas hídricas. A continuación, se muestra el número de actores por municipio y sector (Tabla 85).

Tabla 85. Número de actores por municipio y sector

Municipio	Total, actores	Públicos	Comunitarios	Académicos	Privados
Armenia	40	28	8	4	0
Salento	35	14	19	0	2
Calarcá	26	9	15	0	2
Córdoba	10	6	4	0	0
Buenavista	5	3	2	0	0
La Tebaida	3	2	1	0	0
TOTAL	119	62	49	4	4

6.2.2.2 Caracterización de actores

Esta caracterización implica el análisis de la información seleccionada, siguiendo la ruta metodológica, por lo que se hace necesario distinguir las 3 categorías de análisis:

- Tipos de actor, Institucionales, comunitarios, organizaciones de tipo territorial, empresarios,
- Actores según la unidad territorial: actores departamentales, municipales, locales, o nacionales
- Actores según el sector: económico o productivo, servicios, riesgo, gremios, turismo, minería, ambientalistas, otros sectores

A partir de estas categorías, se analizó la posición de los actores, es decir, su manera de relacionarse con la ronda hídrica. Igualmente, se estudiaron los problemas ambientales, las tensiones y los conflictos de los actores frente a las rondas hídricas.

6.2.2.2.1 Actores por municipio

En estas características se observó que la mayor parte de actores se encuentra en el municipio de Armenia y Salento, tal vez por el recorrido del río Quindío el cual es la fuente principal, por su importancia y longitud. En Salento se debe a que la mayor parte de afluentes priorizados se encuentran en dicho municipio, mientras que Buenavista y La Tebaida son los municipios con menor porcentaje de territorio con influencia en la ronda hídrica del río Quindío (Figura 288).

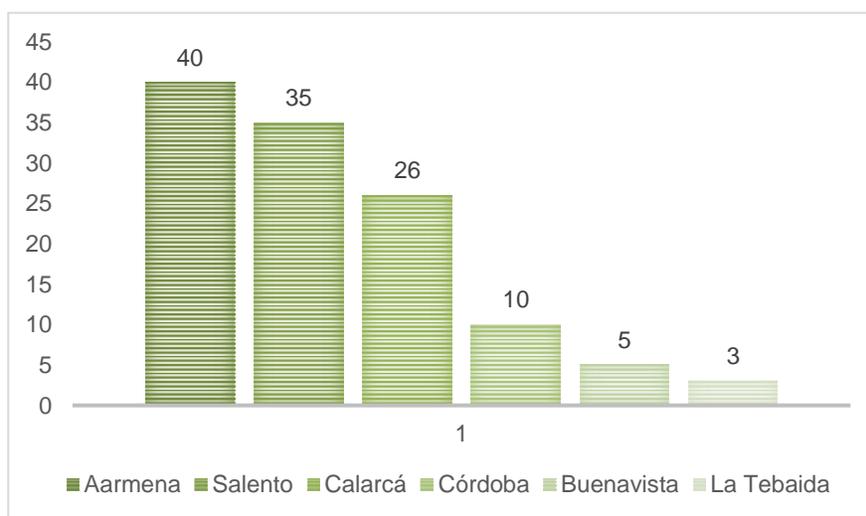


Figura 288. Actores por municipio

6.2.2.2.2 Actores según género

Se presentó en la identificación de los actores un mayor número de hombres, quienes pueden tener relación directa o indirecta, según sus intereses en la ronda hídrica de los

cuerpos de agua priorizados; mientras que el número de mujeres, aunque no es bajo si es mucho menor, relacionando el tipo de trabajo o relación que puedan tener las mujeres en sus intereses con la ronda hídrica de los afluentes priorizados en el proyecto (Figura 289)



Figura 289. Actores según el Género

6.2.2.2.3 Actores según sector

Es importante destacar que el número mayor de actores identificados corresponde al sector público institucional, encontrándose entre ellas, todas las territoriales de carácter departamental como la Gobernación, el ICA, el IGAC; Municipal como las alcaldías, secretarías de despacho, la Oficina Municipales de Gestión del riesgo de Desastres (OMGERD), entre otras y algunas de índole nacional tales como Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Agencia Nacional de Minería (ANM) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). El sector comunitario es el que sigue con mayor número de actores identificados entre los que se incluyen las Juntas de Acción Comunal, Mujeres Cafeteras, propietarios de predios y líderes sociales (Figura 290).

Las organizaciones sociales concentran principalmente a los consejos territoriales de planeación, y asociaciones de acueductos comunitarios y mesas ciudadanas, mientras el sector productivo recoge al turismo, gremios cafeteros, ganadero, industria (Cartón Colombia y curtiembres), mineros y el sector servicios, este último representado básicamente en empresas de acueducto y alcantarillado y aseo. Entre los ambientalistas se encontraron fundaciones, organizaciones y reservas de la sociedad civil y mesas ambientales. En el sector académico las universidades y el Sena.

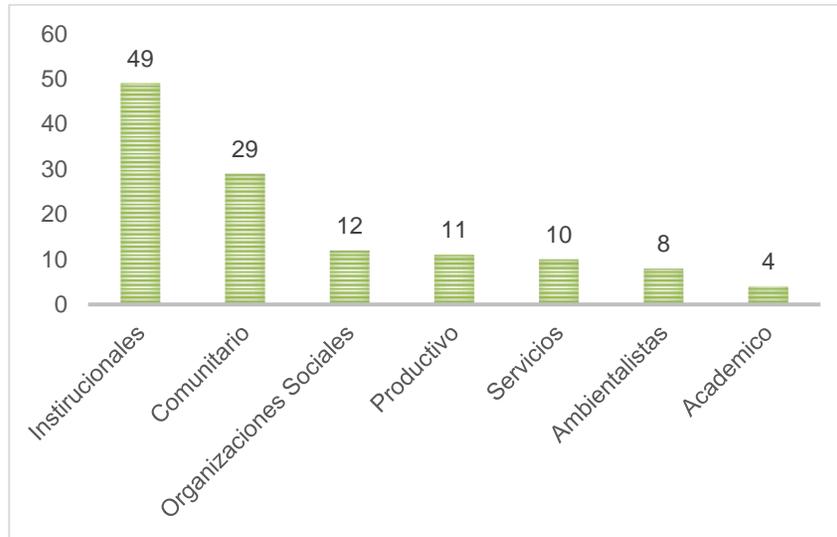


Figura 290. Actores según sector

6.2.2.2.4 Mapa de pertenencia

Se consolidó la información de los actores que participaron en los encuentros, dando como resultado en el desarrollo del ejercicio mapeo: 29 actores institucionales y 12 comunitarios, como se muestra en la Figura 291. Según la posición en que se ubican los actores en el ejercicio individual de mapeo de aliados o indiferentes - opositores al proyecto. El mayor número de actores se consideran con un cercano interés y cierto grado de compromiso, es decir aliados del proyecto con 36 actores, mientras que cinco (5) se ubican como indecisos o no tan cercanos al proyecto.

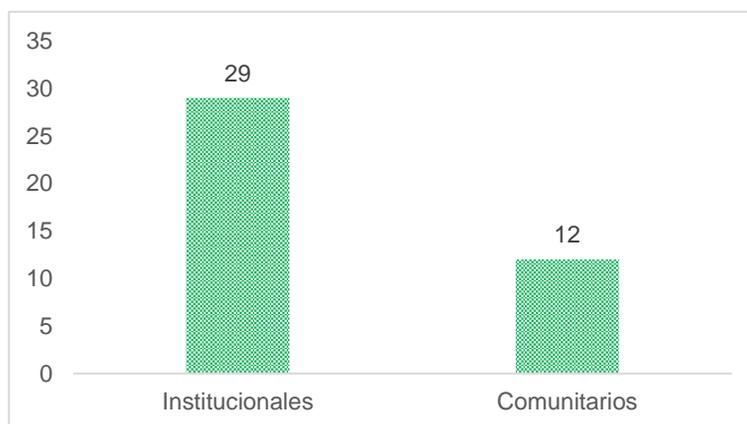


Figura 291. Mapeo de actores

6.2.2.3 Priorización de actores

6.2.2.3.1 Posiciones de los actores, problemas y conflictos respecto a las rondas hídricas

A partir del análisis cualitativo de la información obtenida de las entrevistas y de los Encuentros, se concluyó que se presentan diferentes formas relacionarse con la ronda hídrica. Los actores construyen un discurso propio, un concepto, una definición de lo que para ellos significa la ronda hídrica, el río y la ribera, de acuerdo con su visión de la naturaleza, sus conocimientos y experiencias, la cultura, los problemas, las tensiones, los conflictos y las expectativas que tienen en el territorio.

Es importante aclarar que, si bien la mayoría de los actores no necesariamente conocen el término legal de la ronda hídrica, para ellos este significado involucra la manera en que conciben y viven en el territorio.

Así mismo, estos discursos locales están influenciados por los beneficios y las afectaciones que consideran pueden generarse por el acotamiento de la ronda hídrica, es decir, por las oportunidades o restricciones que se establecen en el ordenamiento territorial al definirse esta como un determinante ambiental. Los actores pueden elaborar narrativas que convergen o divergen con la protección o uso sostenible de la ronda hídrica. A su vez, un actor no necesariamente desarrolla una posición coherente o definitiva, sino que la mayoría de las veces puede tener matices o contradicciones. En este sentido, las formas de relacionarse con la ronda hídrica de los actores pueden clasificarse, en una o varias de las siguientes posiciones:

- **Para los actores con una posición proteccionista:** la ronda hídrica constituye un espacio destinado para la conservación de los ríos, las quebradas, los humedales, los nacimientos de agua y la cuenca. Las acciones que desarrollan los actores con una posición proteccionista, y que tienen incidencia en la ronda hídrica, van desde el activismo, la interposición de medidas jurídicas (tutelas, acciones populares, quejas, denuncias) y su protección concreta, por ejemplo, mediante la siembra y el cuidado de vegetación de ribera o la limpieza de las orillas. El elemento central del discurso de los actores con esta posición es un reclamo hacia las entidades del Estado, en tanto consideran que juegan un papel débil en la protección ambiental. Por esta razón, los actores proteccionistas plantean que es necesario un mayor control, regulación y vigilancia de las rondas hídricas, manifiestan que el Estado debe cumplir con su responsabilidad de proteger, mientras que los propietarios y la sociedad en general deben respetar las normas.
- **Por su parte, los actores que asumen la posición planificadora** están representados principalmente por las distintas dependencias de las entidades territoriales, la

gobernación del Quindío, las autoridades ambientales (CRQ y Parques Nacionales Naturales de Colombia y los actores que se vinculan a instancias de participación (POMCA río La Vieja, Consejo Territorial de Planeación, mesas técnicas). Aunque en una institución pública hay diferentes dependencias que operan en un solo territorio, éstas pueden tener objetivos diferentes, ya sea que involucren la planeación territorial, la agricultura, el medio ambiente, el turismo, el desarrollo económico, los servicios públicos y la gestión del riesgo, entre otros. Para estos actores, la ronda hídrica significa el espacio sobre el cual realizan sus funciones, de acuerdo con sus obligaciones legales y los planes, programas y proyectos que llevan a cabo. Los planificadores inciden en la ronda hídrica al tomar decisiones, otorgar permisos, realizar seguimientos, establecer sanciones, intervenir en controversias, administrar los recursos naturales, regular, implementar proyectos en el territorio, entre otros.

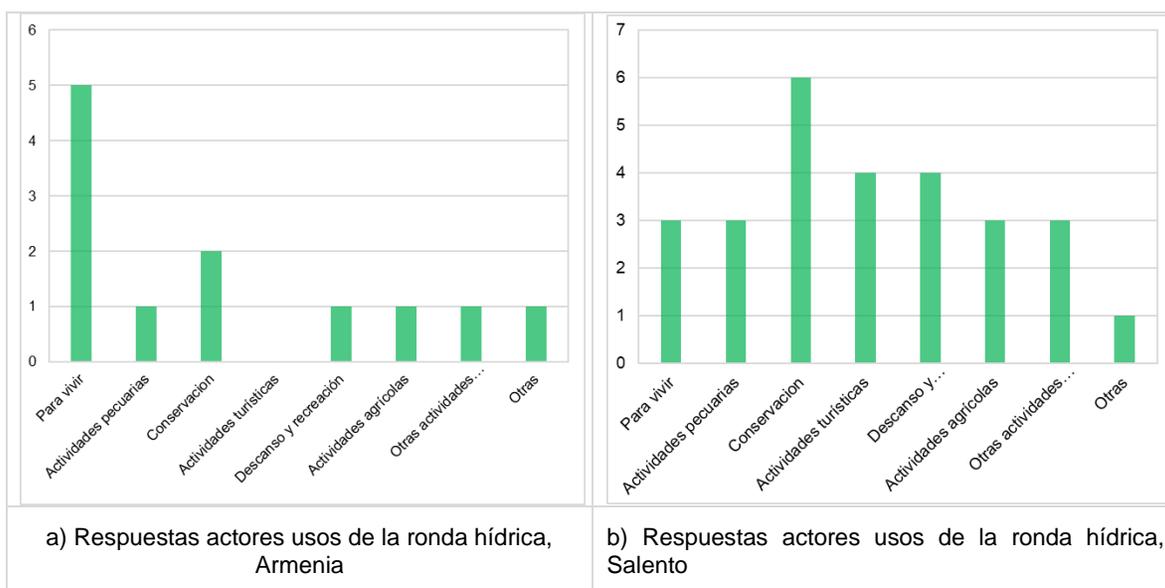
- **Con relación a la posición económica:** ésta se refiere a aquellos actores que aprovechan los recursos naturales de las rondas hídricas, cómo el agua, la vegetación, el suelo, el paisaje, los recursos minerales y energéticos. Estos actores abarcan multinacionales (i.e. Smurfit Kappa, Campo Sol, Altos del Valle), Empresas de Servicios Públicos, prestadores de servicios turísticos, constructores, campesinos, ganaderos y mineros artesanales. Es importante mencionar que la ronda hídrica se convierte un espacio donde se aprovechan los recursos para la subsistencia y el desarrollo económico (Actores con actividades socioeconómicas en la ronda hídrica (Tabla 86).

Tabla 86. Actores con actividades socioeconómicas en la ronda hídrica

Municipio	Sector/Vereda	Actor
Salento	Cocora Navarco Boquía El Agrado	Truchas Cocora Restaurantes cocora Restaurantes Boquía Smurfit Cartón de Colombia Empresa Aguacatera Altos del valle Empresa aguacatera Campo Sol Federación de Ganaderos Mineros artesanales
Calarcá	La María Bohemia el aguacatal Barcelona	Curtiembres La María Federación de cafeteros Mineros y Areneros
Armenia	Río Quindío	PCH El Caimo
Córdoba	Río Verde	Restaurantes Río Verde Mineros Río Verde
La Tebaida	Río Quindío Maravelez	Productores de Piña y Papaya

- Por su parte, **la posición vivencial** abarca un número significativo de comunidades y personas que pueden habitar y utilizar la ronda hídrica para múltiples actividades, como son la vivienda, el jardín, el patio, las huertas, el descanso, la recreación y los sitios de tránsito cotidiano. Estos actores pueden habitar y usar la ronda hídrica en las zonas rurales y urbanas. También tienen o no tenencia sobre el terreno, ya que pueden ser propietarios, poseedores o invasores. En las zonas rurales, los propietarios pueden ser pequeños o medianos, dependiendo del área de su terreno. El elemento común de estos actores es su arraigo al territorio, ya que sobre el mismo habitan y desarrollan actividades. Igualmente, se encuentran pequeños propietarios que protegen las rondas hídricas y otros que generan impactos puntuales, como son la ocupación del cauce, el corte de vegetación o el vertimiento de aguas residuales.

La Figura 292 muestra la frecuencia de las respuestas dadas por los entrevistados, respecto a la manera en que utilizan la ronda hídrica.



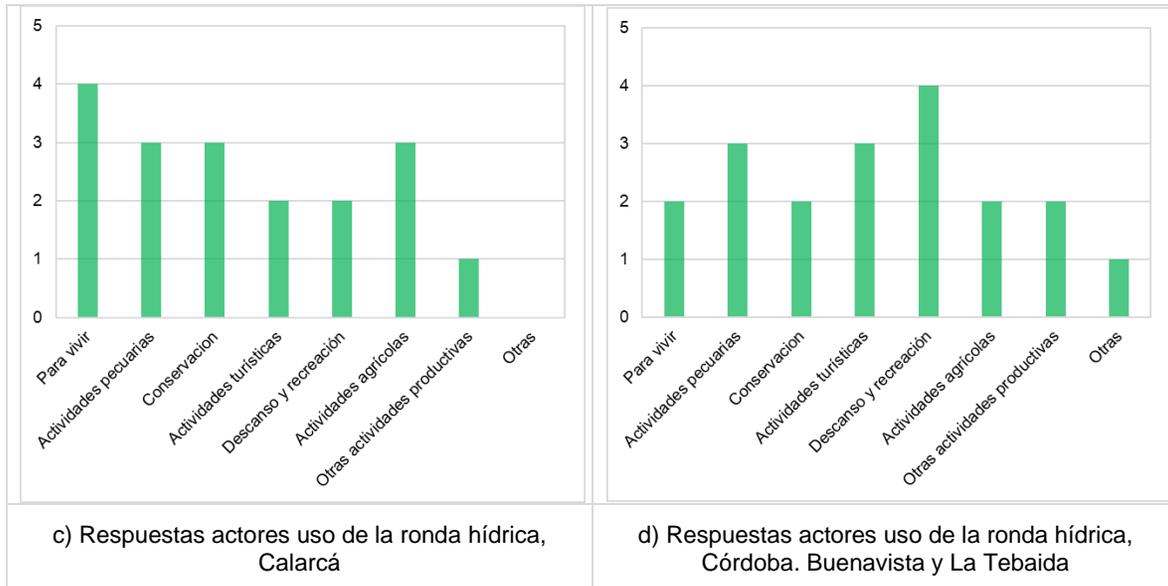


Figura 292. Uso de la ronda hídrica según los actores sociales entrevistados

Los actores pueden asumir varias de las posiciones para relacionarse con la ronda hídrica, sea de manera coherente o contradictoria. Por ejemplo, un actor puede habitar en una zona de ronda hídrica, realizar actividades para su protección, aprovechar sus recursos naturales y participar en mesas para la formulación de planes de manejo. La superposición de múltiples actores en un territorio, con diferentes formas de relacionarse con la ronda hídrica, persiguiendo objetivos similares o contradictorios, genera desafíos para la gobernanza ambiental, tanto por los problemas ambientales, como por las tensiones y conflictos que emergen entre los actores involucrados.

De este modo, se presentan problemas ambientales, tensiones y conflictos que tienen relación directa o indirecta con la ronda hídrica. De manera directa, cuando la ronda hídrica se afecta y constituye el objeto central de la controversia, y de manera indirecta, porque los problemas, las tensiones y los conflictos se desarrollan en el espacio que ocupa la ronda hídrica o involucra sus recursos naturales.

En la Figura 293 se observan las frecuencias de las respuestas obtenidas en las entrevistas en torno a los problemas ambientales que las personas consideran afectan la ronda hídrica. Se puede observar un mayor número de respuestas en torno a las amenazas de inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos, así como por contaminación del agua, limitación de acceso y falta de control y regulación. La categoría de otros se refiere a problemas de seguridad, disposición de escombros y falta de presupuesto y estudios para la protección de la ronda hídrica.

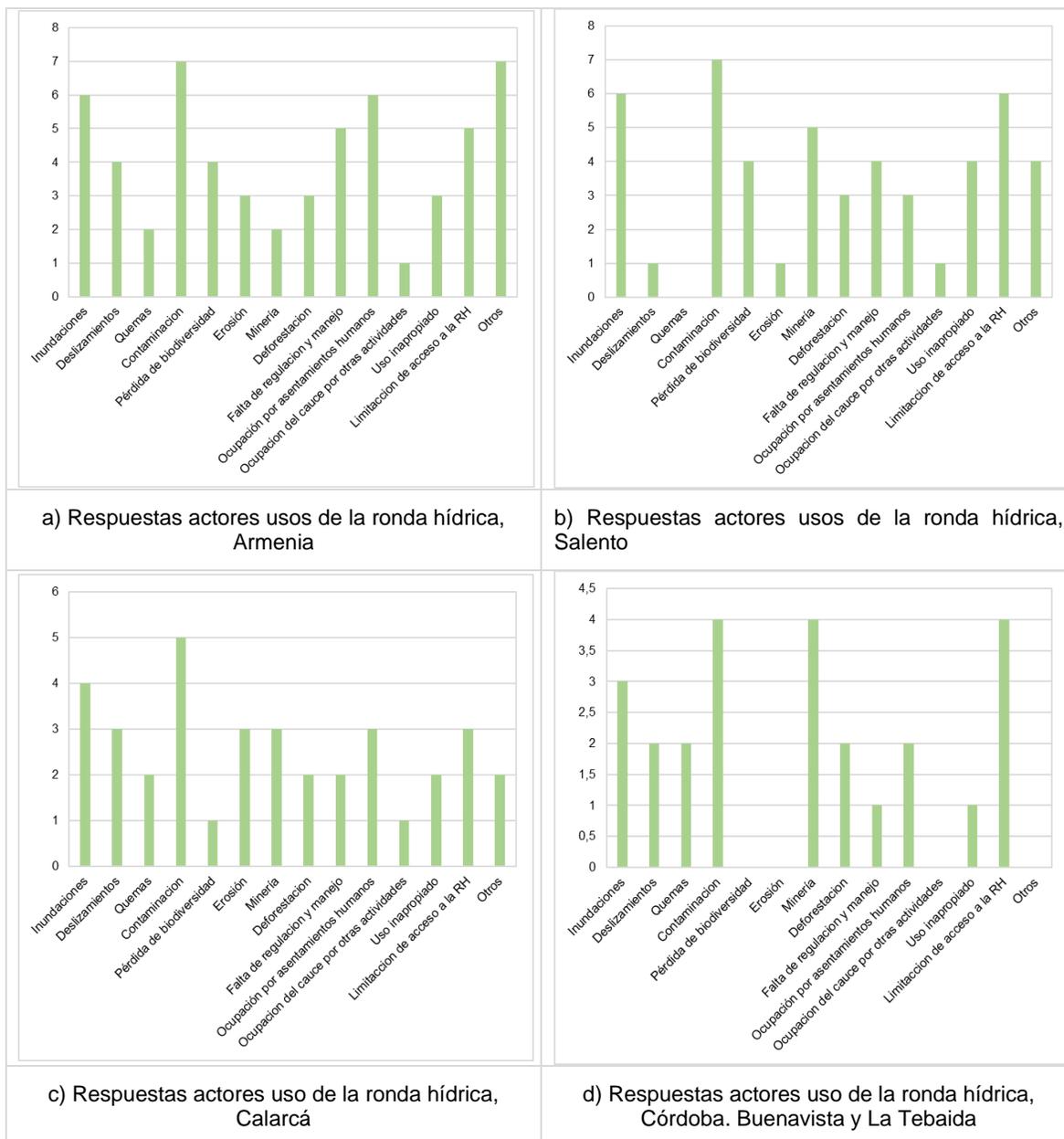


Figura 293. Número de respuestas sobre problemas ambientales relacionados con la ronda hídrica por municipios

Ahora bien, un problema ambiental de la ronda hídrica, incluyendo la intervención para resolverlo, pueden convertirse en factores que causan tensiones y conflictos entre los diferentes actores. Cuando un problema ambiental no es solucionado apropiadamente, escala a una tensión o a un conflicto socioambiental. En este caso, los actores reconocen

públicamente el problema, manifiestan su inconformidad respecto al papel que juegan otros actores, se movilizan para defender sus intereses y desarrollar su rol en el territorio.

6.2.2.3.2 Tensiones y conflictos

- **Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de la cuenca alta del río Quindío de Salento:**

El DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, constituye un área estratégica, ya que produce el recurso hídrico que abastece a los municipios de Armenia, Circasia y La Tebaida del departamento del Quindío. Sin embargo, el establecimiento del DRMI afecta los intereses de propietarios del Valle de Cocora, quienes tienen limitadas las posibilidades de desarrollar actividades productivas y urbanísticas, por encontrarse en un área protegida. Para algunos de los propietarios, el establecimiento de la ronda hídrica representa otra restricción. Además, los actores de Cocora manifiestan un sentimiento de inconformidad, ya que están constantemente vigilados por las autoridades ambientales y las entidades territoriales para la protección de la unidad hidrográfica; sin embargo, según ellos, no pueden usar el recurso hídrico y no obtienen ningún beneficio por la labor del cuidado de la unidad hidrográfica en su parte alta.

El DRMI genera tensiones y conflictos entre las autoridades ambientales, municipales y los propietarios del Valle de Cocora. Esta tensión se ve influenciada por la presión del turismo, ya que constituye una fuente de ingresos económicos y genera impactos ambientales en el territorio.

Adicionalmente, se presentó hace pocos años un conflicto por intereses mineros, generando preocupación en la población local por los impactos ambientales y la posible pérdida de su territorio. En este contexto, los propietarios del Valle de Cocora y los habitantes de Salento ven con desconfianza y suspicacia iniciativas que inciden en su territorio, incluyendo medidas de carácter ambiental.

También se identificó en la vereda Cocora un conflicto, en la truchera ya que, a parte de la captación de la cantidad de agua para la actividad de producción de la trucha, han implementado el establecimiento de cabañas para turismo, que de acuerdo con la comunidad, no cuenta con ningún permiso para su construcción y sin permiso de vertimientos. Igualmente, se identificaron conflictos por posible uso de glifosato en cultivo de aguacate y vertimientos de aguas residuales provenientes de un restaurante en Cocora.

▪ Asentamientos y ocupaciones informales

Las entrevistas y los Encuentros permitieron la identificación de asentamientos y ocupaciones informales, los cuales no cuentan con licencias o permisos, o fueron estableciéndose por parte de comunidades vulnerables. Algunos asentamientos son más recientes que otros, por los que varios se han consolidado con el transcurrir del tiempo. Además de las invasiones, debido al carácter informal de los barrios, se presentan loteo y ventas de terrenos en zonas de dominio público, los cuales no cuentan con los documentos oficiales que acrediten la tenencia.

De esta manera, en el municipio de Salento se encuentra los centros poblados de Boquía, y La Explanación, que presentan ocupación de la ronda hídrica. Además de las viviendas, en el centro poblado de Boquía se desarrollan actividades turísticas y comerciales (restaurantes y tiendas). Algunos de los propietarios se establecieron hace pocos años, quienes adquirieron sus terrenos por el potencial turístico. En este sector se presenta la ocupación de cauce para el establecimiento de actividades turísticas y de esparcimiento, tales como restaurantes, hospedajes, canchas de golf, caballerizas y parqueaderos. Sin embargo, de acuerdo con la comunidad, las aguas residuales son descargadas sin un adecuado tratamiento a las fuentes hídricas. En este sentido, en Boquía se presentan tensiones y conflictos que involucran a la entidad territorial, la autoridad ambiental y la comunidad y que tienen relación con la ocupación de la ronda hídrica, la contaminación del agua y el desarrollo turístico. Otra situación conflictiva, cerca de Boquía, se presenta en la vereda El Agrado con el predio La Isla que se encuentra dentro del cauce del río, sus propietarios, informaron que han solicitado a la CRQ la construcción de un muro de contención natural con piedra excavándola del mismo río para rodear la casa, esa situación, según los propietarios, aún no tiene una clara respuesta y el predio se encuentra en riesgo.

En el municipio de Armenia se han identificado asentamientos informales, muchos de ellos se han consolidado en los últimos 20 años después del terremoto de 1999 (por ejemplo, los barrios de Salvador Allende, Regivit, Puerto Rico, Patio Bonito Bajo y San Nicolás), así como otros más recientes que se han instalado en los últimos 5 años (por ejemplo, la parte baja de los barrios La Mariela). Estos asentamientos informales se caracterizan por la vulnerabilidad de la población, debido a las condiciones de pobreza en las que se encuentran.

La Figura 294 muestra algunos de los asentamientos informales localizados en la ronda hídrica.



Figura 294. Asentamientos informales dentro de la ronda hídrica. Ortofoto LIDAR 2022

▪ **Expansión urbana y sector de la construcción**

En el municipio de Armenia la expansión urbana ha producido tensiones y conflictos que tienen relación con la ronda hídrica, sea porque algunas de las empresas constructoras construyen en zonas de retiro – a menos de 15 metros como lo establece el POT- o en zonas de laderas adyacentes al río Quindío y la quebrada La Florida. Algunas de las zonas identificadas donde se presentan tensiones y conflictos son: San Juan de Carolina, vereda de Salento, que a pesar de pertenecer a otro municipio dada su cercanía a Armenia es una zona de crecimiento urbanístico, y la vía Centenario, sobre la quebrada La Florida.

Por su parte, en el municipio de Salento las personas entrevistadas mencionaron el caso de una edificación en la ronda hídrica de la quebrada El Mudo, la cual fue detenida por ubicarse en suelo de protección. A pesar de que existen herramientas de planificación, los actores mencionan que hace falta una mayor vigilancia de las rondas hídricas por parte de la autoridad ambiental y las entidades territoriales. Además, en la vereda San Juan de Carolina que pertenece a Salento, en el nacimiento de la Quebrada La Florida, la comunidad manifiesta que se presentó un conflicto entre vecinos, y denuncia anónima, por movimiento de tierra afectando el nacimiento de la quebrada atrás del lugar denominado Casa sobre la Roca.

▪ **Minería artesanal**

Gracias a las entrevistas y los Encuentros, se estableció contacto con dos grupos de mineros artesanales, uno de ellos realiza aprovechamiento de oro en los ríos Navarco y Boquerón en el municipio de Salento, mientras que el otro aprovecha oro y extrae materiales en los ríos Verde y Quindío, entre los municipios de Córdoba, Buenavista y Calarcá.

Las personas con quienes se estableció contacto manifestaron que presentan conflictos por el acceso a los ríos y las riberas, puesto que los propietarios les prohíben ingresar por sus predios. Según los entrevistados, en algunos casos, los conflictos no son dirimidos de la mejor manera, puesto que se recurre a las amenazas, la violencia o el cercado del borde de las corrientes de agua. En otros casos, los propietarios o habitantes realizan llamadas a la Policía, quienes pueden detener a los mineros y decomisar sus implementos.

No obstante, los mineros reiteran que no utilizan contaminantes ni maquinaria, por el contrario, las técnicas son artesanales, puesto que utilizan batea y pala. Estos actores plantean que ellos son responsabilizados injustamente de muchos de los problemas ambientales que se producen en los ríos (desviaciones del cauce, deslizamientos, reducción de la calidad del agua, inundaciones), desconociendo que desarrollan una actividad ancestral, de subsistencia y pequeña escala.

En contraposición, algunas de las personas manifestaron que se ha realizado minería ilegal con dragas, no por parte de los mineros tradicionales, sino por foráneos. Sin embargo, esta información no pudo ser verificada. Asimismo, algunos de los actores proteccionistas mostraron su rechazo hacia todo tipo de actividad minera. Este rechazo se ha incrementado en los últimos años, probablemente por el conflicto en contra de la megaminería que ocurrió en Salento hace pocos años.

Por otro lado, en una entrevista se informó que en Boquía se presenta algunos altercados entre vecinos, debido a personas que realizan actividades de minería de material de arrastre

de forma artesanal ya que les acusan de estar “desviando el cauce” intencionalmente, afectando otras actividades que se realizan en las riberas del río. Al respecto, la administración municipal ha realizado visitas y requerimientos en la zona, sin embargo, no ha sido posible subsanar las diferencias y dirimir el conflicto.

▪ **Ganadería extensiva, parte alta del río Verde.**

En las veredas localizadas en la parte alta del río Verde, especialmente Media Cara y Auras del municipio de Córdoba, la comunidad manifiesta, que la ganadería extensiva ha generado la degradación del suelo, tanto por el sobrepastoreo como por el mal manejo de bebederos de agua del ganado. Indican, que la degradación del suelo aumenta la susceptibilidad de procesos de remoción en masa, que no solo pone en riesgo las propiedades y las actividades que en ellas se desarrollan, sino también la ronda hídrica del río Verde. Durante las entrevistas y el Encuentro, las personas indicaron la formación de cárcavas y explicaron las consecuencias negativas de la ganadería extensiva. Asimismo, en la zona se desarrollan actividades de turismo de naturaleza, por lo que se presenta un fuerte interés de garantizar la protección del ambiente y la sostenibilidad, lo cual se opone a la actividad ganadera.

▪ **Agricultura en la ribera y usos del agua.**

En todos los municipios se desarrollan actividades agrícolas, y en algunos sectores éstas se realizan en las riberas de los ríos y las quebradas. De acuerdo con las entrevistas y los Encuentros, la expansión de los monocultivos de aguacate Hass en la vereda Navarco generó transformaciones del paisaje, no solo debido al cambio del uso del suelo (anteriormente predominaba la ganadería) y la compra de terrenos a los campesinos, sino también por la pérdida de cobertura vegetal en la ribera del río. Además, en la vereda Navarco, en el municipio de Salento, los cultivos de aguacate utilizan agroquímicos, lo que ha generado, de acuerdo con las entrevistas y los Encuentros, impactos en la calidad del agua. Un último conflicto se presentó en la vereda Navarco con dos empresas productoras de aguacate, por la captación de agua para los cultivos afectando el consumo de agua para los vecinos, situación que se logró dirimir a favor de la comunidad.

Otro sitio que presenta agricultura (papaya, piña, maíz) en las riberas son las veredas Pisamal (La Tebaida) y La Cabaña (Calarcá), en la parte baja del río Quindío. En esta zona, además de la utilización de agroquímicos, la agricultura se desarrolla en una zona inundable con presencia de humedales. En el municipio de Calarcá también se observan actividades agrícolas en las veredas Aguacatal y Bohemia. Y finalmente, se identifican sitios de agricultura en la ribera de la parte media del río Verde (principalmente aguacate y café).

En los municipios de Córdoba y Calarcá se encontró un malestar por parte de las personas respecto al acueducto del Comité de Cafeteros, puesto que manifiestan, que aprovechan el recurso hídrico para distribución en las zonas rurales. No obstante, indican que el acueducto no es apto para consumo humano sino para actividades agrícolas, a pesar de que las poblaciones rurales acceden al recurso para uso doméstico. Las personas manifiestan que el Comité de Cafeteros son privilegiados en la concesión de aguas, desconociendo las necesidades locales e impidiendo el acceso al recurso hídrico.

▪ Limitaciones de acceso en zonas turísticas

El turismo es una de las principales actividades económicas del departamento del Quindío, en gran medida por el paisaje cultural, que refleja las relaciones entre las actividades humanas y la naturaleza. La ronda hídrica se convierte en espacios para el descanso, la recreación y el turismo de naturaleza (avistamiento de aves y caminatas). No obstante, a pesar de que los ríos y las quebradas, incluyendo las zonas de retiro, son de dominio público, los propietarios limitan el acceso al cobrar el ingreso a los turistas. Esta situación ha causado malestar en habitantes locales, quienes también aprovechan la ronda para actividades como pesca, minería, recreación y descanso, o inclusive como servidumbres para transitar. Estos conflictos se identificaron en las veredas Cocora y Boquía (Salento), en el corregimiento El Caimo (Armenia) y en la parte baja del río Verde.

▪ Aprovechamientos de recursos forestales

De la información aportada por la CRQ, de Peticiones, Quejas y Reclamos (PQR) solo de los años 2019 y 2021 que cuentan con la ubicación, y solo de aspectos forestales, se obtiene lo siguiente: i) se tiene que entre el año 2019 y 2021 se presentaron un total de 83 Peticiones Quejas, reclamos y denuncias ante la autoridad ambiental, siendo el mayor número de denuncias en el municipio de Salento con 40, siguiendo Armenia con 24, Calarcá 18, y Buenavista con una (1); ii) las principales Quejas tienen que ver con tala de guadua principalmente, algunos árboles, nativos, frutales, en algunos caos principalmente en el sector de la Florida Barrio Salvador Allende y la Mariela, para construcción de viviendas subnormales (Tabla 87).

De acuerdo con una entrevista realizada, en la quebrada Cruz Gorda del municipio de Salento se presenta un conflicto entre vecinos con una empresa reconocida productora de papel, ya que tienen un cultivo de Pinos en la ronda de la quebrada en el predio Alegrías, localizado en la vereda Camino Nacional.

Tabla 87. Reclamos o denuncias aprovechamiento forestal

Año	No. de Reclamos o denuncias	Municipio	Tramo - Vereda	Tipo de Denuncia
2019	10	Armenia	La Florida sector Salvador Allende, la Florida y Barrio Uribe. 5 Rio Quindío sector la maría y la Secreta 5	Tala de guaduales y destrucción de áreas verdes para construcciones
2019	15	Salento	Rio Navarco 5 Boquía 4 El agrado 2 Cocora 2 San Juan de Carolina 2	Tala de Árboles, denuncias contra empresas aguacateras,
2019	8	Calarcá	Vereda Bohemia. Quebrada el Pescador 5 Rio Quindío sector la maría 3	Tala de guaduales y quemas para carbón
2021	14	Armenia	Quebrada la Florida sector Barrios Salvador allende Avenida Centenario, La Mariela, otros 12 Rio Quindío sector San Nicolas Y la Secreta 2	Tala de Guadua y arboles
2021	25	Salento	Boquía 5 Cocora 9 El Agrado (La víbora) 1 San Juan de Carolina 8 Vereda Palestina 2	Asuntos de deforestación principalmente de guadua
2021	10	Calarcá	Quebrada el pescador sector Bohemia y Valdepeñas 4 Rio Quindío Sector la María y Balboa 6	
2021	1	Buenavista	Rio Verde	Tala de guadua
Total	83			

6.2.2.3.3 Priorización de actores

Finalmente, la priorización de actores debe tener en cuenta las zonas críticas por problemas ambientales, tensiones y conflictos relacionados de manera directa con las rondas hídricas. En la tabla se observan los sitios identificados como áreas críticas y los actores priorizados (Tabla 88).

Tabla 88. Priorización de actores por áreas críticas

Municipio	Área crítica	Razones	Actores priorizados
Salento	Quebrada El Mudo, cabecera urbana	Las deficiencias de la PTAR, así como la falta de limpieza	Alcaldía de Salento Empresas públicas del Quindío

Municipio	Área crítica	Razones	Actores priorizados
		del cauce genera problemas ambientales	
	Valle de Cocora	Conflictos y tensiones por restricciones ambientales debido al DRMI y actividades de ganadería y turismo	Alcaldía de Salento Mesa ciudadana Propietarios Junta de acción comunal de Cocora
	Vía que comunica la parte baja de Navarco	La vía se localiza en la ribera del río, por lo que está expuesta a las crecientes del río, afectando la movilidad de la población	Alcaldía de Salento Propietarios parte baja de Navarco Gobernación del Quindío (predio San Martín) Junta de acción comunal de Navarco
	Boquía	Ocupación de zonas de amenazas por avenidas torrenciales	Alcaldía de Salento Junta de acción comunal Boquía Propietarios
	Bocatoma EPA	Infraestructura expuesta a amenazas de inundación, avenidas torrenciales	Alcaldía de Salento Junta de acción comunal El Agrado Empresas públicas de Armenia
	El Agrado	Predios, viviendas y vía en ronda hídrica, exposición a inundaciones	Alcaldía de Salento Junta de acción comunal El Agrado
Armenia	Barrios La Mariela, Puerto Rico, Salvador Allende, Guayaquil, Patio Bonito Bajo, San Nicolás, invasión La Playita	Asentamientos informales en ronda hídrica, zonas de amenazas y problemas de saneamiento ambiental (alcantarillado, recolección de residuos, escombros)	Alcaldía de Armenia Empresa de servicios públicos de Armenia Juntas de acción comunal
Calarcá	Giraldo, El Pescador, invasión Colombia	Asentamientos informales en ronda hídrica, zonas de amenazas y problemas de saneamiento ambiental (alcantarillado, recolección de residuos, escombros)	Alcaldía de Calarcá Empresa multipropósito Juntas de acción comunal
	Puente vereda La Bohemia	Disposición de escombros	Alcaldía de Calarcá Empresa multipropósito Junta de acción comunal
	La María	Viviendas construidas cauce del río Quindío, expuestas a crecientes	Alcaldía de Calarcá Junta de acción comunal Ocupantes de las viviendas

Municipio	Área crítica	Razones	Actores priorizados
	Sector Balboa puente	Viviendas construidas cauce del río Quindío, expuestas a crecientes	Alcaldía de Calarcá Ocupantes de las viviendas
	La Cabaña	Pisamal	Alcaldía de Calarcá Propietarios
La Tebaida	Pisamal	Agricultura en la ribera y en humedales	Alcaldía de La Tebaida Propietarios
Córdoba	Auras, Media Cara y Travesías	Remoción en masa, ganadería extensiva y turismo de naturaleza	Alcaldía de Córdoba Propietarios Junta de acción comunal
	Entrerrios	Vía en ronda hídrica, expuesta a crecientes del río	Gobernación del Quindío Alcaldía de Córdoba
Calarcá-Buenavista	Río Verde	Conflictos de acceso, minería artesanal, exposición a amenazas de inundación y avenidas torrenciales	Alcaldías de Córdoba y Calarcá Juntas de acción comunal Propietarios

6.2.3 Diseño y ejecución de la estrategia de participación

En Colombia por mandato constitucional la planeación participativa es una de las principales herramientas para la gestión territorial y ambiental, es así como se evidencian procesos participativos en instrumentos de planificación, tales como: Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, Planes de Desarrollo, Planes de gestión ambiental, entre otros. Por ello, la dimensión social en los planes ambientales, parte de la construcción de un proceso participativo que se sustenta en un principio fundamental “Conocer para actuar”, ya que se considera el conocimiento de todos los actores involucrados como el punto de partida para la planeación participativa.

De este tipo de planificación no escapa el acotamiento de las rondas hídricas y la definición de directrices para su manejo ambiental, que determina la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, ésta propone un enfoque metodológico a partir de la funcionalidad de la ronda hídrica como área de intercambios físicos, químicos y biológicos, considerando que el propósito de protección y conservación propenderá por un uso sostenible de los recursos y evitará la generación de condiciones de riesgo. De tal manera el análisis Físico – biótico va de la mano con el análisis socio - cultural (Minambiente, 2018).

Ello implica la lectura compartida del territorio, en la que intervienen los actores interinstitucionales, el equipo técnico del proyecto y los actores sociales, a través del diálogo

de saberes para el reconocimiento, la identificación de situaciones socioambientales -en este caso específico asociados con la ronda hídrica-, el establecimiento de manejo ambiental y la construcción de alternativas de recomposición para la toma de decisiones consensuadas y validadas.

La estrategia de participación retomó el trabajo de base local, considerado fundamental en el proceso participativo, dando cuenta de las expresiones y representaciones sociales en el proceso de planeación. Propone de igual manera un equilibrio, pertinente de comunicación entre los agentes técnicos y las comunidades, de manera que no se diluya la participación en un proceso artificial; como referente de ello se tendrá en cuenta el significado de **la gobernanza ambiental y el construccionismo social**. Según Gergen (como se citó en Bruno et al., 2018), “el construccionismo social busca explicar cómo las personas llegan a describir, explicar o dar cuenta del mundo donde viven”. Son conversaciones en las que se tiende a generar un proceso de significados, comprensiones, conocimientos y valores colectivos, en donde la comunicación y el lenguaje juegan un importante rol. En cuanto a la gobernanza ambiental, la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas fundamenta la relevancia de la gobernanza, que se orienta hacia el reconocimiento y empoderamiento que los actores tienen de su territorio y que, de dicha interacción, se relacionan y promuevan su manejo sostenible.

Con el construccionismo social como punto de partida en el desarrollo de los ejercicios participativos, se consideró como principio básico la construcción y apropiación del conocimiento como acción política reflexiva para generar cambios estructurales desde lo local. Ejercicios que conllevaron a la realización de conversaciones entre los actores, en torno a, no solo la identificación de conflictos, sino también conversaciones para concertar y proponer alternativas y estrategias de manejo a las dificultades encontradas. Ello conlleva a la implementación de un lenguaje común, la explicación de la realidad desde las experiencias vividas, el conocimiento y la percepción que tienen los actores sobre su territorio.

Este abordaje se realizó desde la mirada y conocimiento de los actores, desde su rol institucional o comunitario, según el contexto del territorio en cada municipio y las del recorrido por tramos del río Quindío y sus afluentes priorizados, por tanto, las dinámicas de participación serán diversas, al igual que los análisis.

6.2.3.1 Objetivo de la estrategia de participación

Facilitar la vinculación efectiva de los actores a partir de sus experiencias, conocimientos y propuestas, en las diferentes fases del proceso de acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y afluentes priorizados, mediante la realización de escenarios, espacios de

encuentro y la implementación de las herramientas establecidas en la ruta metodológica para la participación.

6.2.3.2 Ruta Metodológica de la estrategia de participación

Para el desarrollo del componente de participación en el proyecto se realizó la siguiente ruta metodológica:

- Revisión de información existente.
- Estructuración o diseño del esquema: estrategia de participación.
- Implementación de herramientas y técnicas de trabajo comunitario.
- Desarrollo de espacios de encuentro.
- Socialización del informe final y devolución de la información a la comunidad.

6.2.3.3 Revisión de información existente

Consistió en la revisión de información de fuentes secundarias, tanto sobre procesos participativos llevados a cabo, y sobre bases de datos de actores sociales existentes, (procesos POMCA, manejo de cuencas en el departamento). Se revisó algunos antecedentes de participación en la región en planes de ordenamiento y planes de manejo ambiental, entre otros.

6.2.3.4 Estructuración del diseño de la estrategia de participación

Tiene la intención de proporcionar una ruta para la inclusión de los actores en el proceso (Figura 295 y Tabla 89).



Figura 295. Estrategia de participación

Tabla 89. Ruta y grupos en estrategia de participación

Grupos de información	Grupos activos	Grupos de influencia
Primer nivel en la participación Retoma la socialización del plan y las fases que lo componen.	Las comunidades expresan iniciativas y consideran necesaria su participación a través de representantes o delegados.	Participación en la que se contribuye directamente, con conocimiento y habilidades.

Grupos de información	Grupos activos	Grupos de influencia
Forma menos intensa, participantes receptivos, pero no hacen mayores aportes. Se limitan a ser informados.	Grupos con trayectoria, que desarrollan acciones encaminadas a los objetivos del proyecto, pero de manera autónoma.	Inciendiando con precisión en la toma de decisiones, ejercicios políticos para construcción de lo deseado.

En este sentido, se propuso una estrategia de participación en la que los actores estuvieran informados sobre el proceso de acotamiento de la ronda hídrica, donde evidenciaron su conocimiento sobre los servicios ecosistémicos que presta la misma y manifestaron sus posturas acerca de los problemas y los retos que enfrenta el manejo de las rondas hídricas, y en la que se reconocieron sus propuestas en torno a las estrategias de manejo ambiental; todo lo anterior, conforme a la delimitación física de las rondas hídricas del río Quindío y sus tributarios priorizados. Con esta definición territorial se contextualizó la estrategia a desarrollar en la categoría de municipio por lo que se propone un proceso participativo en los municipios de Armenia, Salento, Calarcá, Córdoba, Buenavista y La Tebaida. Dicho proceso contó con diferentes momentos en los que los actores avanzan en su involucramiento con el proyecto.

En primera instancia se proporcionó con los actores espacios de conocimiento y retroalimentación alrededor del tema de la ronda hídrica, es en este momento en el que se identificó el nivel de acercamiento con su territorio, la manera como lo viven y comprenden.

En segundo lugar, se compartió espacios de reconocimiento del estado actual de la ronda hídrica, se identifican atributos, situaciones problemáticas, tensionantes y conflictos, se realizó una lectura compartida, análisis participativo de dicho territorio determinando desajustes derivados de dichos conflictos.

En tercer lugar, se generó un espacio propositivo de ideas y prospectiva, que procura visualizar acciones y procesos que conlleven al desarrollo de estrategias de manejo de la ronda hídrica.

Por último, se debe devolver la información y socializar los resultados del proyecto a los actores, en un espacio de encuentro y cierre del proceso participativo.

6.2.3.5 Implementación de herramientas y técnicas de trabajo comunitario en procesos socioambientales.

La estrategia contempló el diseño y aplicación de instrumentos tanto de recolección de información como de trabajo comunitario, teniendo en cuenta el tipo de actor, diversidad de actores y las características que los identifican, de modo que se logró una inclusión de todos y cada uno de ellos en el proceso participativo. De esta manera la estrategia: cartografía

social, entrevistas generativas, mapeo de actores, recorridos de campo, trabajo colaborativo, líneas de tiempo, reuniones, encuentros de concertación y video didáctico.

Son algunas de las herramientas para el trabajo colectivo en el proceso, las cuales facilitaron la apropiación y comprensión del proyecto como la recolección de información y principalmente la construcción conjunta de propuestas de manejo ambiental de la ronda hídrica desde la mirada comunitaria.

6.2.3.5.1 Desarrollo de espacios de encuentro.

Son los diferentes escenarios en los que los actores formaron parte del proceso, son herramientas de participación indispensables para la recopilación de información y la toma de decisiones. En ellos, se realizó una socialización breve del proyecto, sus fases, la retroalimentación del mapa de actores y la presentación de los resultados y avances. Se plantearon los siguientes encuentros:

- Encuentro 1 Diálogo de saberes: “La ronda hídrica y sus servicios ecosistémicos”
- Encuentro 2 Prospectiva: “Estrategias de manejo aportes comunitarios”
- Encuentro 3 Devolución: “Socialización de la información”

La realización de los encuentros con los actores fue por municipio, sin embargo, los municipios de Córdoba, Buenavista y La Tebaida se unieron, y los encuentros se realizaron en el municipio de Córdoba, debido a que la ronda hídrica perteneciente a estos municipios es pequeña en términos de lo que corresponde a veredas o áreas en los que se encuentren actores representativos a participar (Tabla 90).

Tabla 90. Numero de encuentros por municipio

Municipio	Cantidad de Encuentros
Armenia	3
Salento	3
Calarcá	3
Córdoba, Buenavista y La Tebaida	3
Total	12

▪ Diálogo de saberes: “La Ronda hídrica y su Importancia”

Es importante que los asistentes desde el inicio se sientan parte del proceso y den continuidad a la participación a lo largo del ejercicio de acotamiento de la ronda hídrica. Por esta razón, se realizó una breve presentación de los alcances del proyecto, los

componentes y del equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia. Igualmente, se mencionó el artículo 206 (Rondas Hídricas) de la Ley 1450 de 2011 - Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para Todos”.

En este espacio la actividad central se desarrolló en torno a la identificación del conocimiento y percepción de los actores con relación a la Ronda Hídrica, para lo cual se respondió por parte de los participantes las siguientes preguntas:

- ¿Qué entiende por ronda hídrica y acotamiento?
- ¿Qué importancia tiene para ustedes la ronda hídrica?
- ¿Por qué es importante acotar?
- ¿Qué entiende por servicios ecosistémicos?

Por el carácter técnico relevante en el proyecto, la socialización de las respuestas se hizo en una plenaria donde se retroalimentó por parte del equipo técnico. El propósito básico de este ejercicio fue el de reconocer los conceptos, unificar el lenguaje y posibilitar la comprensión acerca del asunto para futuros diálogos y posteriores encuentros. Para reforzar la conceptualización se presentó un video didáctico que explica la ronda hídrica y su importancia, el cual hizo parte de la divulgación y se compartió con los actores a sus contactos en redes sociales. (WhatsApp y correo electrónico), al igual que la presentación de las diapositivas a quienes lo solicitaron.

▪ **Diagnóstico participativo: “La ronda hídrica y sus servicios ecosistémicos”.**

Este ejercicio tuvo como propósito la identificación del estado actual de la ronda hídrica desde la mirada, conocimiento y experiencias de los actores. Como base fundamental, se partió del reconocimiento de las condiciones favorables, potencialidades, capacidades y recursos con que cuenta la ronda hídrica que cada actor conoce, de igual manera se hizo la identificación de problemáticas, conflictos o situaciones que generan tensión con respecto a la ronda hídrica, así se obtuvo una revisión o chequeo general de las áreas de ronda hídrica.

Aquí se precisa la importancia de la cartografía social ya que es una herramienta que sirvió para construir conocimiento de manera conjunta. Esta construcción se logró a través de la elaboración conjunta de mapas, que generaron procesos de comunicación entre los actores participantes y puso en evidencia diferentes tipos de saberes que se integraron para alcanzar una visión temporal y espacial del territorio, en este caso de la ronda hídrica, Teniendo en cuenta que igualmente el territorio es una construcción social que se define y

redefine continuamente a partir del significado y uso que sus pobladores le den cotidianamente.

Posteriormente se focalizó el análisis en dos objetivos: La identificación de los servicios ecosistémicos y áreas críticas de riesgos y amenazas por inundaciones y avenidas torrenciales; aspectos que se mapearon sobre un croquis cartográfico básico de la ronda hídrica que ellos conocen, esta actividad que se desarrolló en equipos permitió el trabajo colaborativo, compartir de experiencias y conocimientos entre los actores de forma que construyeron su propio conocimiento de la ronda hídrica.

▪ **Prospectiva: “Estrategias de manejo aportes comunitarios”**

La prospectiva es la capacidad que se genera con los actores de poder visualizar y tener una lectura o imagen clara de su territorio de forma presente (cómo estamos) y con base en ella, interpretar, imaginar o proyectar a futuro (cómo quisiéramos estar). La prospectiva se puede revisar desde dos aspectos con los actores: Los escenarios tendenciales y los escenarios deseados en donde para su análisis se emplea la técnica de Diagnóstico-Pronóstico, es decir con base en el ejercicio de diagnóstico participativo anterior y con la información allí recolectada y organizada por categorías de análisis, los actores mapifican de igual manera en cartografía social un mapa de tendencias (de continuar así, podemos llegar a estar así) y el mapa del futuro deseado con representación del deber ser de la ronda hídrica. Un ejercicio seguido es el de planteamiento de acciones posibles y realizables que formarán parte de una estrategia de manejo.

Entendiendo que lo deseable no siempre puede ser posible, se apostará por alternativas en un escenario posible. Para esta apuesta se propone trabajar en las dimensiones y conflictos identificados en el diagnóstico.

En esta fase, no cualquier forma de participación contribuye al propósito, aquí los actores deberán exponer ideas fortalecidas de transformaciones, de resignificación y de valoración por la ronda hídrica.

▪ **Devolución: “Socialización de la información”**

Esta es la parte de cierre de la estrategia, en la que se hace devolución de la información y resultados de la formulación del proyecto de acotamiento de las rondas hídricas priorizadas, se socializa a los actores y se deja la invitación para que continúen la participación desde sus espacios y representatividad en pro del mejoramiento y manejo de lo que pueda quedar establecido. Aquí es indispensable hacer una evaluación de logros y dificultades en el proceso participativo que incidieron en la estrategia.

▪ Síntesis de los Encuentros 1

Los Encuentros se realizaron entre el 1 y el 4 de junio de 2022 en los municipios de Armenia, Salento, Córdoba y Calarcá. Las memorias de los Encuentros se pueden consultar en el Anexo 6 del informe. En los Encuentros participaron actores de las alcaldías municipales, principalmente de las Secretarías de Planeación, las Oficinas Municipales de Gestión del Riesgo y personal del Parque Nacional Natural Los Nevados. También participaron representantes de empresas de servicios públicos, sector productivo, propietarios privados y organizaciones de la sociedad civil y juntas de acción comunal.

En el municipio de Armenia la mayoría de las intervenciones de los participantes giraron en torno al problema de la expansión urbana en zonas expuestas a amenazas y rondas hídricas, tanto por invasiones informales como por otro tipo construcciones. Al respecto, los participantes destacaron que la falta de control urbano, la desactualización del plan de ordenamiento territorial y el incumplimiento de las normas son factores que generan riesgo y ocupación de la ronda hídrica.

En el municipio de Salento, los participantes realizaron una serie de preguntas y comentarios en torno a la interpretación del artículo 83 del Decreto 2811 con relación a los 30 metros de retiro de las corrientes hídricas y los derechos adquiridos por los particulares, la función social y ecológica de la propiedad, las restricciones de uso impuestas a los propietarios y habitantes locales por el Distrito Regional de Manejo Integrado y la provisión de agua para el acueducto de Armenia, la demanda de acceso a agua para el acueducto de Salento, el uso de la tecnología LIDAR para el levantamiento de la topografía, la amenaza de avenidas torrenciales en Boquía, la falta de actualización del EOT de Salento, los impactos del turismo, las razones de la priorización de las corrientes de agua para el acotamiento de la ronda hídrica (especialmente por qué la mayoría de ellas se encuentran en Salento), el valor del paisaje en Cocora, entre otras.

En el Encuentro realizado en el municipio de Córdoba, los participantes plantearon una serie de preguntas y comentarios, principalmente sobre la incidencia de la ganadería extensiva en la generación de deslizamientos en la parte alta de la unidad hidrográfica; también explicaron otros problemas que se presentan por el turismo y la apropiación de la ronda hídrica, la afectación de la infraestructura vial, el uso de agua para riego, la desactualización del plan de ordenamiento territorial y la importancia para la biodiversidad que tiene río Verde.

En el municipio de Calarcá, los participantes abordaron temas relacionadas con el cambio climático y sus efectos, las razones de la priorización de las corrientes de agua para el acotamiento de la ronda hídrica, las invasiones en la quebrada El Pescador, los vertimientos

de aguas residuales y residuos sólidos sobre los ríos y quebradas, la minería, conflictos y tensiones por la apropiación indebida de la ronda hídrica por parte de propietarios impidiendo su uso a la minería y la población, y la falta de voluntad y control por parte de las autoridades.

En términos generales, los participantes plantearon dificultades que se presentan en las rondas hídricas y que pueden tener incidencia en su manejo, como la desactualización de los planes de ordenamiento territorial, la expansión urbana y la falta de control, una legislación poco clara con muchas interpretaciones, la desarticulación de las entidades públicas, la apropiación de zonas de dominio público, la poca participación social y la falta de educación ambiental. Los participantes también indicaron las potencialidades de la ronda hídrica, tanto las que se pueden generar con su acotamiento y manejo, así como las existentes. Entre las potencialidades, se destaca la recuperación de los servicios ecosistémicos, la apropiación de espacios públicos y lugares de encuentro, el ecoturismo, la biodiversidad, el paisaje, la generación de conocimiento sobre el territorio, las iniciativas privadas y la voluntad de unos propietarios para conservar.

▪ **Síntesis de los Encuentros 2**

Los Encuentros se realizaron entre el 20 y el 23 de septiembre de 2022 en los municipios de Armenia, Salento, Calarcá y Córdoba respectivamente. Las memorias de los Encuentros se pueden consultar en la carpeta del Anexo 6. En los Encuentros participaron actores de las alcaldías municipales, principalmente de las Secretarías de Planeación, las Oficinas Municipales de Gestión del Riesgo y personal del Parque Nacional Natural Los Nevados. También participaron representantes de empresas de servicios públicos, sector productivo, organizaciones de la sociedad civil y juntas de acción comunal.

En el municipio de Armenia los participantes manifestaron preguntas y comentarios en torno a la articulación de la ronda hídrica con el ordenamiento territorial, el control urbanístico, las invasiones informales, las restricciones sobre los predios y la incorporación de la ronda hídrica en los procesos de titulación de terrenos. En el análisis de prospectiva los participantes propusieron varias acciones, tales como: normas de protección en el POT, sanciones, educación ambiental e incentivos para que los actores preserven y restauren la ronda hídrica. En el ejercicio de cartografía social, los participantes destacaron la combinación de estrategias de preservación y restauración, la restauración de la parte alta de la quebrada La Florida y la implementación de estrategias de uso sostenible en la zona urbana y en la parte baja del río Quindío.

En el municipio de Salento los participantes plantearon preguntas sobre los efectos del calentamiento global y el método de la priorización para elegir las corrientes priorizadas y

la no inclusión de otras fuentes hídricas como Aguas Claras y Santa Rita. En el análisis de prospectiva los participantes propusieron varias acciones, tales como: ajuste del ordenamiento territorial, educación ambiental, generar alternativas financieras para la conservación y mantenimiento de las rondas hídricas (Esquemas de PSA, retribución, compensaciones, beneficios a los propietarios) y armonizar herramienta de planificación y ordenamiento. En el ejercicio de cartografía social, los participantes resaltaron la preservación de los nacimientos de agua, la restauración en las partes medias y bajas de los afluentes, usos sostenibles en zonas de producción aguacatera, plantaciones forestales y de desarrollo turístico.

En el municipio de Calarcá los participantes enfatizaron en la necesidad de priorizar otras corrientes para el acotamiento de la ronda hídrica, como el Cofre y Santo Domingo. En el análisis de prospectiva los participantes propusieron varias acciones, tales como: sensibilizar a la población, cumplir con las normas de ordenamiento territorial, realizar actividades con las industrias que se benefician de las fuentes y buscar alternativas de usos sostenibles, proyectos sostenibles de parques lineales y educación ambiental en niños de la zona rural. En el ejercicio de cartografía social los participantes propusieron la restauración de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador y la estrategia de usos sostenibles en la parte baja del río Quindío

Finalmente, en el Encuentro realizado en el municipio de Córdoba, los participantes reflexionaron sobre el papel de las comunidades y el acompañamiento de la CRQ para el manejo ambiental de las rondas hídricas; también se recalcó la necesidad de convocar en la estrategia de participación a todos los propietarios que tienen predios en la ronda hídrica y que pueden afectarse por el acotamiento y sus restricciones. En el ejercicio de cartografía social, los participantes plantearon la preservación de la parte alta de río Verde, la restauración de la parte media; y finalmente, la implementación de usos sostenibles en la parte baja.

En la Figura 296 se presenta la integración de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas propuestas en los diferentes Encuentros por los participantes a los mismos.

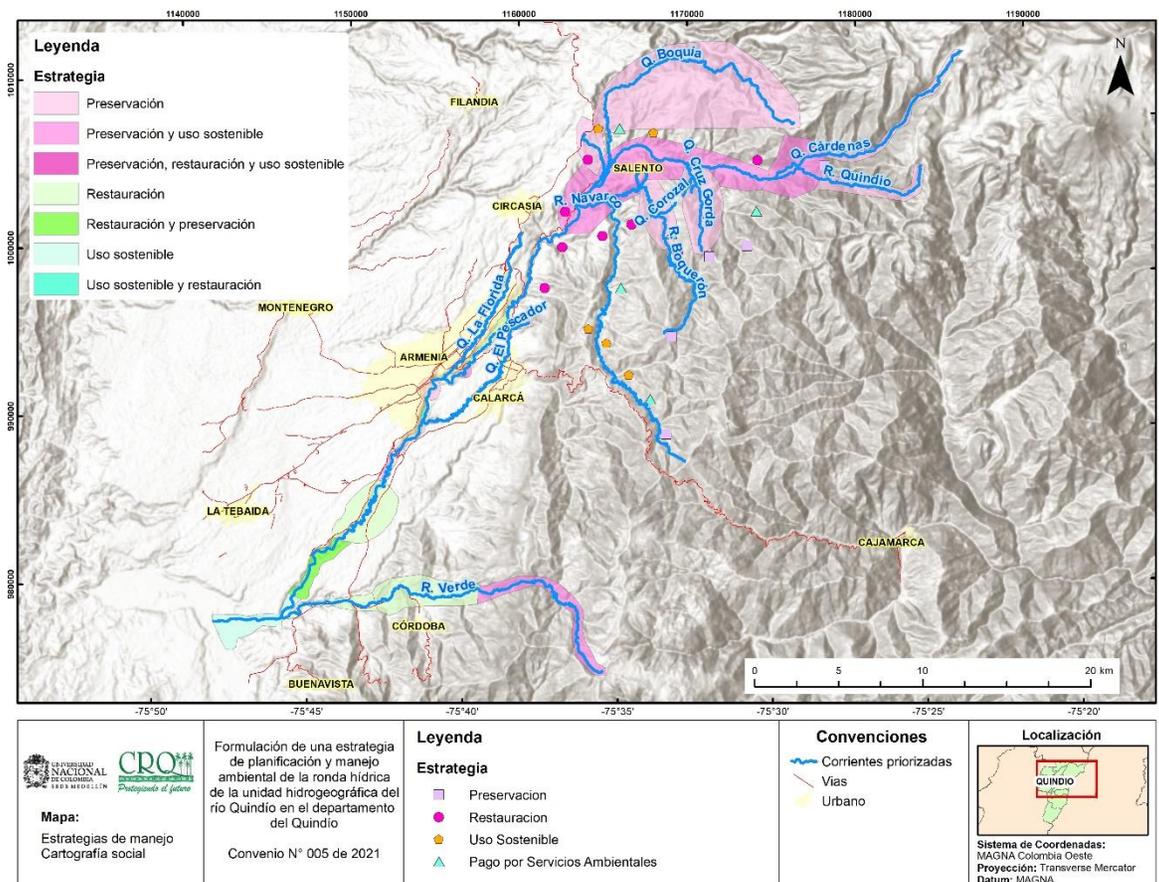


Figura 296. Consolidación de las estrategias para el manejo de las rondas hídricas propuestas por los participantes a los Encuentros

▪ **Síntesis de los Encuentros 3**

Los Encuentros se realizaron entre el 8 y el 11 de noviembre de 2022 en los municipios de Armenia, Salento, Calarcá y Córdoba respectivamente. Las memorias de los Encuentros se pueden consultar en el Anexo 8. En los Encuentros participaron actores de las alcaldías municipales, principalmente de las Secretarías de Planeación, las Oficinas Municipales de Gestión del Riesgo y personal del Parque Nacional Natural Los Nevados. También participaron representantes de empresas de servicios públicos, sector productivo, organizaciones de la sociedad civil y juntas de acción comunal y líderes.

En el municipio de Armenia los asistentes manifestaron la importancia de que los entes territoriales analicen con detalle y revisen las estrategias de manejo propuestas para que se apliquen las mismas.

Pidieron mayor claridad con respecto a la ronda hídrica y el área de inundación, ya que mostraron preocupación específicamente por algunos sectores urbanos de construcciones en partes de la quebrada La Florida y en el sector de La María. Se propició una conversación acerca de los estudios que ya tiene la CRQ específicamente del río Quindío, en contraste con este de ronda hídrica, también los empresarios de las curtiembres de La María manifiestan haber normalizado su actividad económica en el sector a través del pago de los impuestos estatales, la generación de empleo y de las grandes inversiones que han hecho.

La ronda hídrica y la mancha de inundación correspondiente al componente hidrológico abarca prácticamente todo el sector, para lo que se considera de importancia estrategias creativas y acciones mínimas de alertas tempranas. Finalmente, preguntaron acerca de los procedimientos futuros una vez la universidad presente el informe final a la CRQ, a lo que se respondió que una vez CRQ reciba el informe realizará la revisión correspondiente y recibirá las observaciones a las que haya lugar para dar paso a la realización de un acto administrativo que lo adopte para posteriormente ser entregado como herramienta de planificación de los municipios y quedará establecido como determinante ambiental de mayor jerarquía frente a la planificación territorial mientras que el estudio de amenazas por inundaciones y avenidas torrenciales, que está realizando la Universidad Nacional de Colombia, quedará como insumo para que los municipios dentro de sus responsabilidades y competencias desarrollen el estudio detallado de riesgos y puedan tomar las medidas correspondientes frente al tema.

En el municipio de Salento los participantes manifestaron la importancia del trabajo comunitario y participativo por lo cual consideran que debió desarrollarse este aspecto con mayor tiempo e intensidad. Igualmente manifestaron la preocupación por considerar que “otra determinante más” como el acotamiento de la ronda hídrica pueda llegar a afectar aspectos culturales como el paisaje que favorecen especialmente al valle de Cocora, “único en el mundo”, que de pronto no armonice con la dinámica que se tiene del turismo de naturaleza y con la posibilidad de “convertir el valle en una selva que acabe con el paisaje”, perdiendo la actividad económica de importante reconocimiento en el territorio. Se realizó por interés de los participantes, el recorrido cartográfico en imágenes empezando en la quebrada Cárdenas y de ahí hacia aguas abajo, se aclararon inquietudes respecto a los 30 metros de ley en relación al retiro de las fuentes hídricas, con la ronda hídrica y su delimitación, en donde juega un papel fundamental el componente ecosistémico, además se aclaró que la categoría de manejo de preservación está contemplada en varios instrumentos con opciones que posibiliten la biodiversidad.

En el municipio de Córdoba, los participantes debatieron sobre la Ley 2° de 1959, que crea la Reserva Forestal Central; sin embargo, hay presión para que algunas zonas puedan ser

ocupadas. Se concluye que la envolvente que define la componente ecosistémica, las estrategias de manejo que se proyectan son restauración y preservación. Por otra parte, la ronda hídrica del río Verde se observa en términos generales muy preservada, excepto algunos puntos como el del sector entre ríos donde se localizan los restaurantes y balnearios, zona que se encuentra ocupando el cauce con dichas actividades económicas; por tanto, debe pensarse en un manejo de restauración y limitación de construcciones así sean edificaciones transitorias. La líder comunal del sector mencionó que la quebrada Sardineros presenta eventos recientes de creciente, por lo que consideran que debe ser de prioridad para el estudio de su acotamiento.

Se reflexiona además sobre cómo sería el manejo de los títulos mineros en la ronda hídrica, para lo que se precisa que se debe articular con el Código Minero y revisarse si las licencias son viables y sostenibles, para pensar en estrategias de manejo sin afectar que la ronda hídrica pueda cumplir su función y revisar que transición se puede hacer de manera compensadora. Se reflexiona también acerca de la guadua ¿Si no es guadua qué? ¿Cuáles especies para implementar la preservación y la restauración? A lo que se precisó que la restauración es un proceso de regeneración y revegetalización natural y garantiza la biodiversidad ya que no es selectiva.

En el municipio de Calarcá los participantes preguntaron acerca del tiempo de retorno y las probabilidades de ocurrencia de algún evento, a lo que se precisó mencionando que para un periodo de dos (2) años tiene su registro por el propio cauce, en 15 años son marcas más amplias y que en la quebrada El Pescador es casi igual al cauce. Se aclaró que en el sector es importante que las personas tengan en cuenta las probabilidades de ocurrencia de crecientes súbitas, y prepararse para ello. Se realizó el recorrido cartográfico en imágenes en los puntos de interés para los asistentes, ellos son: la quebrada El Pescador en la parte urbana de los barrios Giraldo, Valencia, Valdepeña y del río Quindío en el sector de La María. Se mencionó que por ejemplo el Barrio Valdepeña fue construido con toda la normatividad de la época y aun así quedó incluido en la ronda hídrica, de ahí se mencionó sobre la importancia de limitar las nuevas construcciones así sean temporales y que corresponderá al municipio realizar los estudios detallados de riesgos para revisar la amenaza. Manifestaron algunas inquietudes sobre el manejo de la ronda hídrica en esos sectores en donde el cauce se encuentra demasiado intervenido y ocupado, el manejo con los grandes propietarios de predios que se consideran dueños hasta del cauce y del río.

Finalmente se hizo una sugerencia de parte de los asistentes a Planeación municipal para que en el POT sea tenido en cuenta este estudio y se empiece a trabajar en ello desde ya y en lo posible que el Alcalde pueda tener un tiempo o un periodo determinado para que asuma el manejo de las rondas hídricas, sin esperar a que pase algo para actuar, a lo que

se aclaró que el acotamiento de la ronda hídrica y su manejo no son sujeto de periodos de cumplimiento sino que se convierte en una determinante ambiental de la que el municipio se debe hacer responsable desde el momento que se adopta por la CRQ. Se aclaró que el estudio de amenaza por inundaciones y avenidas torrenciales, que está realizando la Universidad Nacional de Colombia, es un insumo para los municipios puedan desarrollar los estudios detallados de riesgo de su jurisdicción. Contrario al acotamiento de la Ronda hídrica que si es una determinante ambiental y se explica el procedimiento que continua una vez la Universidad entregue el estudio a la CRQ.

6.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

6.3.1 Identificación preliminar de los servicios ecosistémicos

La identificación de servicios ecosistémicos se realizó en cada uno de los tramos priorizados para el acotamiento de la ronda hídrica, teniendo en cuenta la Guía Técnica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Para la identificación, tal como se explicó en el capítulo de la metodología, se desarrolló una triangulación de múltiples fuentes de información como el POMCA río La Vieja y el Plan Ordenamiento del recurso hídrico del río Quindío (PORH río Quindío), también se realizaron entrevistas semiestructuradas y encuentros de cartografía social; asimismo, se analizó la información geográfica de las coberturas que ocupan la ronda hídrica, principalmente aquellas de bosques y áreas seminaturales.

Ahora bien, el establecimiento de rondas hídricas, como norma de superior jerarquía y determinante ambiental (artículo 2.2.3.2.3A.1. del Decreto 1076 de 2015), tiene entre sus objetivos la protección de los nacimientos y de las corrientes de agua, las cuales abastecen a la población y a los sectores productivos. En la zona de estudio, se observa que el abastecimiento agua es uno de los principales servicios ecosistémicos relacionados con la ronda hídrica, especialmente en la parte alta de la unidad hidrográfica del río Quindío. Asimismo, se reconoce la presencia de acuíferos en la zona de estudio, por lo que las rondas hídricas en buen estado de preservación posiblemente facilitan la recarga de éstos.

Además de lo anterior, las rondas hídricas brindan servicios relacionados con la regulación, siempre y cuando se encuentren en un buen estado de preservación. Estos servicios abarcan el mejoramiento o mantenimiento de la calidad del agua. Asimismo, teniendo en cuenta las entrevistas y Encuentros, se pueden identificar como sitios de regulación hídrica los nacimientos donde se produce el agua y la zona de páramos, así como los humedales localizados en las veredas Palestina, Valle de Cocora, Camino Nacional (Salento), Pisamal (La Tebaida) y La Cabaña (Calarcá).

La protección y restauración de las rondas hídricas, como corredores ecológicos, permiten generar o mantener los servicios de provisión de hábitat de especies de flora y fauna, ciclos de los nutrientes y la producción de materias primas. Al observar la distribución espacial de diferentes áreas protegidas de la región (Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad - AICA, DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, Parque Nacional Natural Los Nevados, Reservas de la Sociedad Civil, Reservas Forestales Protectoras, Páramos), se muestra el potencial de las rondas hídricas como agente de conectividad regional. A su vez, la distribución espacial de coberturas de bosques y áreas seminaturales muestra que hay conectividad en gran parte de los tramos priorizados, gracias a la presencia de bosques densos, bosques de galería y riparios y vegetación secundaria o en transición.

Dadas las condiciones geomorfológicas de la región, la no ocupación de las rondas hídricas previene o controla la erosión en zonas de laderas, evitando o reduciendo la exposición. De esta forma, la regulación de inundaciones y el control de la erosión son servicios ecosistémicos asociados con la preservación de las rondas hídricas en zonas de amenaza.

La mayoría de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios integran las rondas hídricas como un elemento estructurante del espacio público natural, en el cual se pueden realizar actividades de recreación, ecoturismo, educación e investigación. Igualmente, la ronda hídrica constituye un elemento dentro del paisaje cultural cafetero, declarado como patrimonio de la humanidad desde el 2011. Este paisaje se considera excepcional porque es resultado del café de montaña, los cultivos de ladera, las tradiciones, las pequeñas propiedades, la producción sostenible, y de interés para este proyecto, por la disponibilidad de los recursos hídricos (Guzmán-Díaz et al., 2019). Debido al paisaje, dentro del cual hace parte las corrientes de agua y sus riberas, el turismo cultural y de la naturaleza constituye una de las principales actividades económicas de la región.

A partir de las entrevistas semiestructuradas, se observó que la mayoría de las personas reconocen algunos de los servicios ecosistémicos relacionados con las rondas hídricas, como la biodiversidad, la provisión de agua limpia, la captura de CO₂. La nube de palabras muestra palabras claves mencionadas durante las entrevistas, de acuerdo con la importancia percibida por los diferentes actores (Figura 297). En la mayoría de las entrevistas y los Encuentros, las personas enfatizaron en el servicio del paisaje. Incluso, éste constituye una fuente de inspiración para los artistas de la región (Figura 298).

Tabla 91. Servicios ecosistémicos identificados en los Encuentros a nivel municipal

Municipio	Servicios ecosistémicos
Armenia	Aprovisionamiento para las captaciones de las curtiembres y la Pequeña Central Hidroeléctrica El Bosque. Bosque ripario. Zonas de recreación en la vereda San Juan de Carolina y corregimiento El Caimo
Salento	Provisión de agua Biodiversidad Paisaje Palma de cera (<i>Ceroxylon quindiuense</i>) Sitios arqueológicos
Calarcá	Abastecimiento de agua Recreación y ecoturismo río Verde Regulación hídrica
Córdoba, Buenavista y La Tebaida	Turismo y recreación Río Verde. avistamiento de aves Educación e investigación Bosques Suministro de agua, Suministro de alimentos Regulación hídrica

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

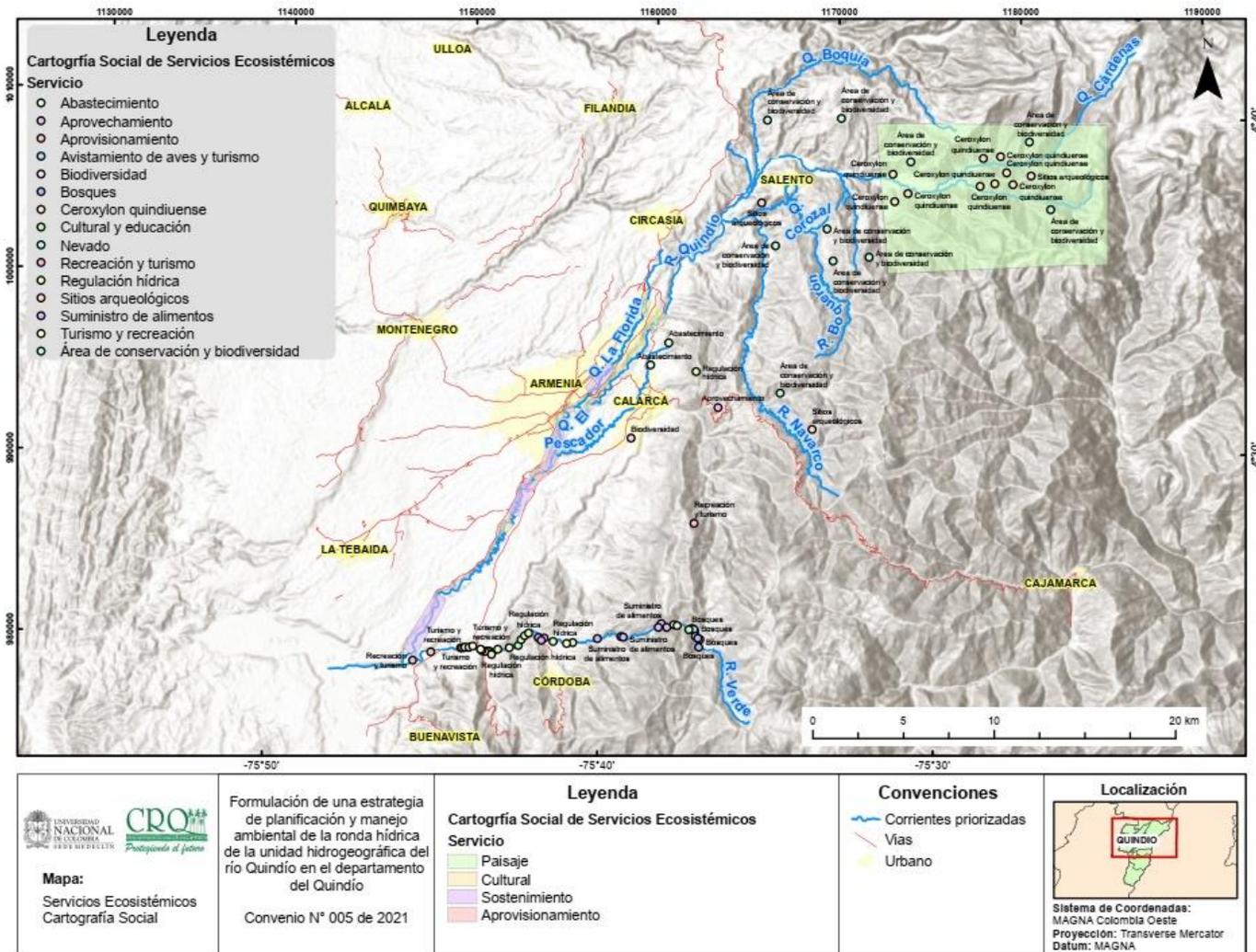


Figura 299. Integración de la cartografía social de los servicios ecosistémicos

6.3.2 Identificación de los servicios ecosistémicos por corrientes priorizadas

Se describen a continuación los servicios ecosistémicos identificados en cada una de las corrientes priorizadas a partir de la integración y consolidación de la información recopilada de fuentes primarias y secundarias consultadas.

6.3.2.1 Río Boquerón

Para el río Boquerón, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003) en la categoría de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios se presentan por la dominancia de la cobertura de bosque y podrían presentarse en menor calidad y cantidad para las coberturas con menor complejidad estructural como aquellas dominadas por la vegetación herbácea y/o arbustiva y en las áreas abiertas.

Por la presencia de cultivo y pastos, se presentan, adicionalmente a las categorías previas de servicios ecosistémicos, también se presenta la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua. Finalmente, por las características estéticas y la calidad visual, se presenta la categoría de servicios culturales, específicamente, los servicios de recreación y ecoturismo.

De acuerdo con entrevistas realizadas, en el río Boquerón se desarrolla minería artesanal de oro, mediante la técnica de barequeo. Sin embargo, los entrevistados han manifestado que la minería de oro ha disminuido por escasez del recurso mineral, así como por conflictos y tensiones con propietarios privados y las autoridades públicas, debido a las limitaciones de acceso a terrenos que están en la ronda hídrica.

En el río Boquerón, si bien no hay una continuidad longitudinal de las coberturas de bosque o vegetación secundaria debido a la presencia de pastos, se observa que constituye un corredor ecológico que está conectado con las quebradas El Mudo y La Calzada y el río Navarco. De este modo, la cobertura de bosque denso ocupa un 82% del área total de su ronda hídrica.

6.3.2.2 Río Quindío

Para el río Quindío, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), en la categoría de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios se presentan por la dominancia de la cobertura de bosques y podrían disminuir en cantidad y calidad cuando las coberturas presentes estén antropizadas, transformadas y menor complejidad estructural como aquellas dominadas por vegetación herbácea o sin coberturas.

El río Quindío puede considerarse como el principal eje de conectividad ecológica de la región, debido a que nace en el páramo Los Nevados en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ y el DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento y finaliza su recorrido en la llanura de inundación. En todo el trayecto desembocan diferentes tributarios, que a su vez también son corredores ecológicos en sus unidades hidrográficas. No obstante, el paisaje del río Quindío se encuentra fragmentado, principalmente en la parte media de la cuenca.

Al observar la distribución de las coberturas y áreas seminaturales, se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica, un 23% corresponde a vegetación secundaria o en transición, un 16% a bosque de galería y ripario y un 4% a bosque denso. Estas coberturas constituyen el hábitat de flora y fauna de la ronda hídrica del río Quindío. Por la presencia de cultivos, se presenta igualmente, la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua.

A lo largo del río Quindío, se encuentran numerosos sitios de importancia sociocultural por ecoturismo, recreación y deporte, paisaje y arqueología. Estos sitios corresponden al Valle de Cocora, Casa de los Colibríes, las cascadas, el mirador del cañón del río Quindío, La Secreta, el Recorrido de la cultura cafetera RECUCA, sitios para paseo de olla en Carolina del Príncipe, Chaguala, El Caimo entre otros. Es importante destacar que en la parte alta del río Quindío, cerca de la desembocadura de la quebrada Cárdenas, se encuentran numerosos sitios de interés arqueológico (ICANH, 2021).

Además de lo anterior, el río Quindío brinda servicios ecosistémicos con importancia para la economía de la región. Por un lado, se encuentran 8 concesiones de agua, 4 de uso doméstico, 3 de uso energético y 1 acuícola. Los principales usuarios son las Empresas de

Servicios Públicas (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021). Y finalmente, el río Quindío brinda recursos minerales, que son aprovechados principalmente en la parta baja por mineros artesanales (oro, arenas, grava).



Figura 300. Aprovechamiento de recursos minerales. Cortesía de la Asociación de Barequeros Artesanales del Río Quindío.

6.3.2.3 Río Navarco

En general para el río Navarco, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), en la categoría de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios se presentan por la dominancia de la cobertura de bosques y podrían disminuir en cantidad y calidad cuando las coberturas presentes estén antropizadas, transformadas y menor complejidad estructural como aquellas dominadas por vegetación herbácea o sin coberturas.

El río Navarco tiene su nacimiento en el Alto de la Línea, en áreas de reservas forestales protectoras. En esta zona se práctica ecoturismo, especialmente actividades de senderismo y avistamiento de aves. En el Alto de la línea también se ha reportado la presencia de sitios arqueológicos, los cuales son visitados por los turistas. En el ejercicio de cartografía social, se destacó la parte alta del río Navarco como áreas de importancia para la conservación y la biodiversidad.

Desde hace muchos años, el río Navarco ha sido fuente de recursos para la minería artesanal y de subsistencia en la extracción de oro. Sin embargo, las personas entrevistadas que se dedican a la minería han manifestado que los recursos han disminuido y que experimentan restricciones de acceso a los terrenos donde practican la minería artesanal, por parte de propietarios y autoridades públicas.

En la parte baja del río Navarco, antes de la desembocadura del Boquerón, se encuentran las Reservas Naturales de la Sociedad Civil “El Camino del Tesoro” y “El Paraíso”, así como el predio “San Martín” de la Gobernación del Quindío. Las Reservas tienen entre sus objetivos conservar la biodiversidad (flora y fauna) y los servicios ambientales relacionados con la protección del recurso hídrico. Las Reservas se caracterizan por la presencia de una diversidad vegetal, mamíferos y aves. Por su parte, el predio “San Martín” de la Gobernación se enmarca dentro del Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 - Decreto Único 1076 de 2015, por lo que se considera como un área estratégica para la conservación del recurso hídrico.

Por último, en el río Navarco la cobertura de bosque denso ocupa aproximadamente el 60% del área total de la ronda hídrica. La mayor parte de los bosques se encuentran en la parte alta de la cuenca.

6.3.2.4 Río Verde

El municipio de Córdoba estableció como suelos de protección el corredor del río Verde y todos sus afluentes (Concejo Municipal de Córdoba, 2000). Al observar la distribución de las coberturas sobre la ronda hídrica, se encuentra que en la parte alta predominan los bosques densos, mientras que en la parte media y baja el bosque de galería y ripario, los anterior con un 39% y un 19% respecto al total del área de la ronda hídrica.

A nivel sociocultural, se encuentran sitios de importancia para el ecoturismo, la recreación, la pesca deportiva, la educación y la investigación. Estos sitios son las cascadas de río Verde, el Complejo Agroturístico Puerto Alegre – Pacea, el Centro Nacional para el Estudio del Bambú y la Guadua, el túnel de los samanes y unos puntos donde se realizan paseos

de olla. Asimismo, en la parte baja de río Verde se han encontrado yacimientos arqueológicos (ICANH, 2021).

Adicionalmente, en el ejercicio de cartografía social los participantes mencionaron como un servicio ecosistémico el suministro de alimentos, puesto que en la ronda hídrica se desarrollan cultivos y huertas.

Además de lo anterior, el río Verde presta servicios de abastecimiento de agua y aprovisionamiento de recursos minerales. En primer lugar, la base de datos de concesiones de agua registra que en el río Verde hay tres bocatomas, dos de uso agrícola y uno doméstico. Respecto a este último, la concesión corresponde a la Asociación de Usuarios de Servicios de Barcelona (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021). Y en segundo lugar, en el río Verde se desarrolla actividades de minería de material de arrastre (piedra, balasto y arena); a su vez, se realizó un aprovechamiento de los materiales del río para la carretera.

Para el río Verde, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), en la categoría de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten menor complejidad estructural como aquellas dominadas por vegetación herbácea y/o arbustiva o que no presenten vegetación.

Por la presencia de cultivos y pastos, se presenta igualmente, la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua. Finalmente, en la categoría de servicios culturales se presentan los servicios de recreación y ecoturismo, con potencial de activos arqueológicos con alto valor cultural, además de valores estéticos por la belleza escénica del paisaje.

6.3.2.5 Quebrada Bolivia

Para la quebrada Bolivia, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), en la categoría de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la

misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo.

Adicionalmente, en la quebrada Bolivia se ubica una concesión de agua de la Empresas Públicas del Quindío E.P.Q.S.A. -ESP- (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021); a su vez, es uno de los afluentes de la Quebrada Cruz Gorda. Por otra parte, puede observar la presencia de bosque denso, que constituye hábitat de fauna y flora.

Al observar la distribución espacial de coberturas, se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia, aproximadamente el 90% corresponde a bosque denso y el resto a plantaciones forestales.

Finalmente, en la categoría de servicios culturales se presentan los servicios de recreación y ecoturismo, con potencial de activos arqueológicos con alto valor cultural, además de valores estéticos.

6.3.2.6 Quebrada Boquía

Para la quebrada Boquía, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de cultivos y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua. Por la presencia de coberturas boscosas y pastos, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten estén antropizadas o de menor complejidad estructural, como vegetación herbácea, arbustiva y pastos.

En la quebrada Boquía y su ronda hídrica se localizan dos Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (AICAS): el cañón del río Barbas Bremen y Finca La Betulia Reserva La Patasola. En estas AICAS se realiza avistamiento de fauna y ecoturismo. A su vez, la Quebrada y su ronda hídrica se encuentran dentro del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento. La quebrada también presta el servicio de abastecimiento, puesto que allí se localiza una concesión de agua para uso doméstico (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021).

Igualmente, en la quebrada se encuentran los predios “La Julia”, “Morro Azul”, “La Zulia” y la “Betulia (Patasola)” adquiridos por los municipios de Salento, Armenia y la Gobernación; los cuales están enmarcados dentro del Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 - Decreto Único 1076 de 2015, por lo que se consideran áreas estratégicas para la conservación del recurso hídrico.

Ahora bien, al observar la distribución de coberturas, se encuentra que aproximadamente el 74% del área total corresponde a bosque denso, mientras que un 5% a vegetación secundaria o en transición.

A nivel sociocultural, se destaca la presencia del Puente La Explanación, en el centro poblado que lleva el mismo nombre. También se pueden encontrar diferentes sitios para ecoturismo. En la parte baja de la quebrada, antes de su desembocadura en el río Quindío, se encuentran instalaciones destinadas para el turismo, como son restaurantes, casas campestres, hoteles y sitios adecuados para la recreación.

Finalmente, en la categoría de servicios culturales se presentan los servicios de recreación y ecoturismo, con potencial de activos arqueológicos con alto valor cultural, además de valores estéticos.

6.3.2.7 Quebrada Cárdenas

La quebrada Cárdenas se localiza en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados (PNN) y del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) de la cuenca alta del río Quindío de Salento. La quebrada nace en los pantanos y el paramillo del Quindío. En esta zona se encuentra el sitio RAMSAR Laguna del Otún, ampliado formalmente mediante el Decreto 250 de 2017. El Decreto manifiesta en sus considerandos que el área incorporada al sitio RAMSAR es importante por el ciclo hidrológico, el hábitat de especies de vida silvestre, la cadena trófica, el control de inundaciones y la retención de nutrientes y sedimentos.

Igualmente, la quebrada Cárdenas es uno de los principales afluentes del río Quindío, el cual aguas abajo capta el recurso hídrico para el abastecimiento de los municipios de Armenia y La Tebaida.

La unidad hidrográfica de la quebrada Cárdenas y su ronda hídrica tienen importancia sociocultural, debido a los diferentes paisajes que la quebrada cruza a lo largo de su recorrido (páramo, bosque altoandino y Valle de Cocora). Estos paisajes propician actividades de ecoturismo, senderismo, camping y cabalgatas. A la par, en la zona se encuentran sitios arqueológicos de los antiguos pobladores del bosque alto andino, de acuerdo con el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). El más cercano a

la quebrada Cárdenas corresponde al sitio La Britania - Las Palmas por hallazgos de Aterrazamiento y Tumbas de cancel (ICANH, 2021).

Al observar la distribución espacial de coberturas, se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas, un 40% es bosque denso, un 18% es herbazal, un 11% es vegetación secundaria o en transición, y un 10% corresponde a afloramientos rocosos. En este sentido, aproximadamente el 79% de la ronda hídrica se encuentra en coberturas boscosas y seminaturales.

Para la quebrada Cárdenas, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de cultivos y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua. Por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten estén antropizadas o de menor complejidad estructural, como vegetación herbácea, arbustiva y aquellas en las cuales no hay vegetación.

Igualmente, se presentan potencial de los servicios de recreación y ecoturismo, y valores estéticos, correspondiente a la categoría de servicios ecosistémicos culturales por la belleza escénica y complejidad del paisaje.

6.3.2.8 Quebrada Corozal

Para la quebrada Corozal, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos y agua. Por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten estén

antropizadas o de menor complejidad estructural, como las áreas abiertas con poca o baja vegetación.

La quebrada Corozal se localiza en jurisdicción del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, y desemboca en el río Navarco. En la ronda hídrica se encuentra una concesión de agua para uso doméstico de la Empresas Públicas del Quindío E.P.Q.S.A. (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021).

Durante el ejercicio de cartografía social, los participantes destacaron la quebrada y su ronda hídrica como área de importancia para la conservación y la biodiversidad. Al observar la distribución espacial de coberturas, se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica de la quebrada Corozal, aproximadamente el 88% corresponde a bosque denso.

6.3.2.9 Quebrada Cruz Gorda

La quebrada Cruz Gorda se encuentra en jurisdicción del DRMI de la cuenca alta del río Quindío Salento y abastece de recurso hídrico el municipio de Salento. Asimismo, la quebrada es un afluente del río Quindío, que abastece el municipio de Armenia y La Tebaida. De manera puntual, en la quebrada se localizan dos concesiones de agua de uso doméstico, uno corresponde a las Empresas Públicas del Quindío E.P.Q.S.A y otro a la Asociación de Usuarios del Acueducto Rural de San Antonio (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021).

Además, se encuentran los predios “El Tablazo”, “La Ramada” y “Cestillal” del municipio de Salento, enmarcados dentro del Artículo 111 de la Ley 99 de 1993 - Decreto Único 1076 de 2015, por lo que se consideran áreas estratégicas para la conservación del recurso hídrico.

Para la quebrada Cruz Gorda, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos y agua. Por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo.

En el ejercicio de cartografía social, los participantes destacaron la importancia de la quebrada Cruz Gorda como un área de importancia para la conservación y la biodiversidad. Al observar la distribución espacial de coberturas se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda, aproximadamente el 80% corresponde a bosque denso.

6.3.2.10 Quebrada El Mudo

La quebrada El Mudo tiene su nacimiento en el noroccidente de la cabecera urbana del municipio Salento. Sus servicios ecosistémicos se producen, en tanto es un corredor ecológico y hábitat de flora y fauna, gracias a la cobertura de bosque denso (85% del total del área de ronda hídrica) que presenta en su parte media y baja.

Para la quebrada El Mudo, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de cultivos permanentes y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos y agua. Por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten estén antropizadas o de menor complejidad estructural, como aquellas en las cuales no hay vegetación.

Igualmente, se presenta potencial de los servicios de recreación y ecoturismo, y valores estéticos, correspondiente a la categoría de servicios ecosistémicos culturales por la cercanía a zonas urbanas y por la belleza escénica del paisaje.

6.3.2.11 Quebrada El Pescador

Para la quebrada El Pescador, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de cultivos y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos y agua. Por la presencia de coberturas antropizadas y de baja complejidad estructural, los servicios de regulación podrían presentarse en menor cantidad y calidad. Sin embargo, se presenta la regulación del ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad.

La quebrada El Pescador tiene su nacimiento al norte de la cabecera urbana del municipio de Calarcá y la atraviesa en todo su costado occidental. De acuerdo con la base de datos, se encuentran tres concesiones de agua en la parte alta de la quebrada, dos de uso doméstico y una pecuario.

Debido a la ocupación de la ronda hídrica, principalmente por invasiones informales, cultivos y grandes extensiones de guaduales, la parte media de la quebrada se encuentra modificada, teniendo poca capacidad de brindar servicios ecosistémicos. No obstante, de acuerdo con las entrevistas realizadas a líderes del barrio Val de Peñas, la comunidad ha propuesto el establecimiento de un parque lineal, y con ello la recuperación de la ronda hídrica, dado que ésta es utilizada con fines de recreación, principalmente por parte de ciclistas y caminantes.

Igualmente, se presenta potencial de los servicios de recreación y ecoturismo, y valores estéticos, correspondiente a la categoría de servicios ecosistémicos culturales por la cercanía a zonas urbanas.

Finalmente, al observar la distribución de las coberturas en la ronda hídrica, se encuentra del total del área de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador, un 50% corresponde a vegetación secundaria o en transición. Esta cobertura se encuentra principalmente en la parte baja, cerca de la confluencia con el río Quindío.

6.3.2.12 Quebrada La Calzada

La quebrada La Calzada tiene su nacimiento en el nororiente de la cabecera urbana de Salento, recibe los vertimientos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio. En la aldea del Artesano, cabecera urbana, se encuentra un puente sobre la quebrada La Calzada, en el cual se puede disfrutar del paisaje de ronda hídrica. Asimismo, sus servicios ecosistémicos se producen, en tanto es un corredor ecológico y hábitat de flora y fauna, gracias a la cobertura de bosque denso (80% del total del área de ronda hídrica) que presenta en su parte media y baja.

Para la quebrada La Calzada, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, siempre y cuando el uso corresponde a pecuario. Por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la

misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad cuando las coberturas presenten estén antropizadas o de menor complejidad estructural, como aquellas en las cuales no hay vegetación.

Por la presencia del corredor ecológico, se presentan servicios de recreación y ecoturismo, y valores estéticos, correspondiente a la categoría de servicios ecosistémicos culturales.

6.3.2.13 Quebrada La Cristalina

La quebrada Cristalina se localiza en jurisdicción del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento, y es uno de los principales afluentes de la quebrada Cruz Gorda. En la ronda hídrica se encuentra una concesión de agua de uso doméstico de las Empresas Públicas del Quindío E.P.Q.S.A (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021). Asimismo, en la zona se realizan actividades de ecoturismo.

Para la quebrada La Cristalina según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de coberturas boscosas en mayor proporción, se presentan las categorías de servicios ecosistémicos de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo.

Al observar la distribución espacial de coberturas, se encuentra que, del total del área de la ronda hídrica de la Quebrada Cristalina, aproximadamente el 90% corresponde a bosque denso y el resto a plantaciones forestales. Las plantaciones forestales adicionalmente, ofrecen el servicio de aprovisionamiento en el suministro de materias primas como la madera.

6.3.2.14 Quebrada La Florida

Para la quebrada La Florida, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de cultivos y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos y agua. Por la presencia de coberturas boscosas se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad

y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora, por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad para las coberturas con menor complejidad estructural, como vegetación herbácea, arbustiva y aquellas áreas abiertas con poca o sin vegetación.

En la parte alta de la quebrada La Florida se localizan dos concesiones de agua de uso doméstico, que corresponden a la Fundación Gimnasio Inglés de Armenia. En este sentido, se identifica el servicio ecosistémico de abastecimiento (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021).

En la ronda hídrica también hay puntos de importancia sociocultural, como el Parque de la Vida y sitios de recreación en la parte alta, cerca de su nacimiento. De acuerdo con las entrevistas realizadas, especialmente en barrios informales, la población utiliza la ronda hídrica para la siembra de huertas, cultivos de café o árboles frutales. Sin embargo, también se encuentran predios con un uso del suelo agropecuario en la ronda hídrica. Por las consideraciones estéticas de las coberturas vegetales se presentan servicios de recreación y ecoturismo, que corresponden a la categoría de servicios ecosistémicos culturales.

Por otra parte, entrevistados manifiestan que disfrutan observar la fauna que habita en la ribera de la quebrada La Florida (guatín, armadillos, aves). En el ejercicio de cartografía social realizado en el municipio de Armenia, los participantes representaron en el mapa de servicios ecosistémicos el bosque ripario de la quebrada La Florida.

Se estima que del total del área de coberturas de la ronda hídrica de la Quebrada La Florida, un 34% se encuentra en bosque de galería y ripario y un 31% en vegetación secundaria o en transición.

6.3.2.15 Quebrada La Víbora

Para la quebrada La Víbora, los servicios ecosistémicos se presentan, según el *Millennium Ecosystem Services* (2003), por la presencia de mayor proporción de cultivos y pastos en la categoría de servicios de aprovisionamiento, específicamente por la producción de alimentos, materias primas y agua. Por la presencia de coberturas boscosas y pastos, se presentan las categorías de regulación por el potencial de regular el ciclo hidrológico para la provisión de agua en términos de cantidad y calidad. Igualmente, para la regulación del clima por la captura de carbono en la biomasa, y la regulación de hábitat para fauna y flora,

por lo cual es un área relevante para la conectividad ecológica. En la misma categoría se presentan la regulación de la erosión del suelo y la moderación de eventos extremos. Para la categoría de sostenimiento se presentan los servicios de ciclo de nutrientes, fotosíntesis y la formación de suelo. Estos servicios podrían disminuir en su cantidad y calidad para las coberturas que presenten menor complejidad estructural, como vegetación herbácea y/o arbustiva, cuyas áreas presentan mayor proporción.

La quebrada La Víbora desarrolla todo su trayecto en el municipio de Salento y desemboca en el río Quindío, cerca de la bocatoma de las Empresas Públicas de Armenia. Asimismo, se encuentra en jurisdicción del DRMI de la cuenca alta del río Quindío de Salento. La quebrada Víbora presta servicios de abastecimiento del recurso hídrico, puesto que allí se encuentran tres concesiones, dos de uso doméstico y uno pecuario. Una de estas concesiones corresponde a las Empresas Públicas de Armenia E.S.P – EPA (Base de datos de Tasa por Uso del Agua del 2021).

De acuerdo con las entrevistas, la ronda hídrica constituye hábitat de fauna (aves y serpientes). Además, una propietaria tiene un proyecto de bio-ruta para incentivar el ecoturismo, la educación ambiental y la protección de la naturaleza. En la zona también se realizan recorridos de ecoturismo para el avistamiento de fauna y senderismo. En la parte baja de la quebrada se localizan viviendas campestres, restaurantes, hoteles y otras instalaciones destinadas para la recreación y el turismo; todas las cuales ocupan la ronda hídrica. Por ejemplo, allí se encuentra La Posada La Loca Compañía, donde además de presentarse turismo y hotelería, se llevan a cabo actividades culturales.

Por último, se observa que del área total que ocupa la ronda hídrica de la quebrada La Víbora, desde su nacimiento hasta su desembocadura, un 70% aproximadamente se encuentra ocupada por vegetación secundaria o en transición.

6.4 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS

Se definieron primero las zonas homogéneas y partir de estas, se determinaron las estrategias de manejo ambiental y luego las directrices generales o medidas de manejo para el logro de estas estrategias.

6.4.1 Zonas Homogéneas

Una vez definido el límite físico de la ronda hídrica de cada uno de los tramos priorizados, delimitado sus elementos constituyentes e identificado sus servicios ecosistémicos, se procedió a definir las zonas homogéneas como paso intermedio para determinar las

estrategias de manejo a partir del mapa de coberturas de la tierra, las unidades geomorfológicas y los componentes de la ronda hídrica.

Es de anotar que el mapa de cobertura de la tierra que se utilizó como insumo para la definición de las zonas homogéneas corresponde al entregado por la empresa SIGLA S.A.S., el cual se realizó siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (Ideam, 2010), con algunas modificaciones realizadas por la Universidad en términos de denominación de algunas coberturas, así:

- Delimitación de las plantaciones, debido a que se generaliza como Bosque denso en el producto entregado.
- Cambio de nombre a algunos polígonos nombrados en el producto entregado como Cultivo de café y que en realidad son plantaciones forestales, específicamente, en la quebrada La Víbora donde se pudo verificar en campo estas coberturas.
- Cambio de nombre a polígonos que representan la cobertura de Herbazal en la parte alta de la quebrada Cárdenas, que corresponde a vegetación paramuna, y que se encontraban mal clasificados en categoría de Bosque denso bajo.

Para la definición de las zonas homogéneas, como ya se dijo, se utilizaron dos (2) criterios básicos que permitieron identificar áreas con características similares que permitiesen zonificar la ronda hídrica: las coberturas de la tierra y las unidades de análisis según la clasificación morfológica de los cauces de las corrientes priorizadas que se desarrolla en el numeral 4.1.4.

Para efectos de la definición de las zonas homogéneas, las coberturas de la tierra se agruparon como se muestra en la Tabla 92 y para el caso de las unidades morfológicas, se unen las unidades 1 y 2 que se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, y las unidades 3 y 4, que corresponde a cauces que divagan por zonas amplias, llanuras, en general por zonas de menor pendiente.

Tabla 92. Coberturas de la tierra presentes en las rondas hídricas de los tramos priorizados, clasificadas según metodología Corine Land Cover

Niveles 1 y 2	Nivel 3
Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo
	1.1.2. Tejido urbano discontinuo
Otros Territorios artificializados	1.2.1. Zonas industriales o comerciales
	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
	1.3.1. Zonas de extracción minera

Niveles 1 y 2	Nivel 3
	1.4.2. Instalaciones recreativas
Territorios agrícolas	2.1.1. Otros cultivos transitorios
	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
	2.2.4. Cultivos agroforestales
	2.2.5. Cultivos confinados
	2.3.1. Pastos limpios
	2.3.2. Pastos arbolados
	2.3.3. Pastos enmalezados
Bosques y áreas seminaturales	3.1.1. Bosque denso
	3.1.4. Bosque de galería y ripario
	3.1.5. Plantación forestal
	3.2.1. Herbazal
	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
	3.3.1. Zonas arenosas naturales
	3.3.2. Afloramientos rocosos
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas Pantanosas
	5.1.1. Ríos
	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
	5.1.3. Canales
	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

A partir de los criterios anteriores se definieron las siguientes zonas homogéneas, las cuales se espacializan para cada uno de las corrientes priorizadas, como se observa de la Figura 301 a la Figura 315:

- Zona Homogénea 1 (ZH1). Corresponde a zonas con coberturas de la tierra en bosque y áreas seminaturales. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, donde la ronda hídrica se localiza en zonas de altas pendientes, que hace que se presente un predominio del componente ecosistémico en la definición de la misma.

- Zona Homogénea 2 (ZH2). Corresponde a áreas urbanizadas, tejido urbano continuo o discontinuo, localizada tanto en suelo rural como urbano. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, donde la ronda hídrica se localiza en zonas de altas pendientes, que hace que se presente un predominio del componente ecosistémico en la definición de la misma.
- Zona Homogénea 3 (ZH3). Corresponde a zonas con coberturas de la tierra clasificadas como territorios artificializados, nivel 1, según la metodología de Corine Land Cover, exceptuando a las zonas urbanizadas. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, donde la ronda hídrica se localiza en zonas de altas pendientes, que hace que se presente un predominio del componente ecosistémico en la definición de la misma.
- Zona Homogénea 4 (ZH4). Son zonas donde las coberturas de la tierra corresponden a cultivos, pastos y áreas agrícolas heterogéneas, clasificada como territorios agrícolas, nivel 1, según la metodología de Corine Land Cover. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces encañonados, estrechos, tramos rectos a sinuoso y semi-sinuosos, donde la ronda hídrica se localiza en zonas de altas pendientes, que hace que se presente un predominio del componente ecosistémico en la definición de la misma.
- Zona Homogénea 5 (ZH5). Corresponde a zonas con coberturas de la tierra en bosque y áreas seminaturales. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces que divagan por zonas amplias y llanuras separadas por tramos estrechos, lo cual hace que en la definición de la ronda hídrica no se presente un predominio de uno de los componentes, intercalándose el ancho de los tres en su definición. También contribuye a esto que el componente ecosistémico tiene un ancho importante en estos tramos.
- Zona Homogénea 6 (ZH6). Corresponde a áreas urbanizadas, tejido urbano continuo o discontinuo, localizada tanto en suelo rural como urbano. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces que divagan por zonas amplias y llanuras separadas por tramos estrechos, lo cual hace que en la definición de la ronda hídrica no se presente un predominio de uno de los componentes, intercalándose el ancho de los tres en su definición. También contribuye a esto que el componente ecosistémico tiene un ancho importante en estos tramos.
- Zona Homogénea 7 (ZH7). Son zonas con coberturas de la tierra clasificadas como territorios artificializados, nivel 1, según la metodología de Corine Land Cover, exceptuando a las zonas urbanizadas. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces que divagan por zonas amplias y llanuras separadas por tramos estrechos, lo cual hace que en la definición de la ronda hídrica no se presente un

predominio de uno de los componentes, intercalándose el ancho de los tres en su definición. También contribuye a esto que el componente ecosistémico tiene un ancho importante en estos tramos.

- Zona Homogénea 8 (ZH8). Son zonas donde las coberturas de la tierra corresponden a cultivos, pastos y áreas agrícolas heterogéneas. Morfológicamente las corrientes se caracterizan por ser cauces que divagan por zonas amplias y llanuras separadas por tramos estrechos, lo cual hace que en la definición de la ronda hídrica no se presente un predominio de uno de los componentes, intercalándose el ancho de los tres en su definición. También contribuye a esto que el componente ecosistémico tiene un ancho importante en estos tramos.
- Zona Homogénea 9 (ZH9). Corresponde a zonas denominadas como áreas húmedas y superficies agua en la metodología de Corine Land Cover, que se localizan en la ronda hídrica de los tramos priorizados, en cualquiera de las unidades morfológicas.

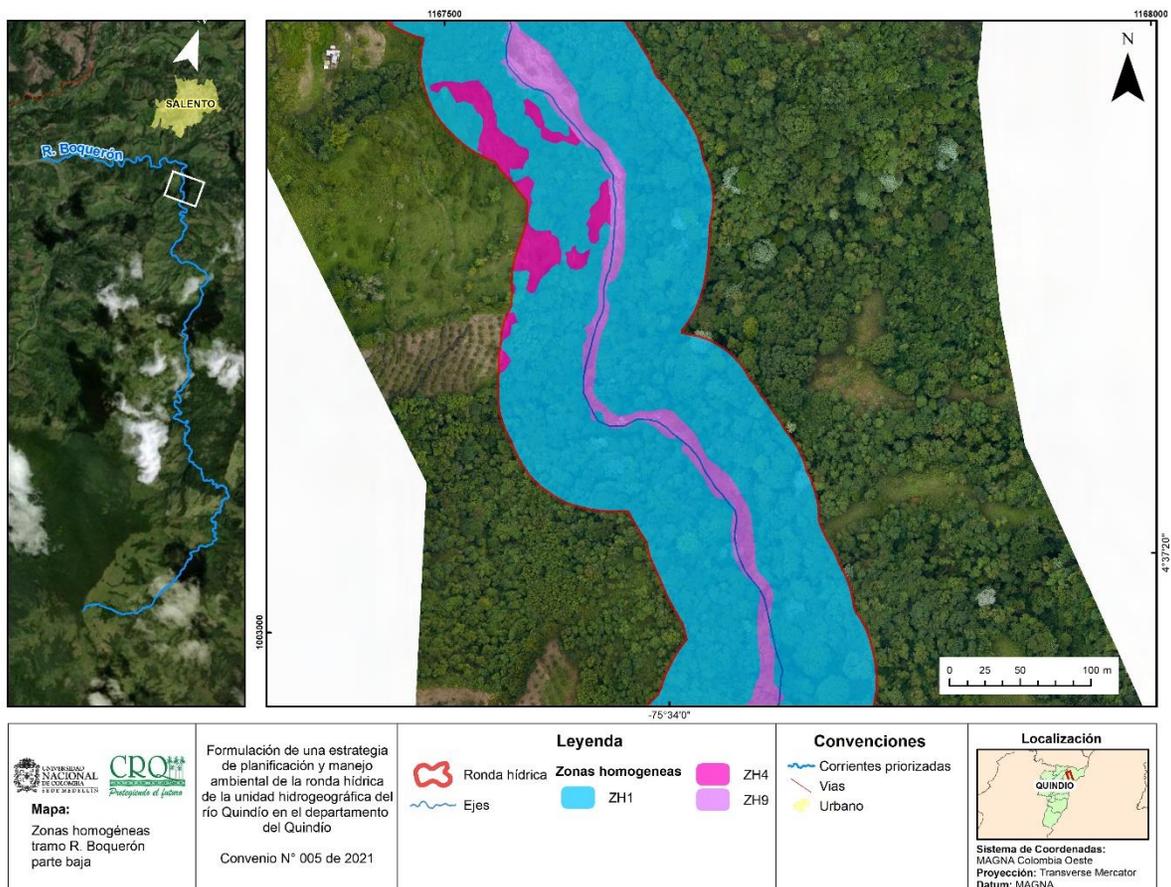


Figura 301. Zonas homogéneas del río Boquerón

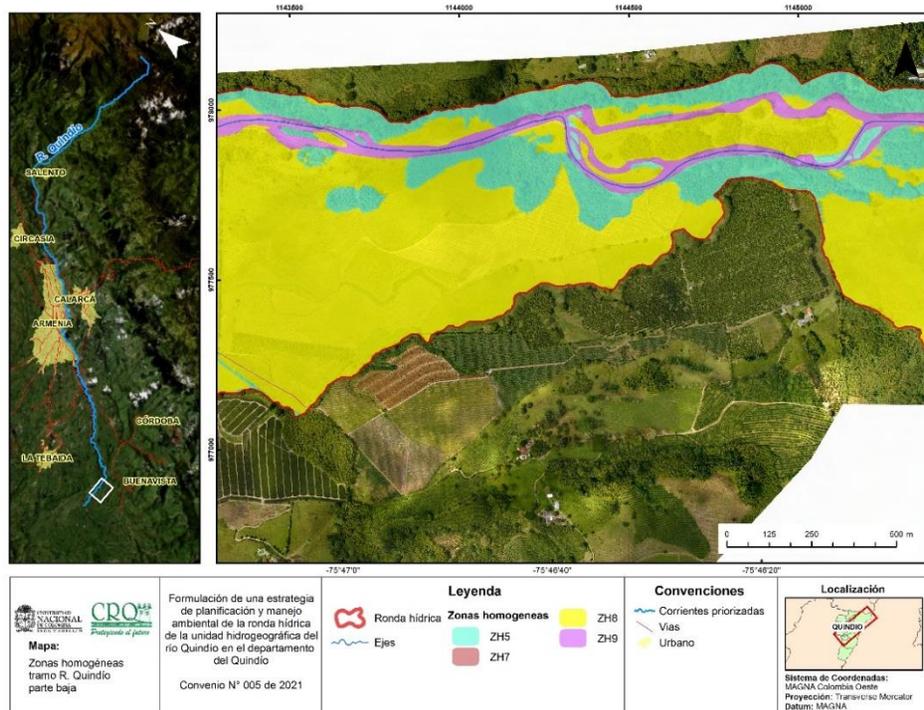


Figura 302. Zonas homogéneas del río Quindío

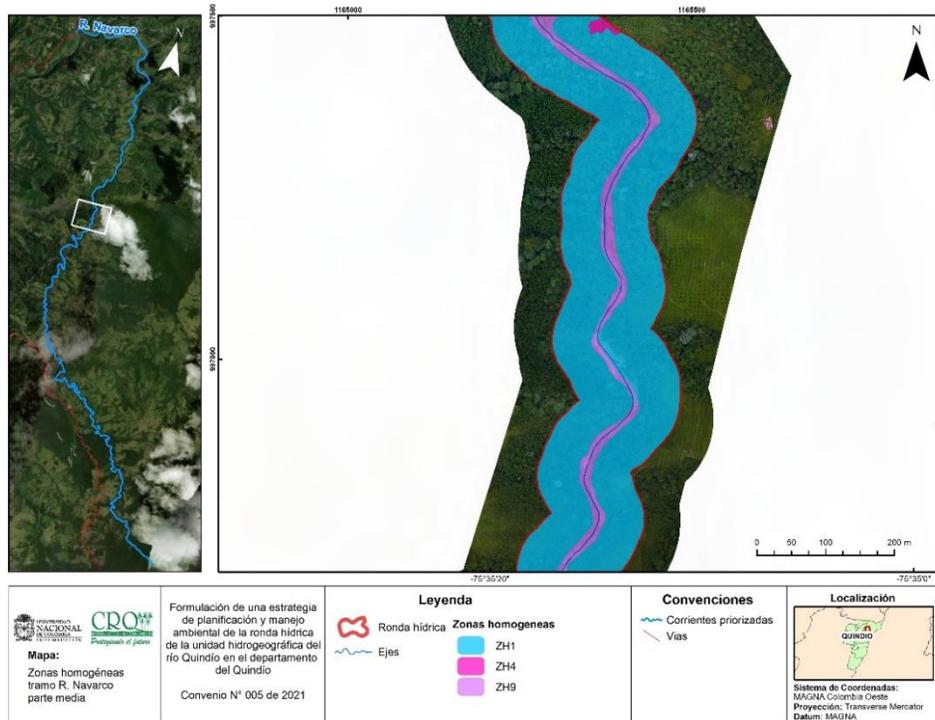


Figura 303. Zonas homogéneas del río Navarcho

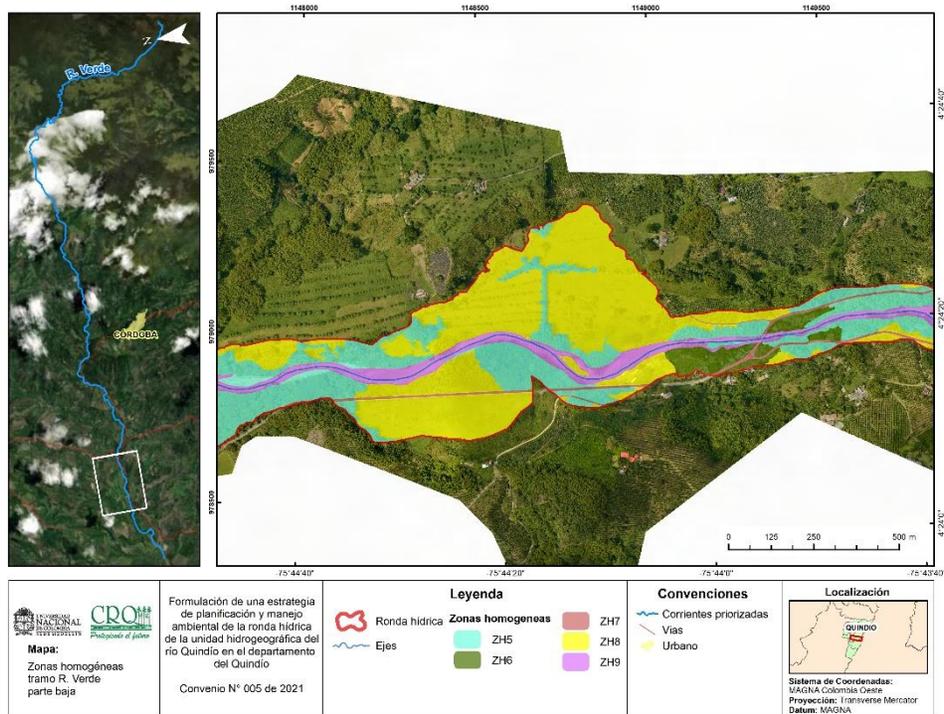


Figura 304. Zonas homogéneas del río Verde

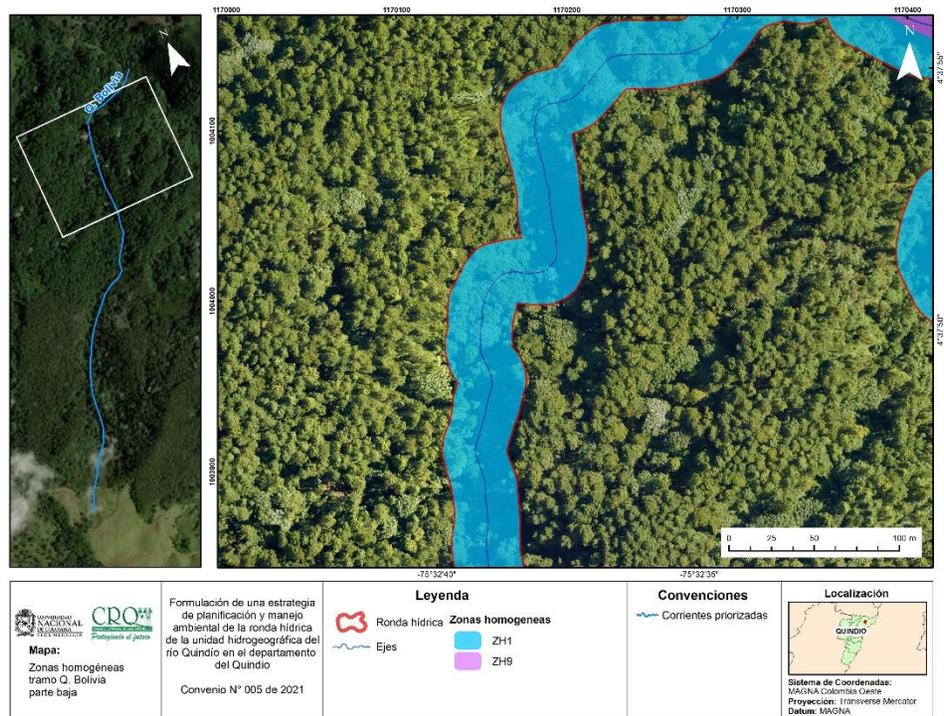


Figura 305. Zonas homogéneas de la quebrada Bolivia

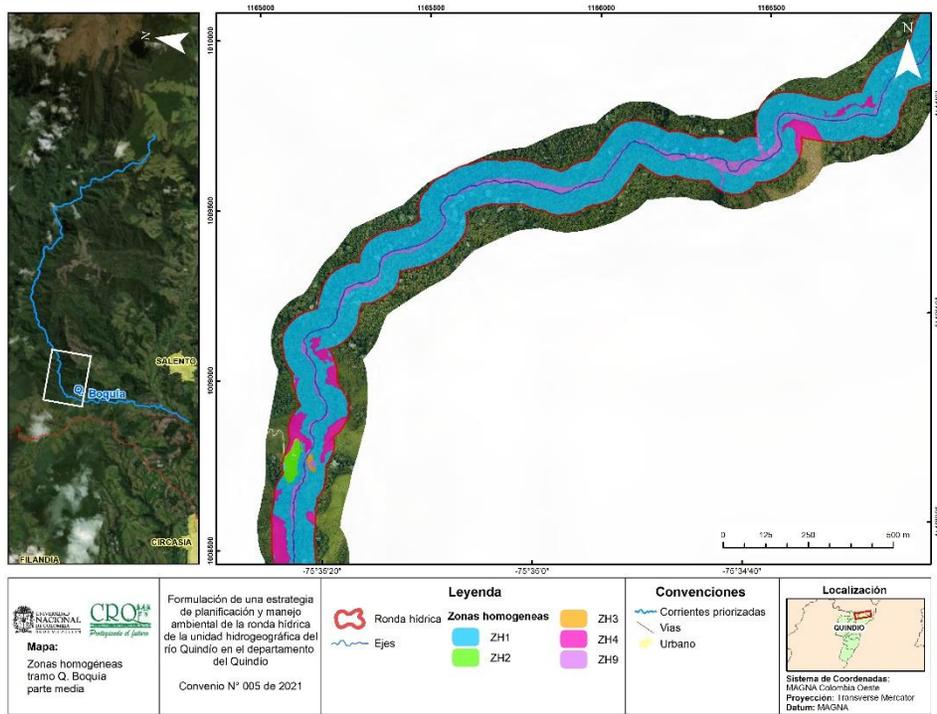


Figura 306. Zonas homogéneas de la quebrada Boquía

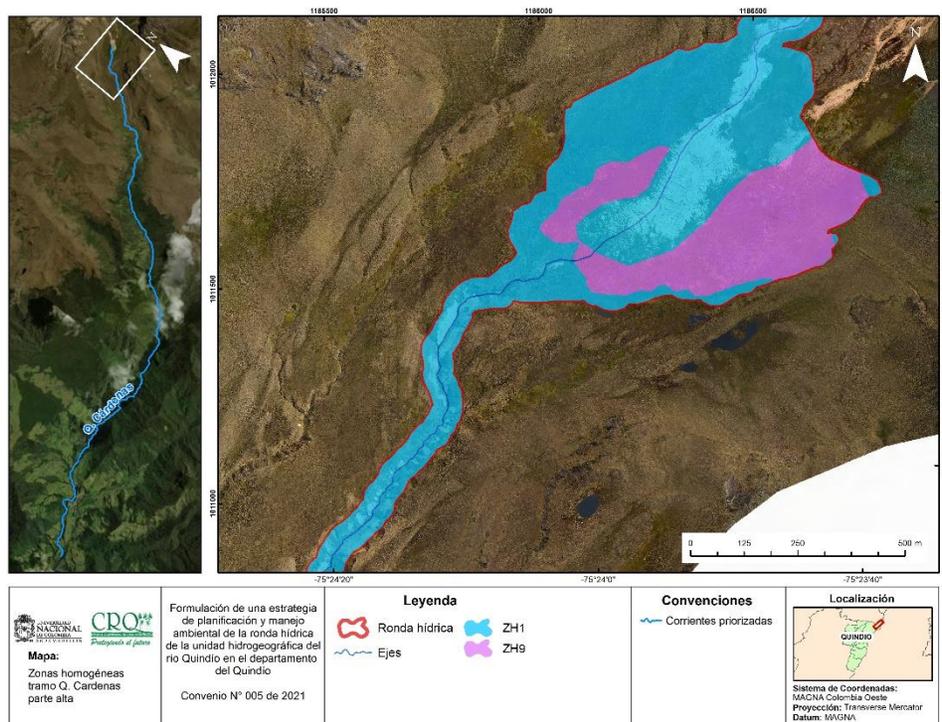


Figura 307. Zonas homogéneas de la quebrada Cárdenas

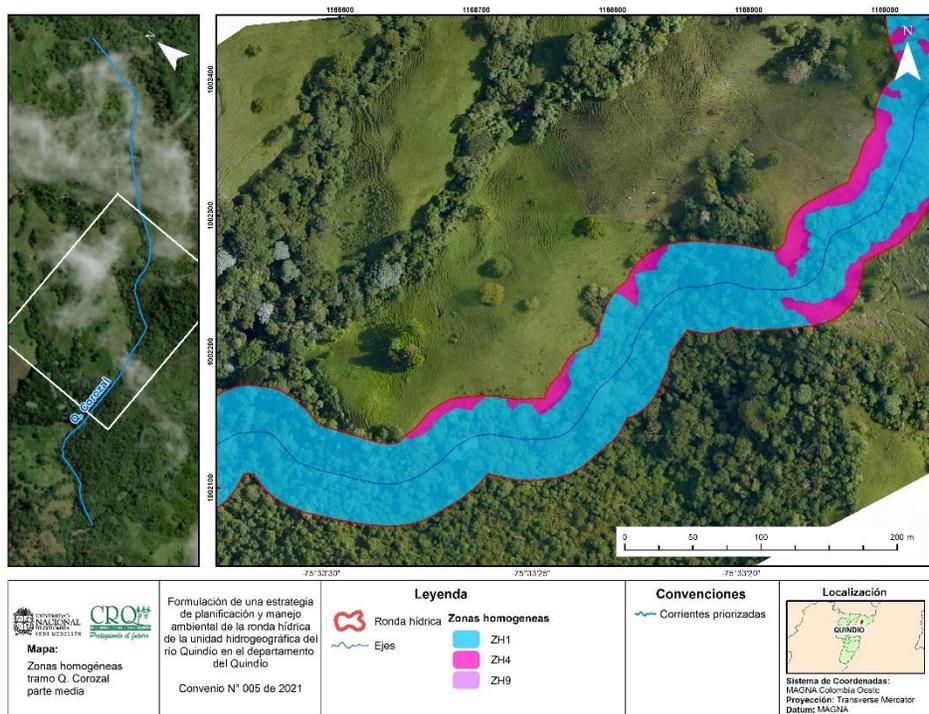


Figura 308. Zonas homogéneas de la quebrada Corozal

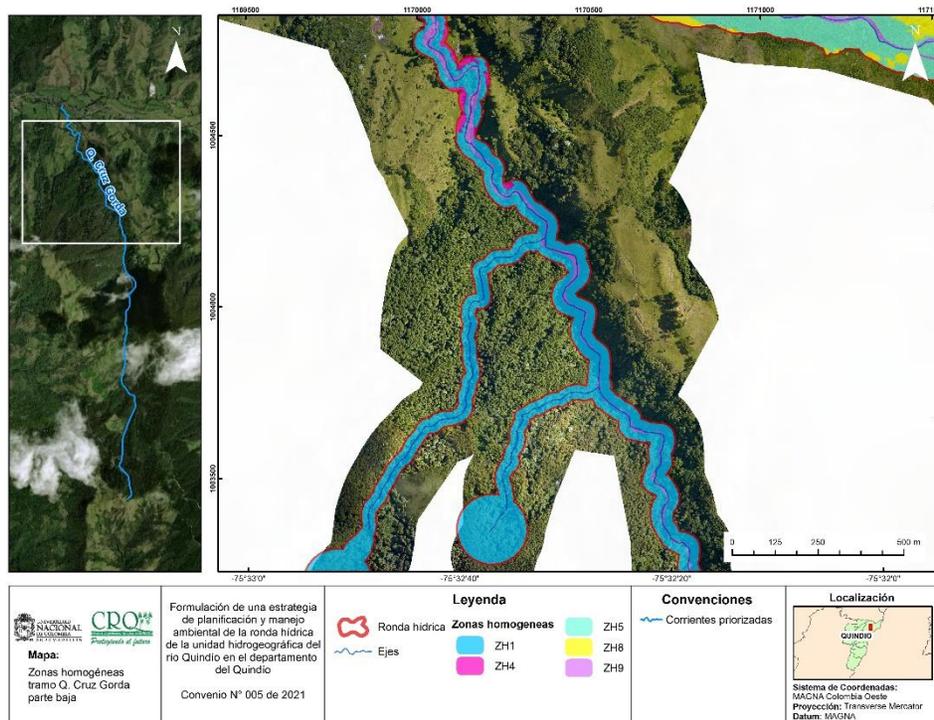


Figura 309. Zonas homogéneas de la quebrada Cruz Gorda

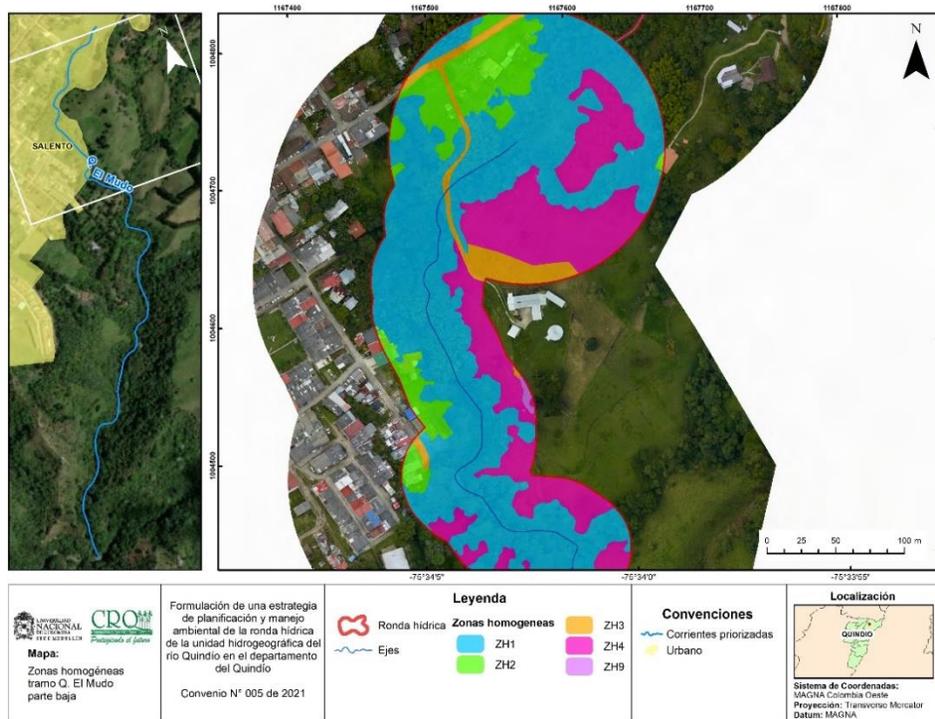


Figura 310. Zonas homogéneas de la quebrada El Mudo

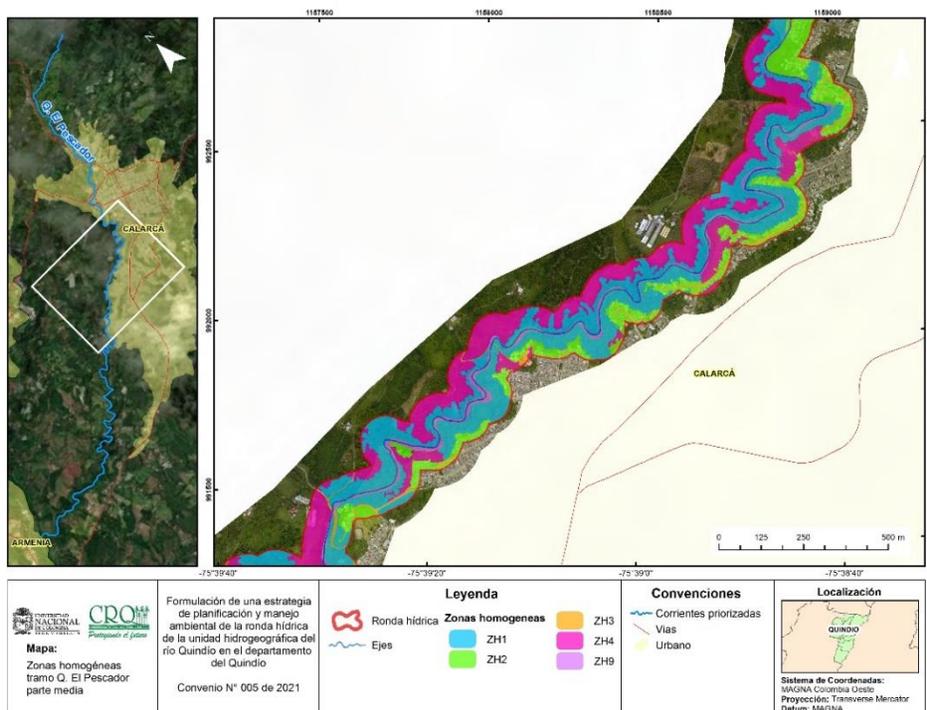


Figura 311. Zonas homogéneas de la quebrada El Pescador

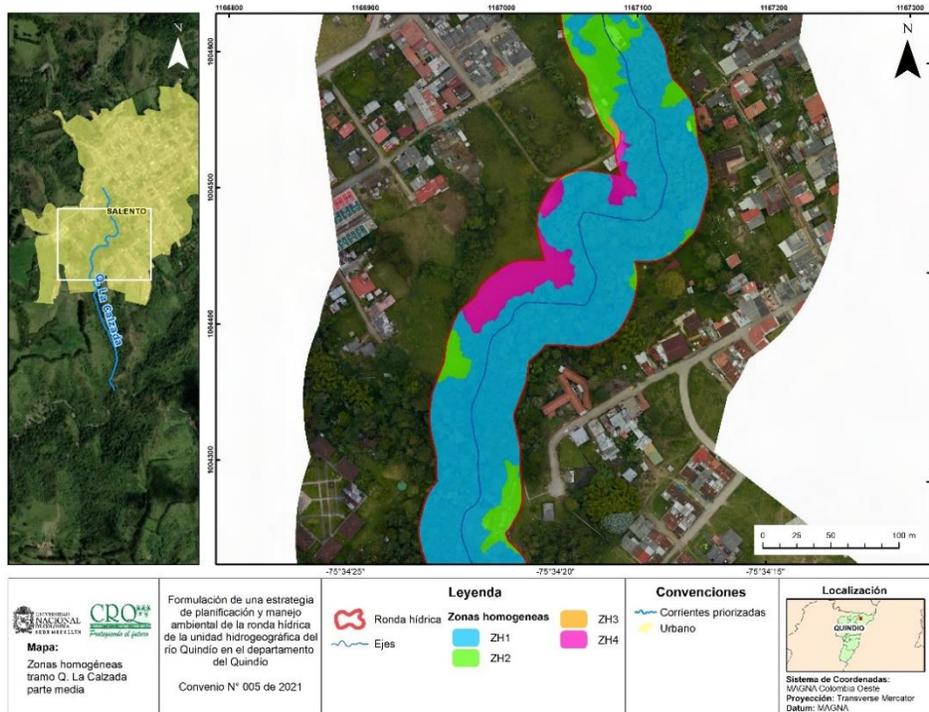


Figura 312. Zonas homogéneas de la quebrada La Calzada

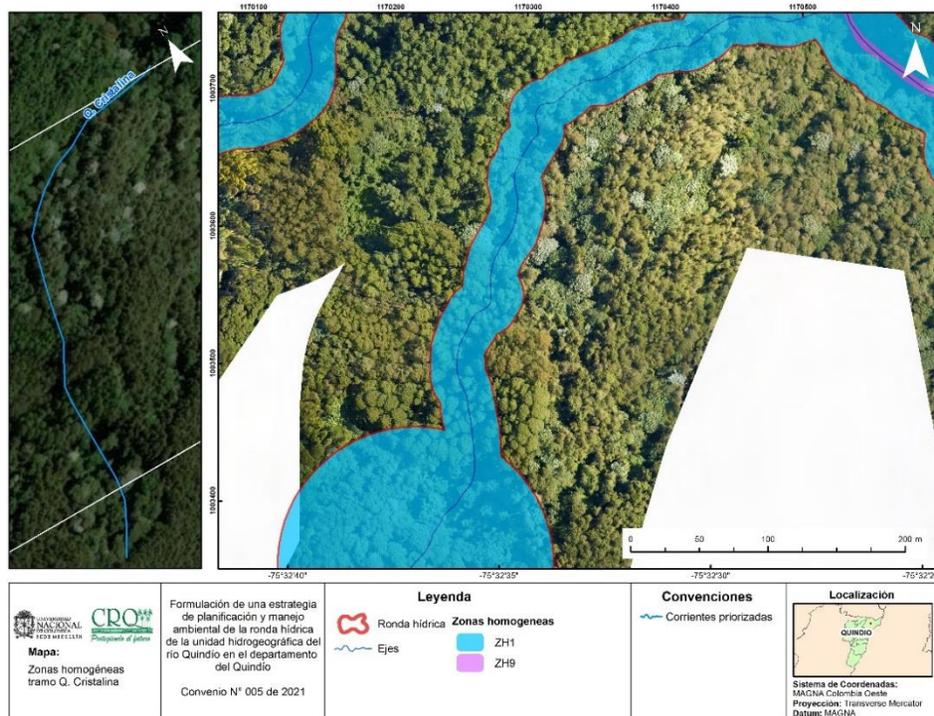


Figura 313. Zonas homogéneas de la quebrada La Cristalina

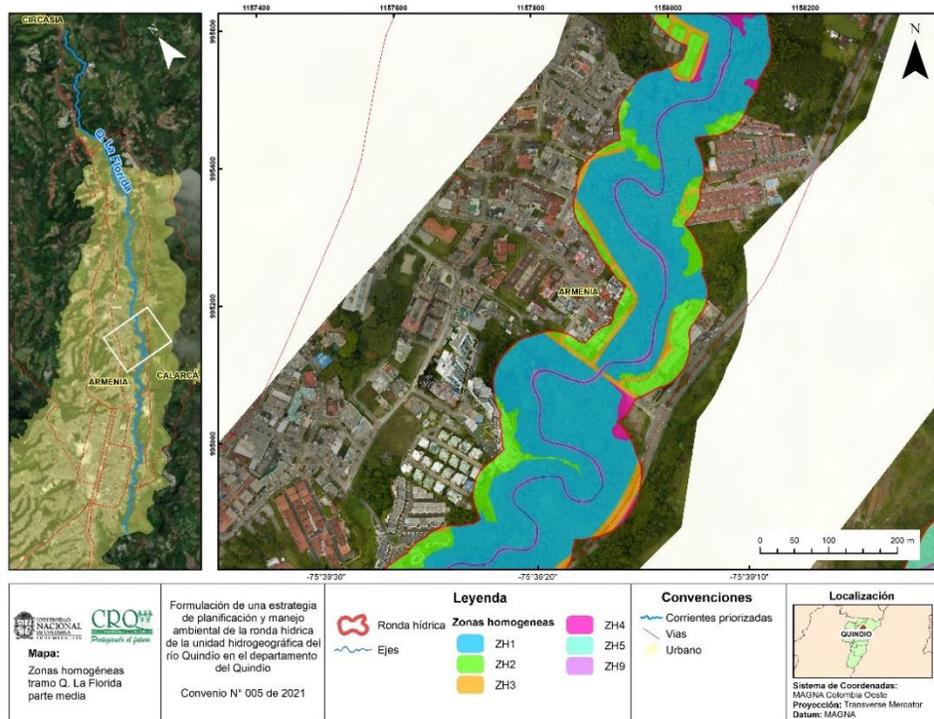


Figura 314. Zonas homogéneas de la quebrada La Florida

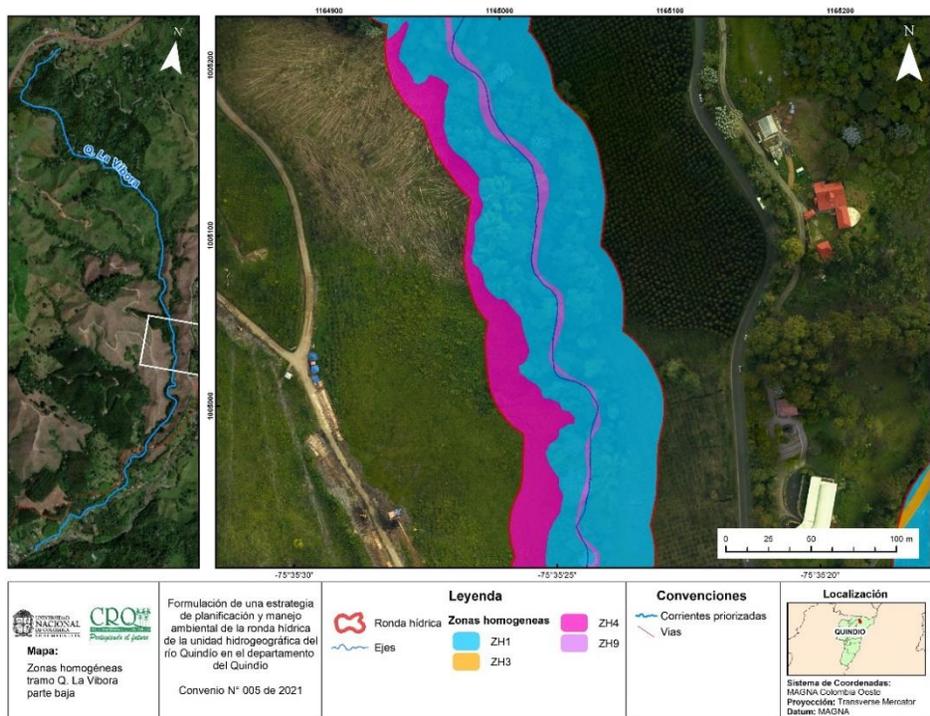


Figura 315. Zonas homogéneas de la quebrada La Víbora

6.4.2 Estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas

Una vez se definieron las zonas homogéneas para cada una de las corrientes priorizadas, se determinaron las estrategias de manejo ambiental en términos de las unidades de manejo propuestas por la Guía Técnica: preservación, restauración y uso sostenible. En el contexto de las rondas hídricas, el uso sostenible hace referencia a “actividades que no afectan la funcionalidad de la ronda hídrica, es decir que las actividades que allí se desarrollen no alteren los atributos actuales identificados en sus tres componentes físico-bióticos” (Minambiente, 2018b), lo cual aplica tanto al suelo urbano como al rural.

El primer elemento de la ronda hídrica será el más restrictivo desde el punto de vista de la ocupación antrópica, ya que es la zona que se inunda periódicamente y en la que está la vegetación de ribera por lo que la estrategia fundamental será la de preservación, y cuando aplique la de restauración. En los casos particulares de ríos de montaña, donde la estabilidad geotécnica sea un factor detonante de riesgos en personas, bienes y servicios ya expuestos y susceptibles de ser dañados por la ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa, tales tramos deben incluirse dentro del primer elemento. En el segundo elemento constituyente los condicionamientos dependerán de los atributos de funcionalidad de los tres (3) componentes que dan el soporte para la delimitación física de la ronda hídrica, y en general los condicionamientos serán menos restrictivos que el primer elemento por lo que la estrategia de manejo será fundamentalmente de uso sostenibles (Minambiente, 2018).

En general, para la definición de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas se aplicaron los siguientes criterios:

- La estrategia para el manejo ambiental de **preservación**, en el suelo rural, se aplica en aquellas áreas con coberturas de bosque y áreas seminaturales que se localizan dentro de la ronda hídrica (tanto en la faja paralela como en el área de protección o conservación aferente). Esta estrategia se establece por fuera de la faja paralela con el fin de mantener la funcionalidad ecosistémica de la ronda hídrica y con ello, la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a estas coberturas, y contribuir a la disminución de la deforestación. Cuando la ronda hídrica se traslapa o limita con coberturas de bosques naturales que son de interés de conservación o protección u otras áreas o ecosistemas estratégicos definidos por la CRQ en sus diferentes instrumentos de planificación, se aplicará la zonificación ambiental definida en dichos instrumentos en el área que queda por fuera de la ronda hídrica, y dentro de la ronda hídrica la categoría de manejo más restrictiva.

De manera concordante con lo establecido en la Ley 2206 de 2022 (mayo 17):” *por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad*

ambiental en el territorio Nacional”, en el artículo 3 del Título II Política De Conservación, Aprovechamiento Y Uso:

Artículo 3°. Clasificación. Para efectos de su manejo sostenible (uso, preservación, restauración y manejo), la guadua y el bambú (familia Poaceae) se clasifican así:

Categoría 1: Guaduales y bambusales naturales dentro de áreas protectoras. Son aquellas masas de guaduales y bambusales que se dan espontáneamente con poder regenerativo, y que generalmente conforman manchas casi homogéneas en el estrato superior o dominante y con estratos inferiores conformados por flora nativa, constitutivas de bosques protectores. Que tienen como finalidad la recuperación, rehabilitación, restauración y/o manejo sostenible, teniendo mayor protección aquellos ubicados de la faja no inferior a 30 metros de ancho paralelo a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos; o ubicados dentro de la faja de 100 metros de ancho adyacente al perímetro de los afloramientos de agua.

(...) Parágrafo 2°. Los guaduales y bambusales naturales en áreas protectoras y aquellos plantados con carácter protector no podrán ser erradicados; solo tendrán manejo para su conservación.”

- Dentro del área del **páramo** de Los Nevados la estrategia será de preservación en las coberturas de la tierra de bosque y naturales y de **restauración** en el resto de coberturas.
- La **preservación** también se aplica a aquellas áreas al interior de la ronda hídrica con coberturas de la tierra correspondientes a Áreas húmedas y superficies de agua. Se incluye aquí el cauce permanente.
- En la ronda hídrica de los nacimientos de cuerpos de agua, la estrategia para el manejo ambiental será de **preservación** en aquellas áreas que corresponde a coberturas de bosque y áreas seminaturales, y **restauración** en el resto de la ronda hídrica, exceptuando las áreas ocupadas con infraestructura de servicios que será de **uso sostenible**. Esto se aplica tanto en el suelo rural como en el urbano y de expansión urbana.
- La estrategia para el manejo ambiental de **restauración**, en el suelo rural, se aplica para las áreas incluidas en el polígono que comprende la faja que va desde el borde del cauce permanente y hasta un mínimo de 30 metros, que presentan las siguientes coberturas de la tierra: Otros cultivos transitorios (2.1.1), Cultivos permanentes herbáceos (2.2.1), Cultivos permanentes arbustivos (2.2.2), Cultivos permanentes arbóreos (2.2.3), Cultivos agroforestales (2.2.4), Cultivos confinados (2.2.5), Pastos limpios (2.3.1), Pastos arbolados (2.3.2) y Pastos enmalezados (2.3.3), las cuales corresponden a territorios agrícolas. De esta manera queda incluida el área forestal

protectora que, aunque corresponde a una figura distinta, coincide con el espacio geográfico de la ronda hídrica que deberán articularse. Los 30 metros son medidos desde el borde del cauce permanente, a cada lado. Lo anterior si las corrientes priorizadas corresponden a cauces en llanuras y planicies. Si la corriente priorizada corresponde a cauces encañonados y encajados la estrategia de **restauración** aplica en el componente ecosistémico, si este es menor de 30 metros, en la faja paralela de los 30 metros. Se hace esta consideración dada las altas pendientes de este tipo de corrientes, que potencialmente son susceptibles a deslizamientos o movimientos en masa.

- En el suelo rural, cuando la faja paralela sea menor a 30 metros, el área forestal protectora será de 30 metros, y en el área que queda por fuera de esta pero dentro de la ronda hídrica, la estrategia para el manejo ambiental será **uso sostenible**. Los usos sostenibles serán definidos por los municipios en las áreas que están por fuera de las áreas protegidas teniendo en cuenta las estrategias de manejo ambiental aquí propuestas. En el caso de las áreas protegidas, como el DRMI de Salento, será la CRQ quien defina dichos usos en el Plan de Manejo del mismo. En todos los casos deberá evitarse los desarrollos urbanísticos dentro de la ronda hídrica o construcción de viviendas, condominios y parcelaciones, al igual que su infraestructura asociada y usos que interfieran con la funcionalidad de misma.
- En el suelo urbano y de expansión urbana, cuando las corrientes priorizadas corresponden a cauces en llanuras y planicies la **preservación** se aplicará en aquellas áreas con coberturas de bosque y áreas seminaturales que se localizan dentro de la faja paralela, ya que se requiere su protección por encontrarse en una zona inundable, evitando así ocupación de las mismas que en el futuro que llevaría a desastres con la consecuente pérdidas de vida y económicas. En caso contrario, si las corrientes priorizadas corresponden a cauces encañonados y encajados la **preservación** se aplicará en aquellas áreas con coberturas de bosque y áreas seminaturales que se localizan dentro del componente ecosistémico, ya que se requiere su protección por localizarse en zonas de altas pendientes.
- En el suelo urbano y de expansión urbana, cuando las corrientes priorizadas corresponden a cauces en llanuras y planicies, la **restauración** se aplicará en la faja paralela ocupada por las coberturas de la tierra correspondientes a territorios agrícolas, dado que es una zona inundable periódicamente. Para las áreas que quedan por fuera de la faja paralela, es decir, en el área de protección o conservación aferente, se aplicará **uso sostenible**. Los usos sostenibles que aquí se desarrollen no deben interferir en la funcionalidad de la ronda hídrica y deberán estar acordes a la estrategia de manejo ambiental definida. Los municipios definirán los usos del suelo y podrán establecer

condicionamientos de usos y densidades de tal forma que se dé prioridad a la conformación de espacio público.

- Cuando las corrientes priorizadas corresponden a cauces encañonados y encajados, la **restauración** se aplicará en el componente ecosistémico ocupado por las coberturas de la tierra correspondientes a territorios agrícolas. Para las áreas que quedan por fuera del componente ecosistémico, pero dentro de la ronda hídrica se aplicará **uso sostenible**.
- La **restauración** también se aplicará en las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones identificadas en el presente estudio, y corresponde a aquellas áreas con cobertura de la tierra diferentes bosque y áreas seminaturales exceptuando la infraestructura vial y de servicios. En las áreas con estas coberturas de la tierra bosque y áreas seminaturales, la estrategia es **preservación**.
- En los suelos donde la ronda hídrica ya está ocupada con asentamientos urbanos consolidados no se incluye las estrategias de preservación, por ser situaciones jurídicas consolidadas que difícilmente se pueden revertir.
- Cuando los asentamientos urbanos (tejido urbano continuo o discontinuo) se localizan dentro del componente hidrológico de la ronda hídrica, se recomienda realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. Lo anterior, siguiendo lo establecido en el Decreto 1807 de 2014, compilado en el Decreto 1077 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Si en la zonificación del riesgo que resulte del estudio detallado, el componente hidrológico de la ronda hídrica se encuentra en zonas de riesgo alto no mitigable, se podrá incluir la estrategia ambiental de **restauración** dentro del mismo una vez se realicen las medidas establecidas en el estudio detallado, y la estrategia **uso sostenible** en el resto del área que conforma la ronda hídrica. Con lo anterior se busca recuperar la funcionalidad de la ronda hídrica en lo que respecta al transporte de agua y sedimentos. Mientras se hacen los estudios de detalle y se realicen las medidas de manejo no se deberá permitir nuevas construcciones, y se aplicará la estrategia de **restauración**.
- Si en el componente hidrológico de la ronda hídrica hay presencia de viviendas y/o infraestructura, y se define como una zona de riesgo mitigable en el estudio detallado de riesgo, toda la ronda hídrica será de **uso sostenible** y las medidas que allí se realicen no deben afectar la funcionalidad de la ronda hídrica.
- Cuando los asentamientos urbanos (tejido urbano continuo o discontinuo), se localizan dentro la faja paralela, pero por fuera del componente hidrológico se aplicará la estrategia de **uso sostenible**, dado que son situaciones jurídicas consolidadas difícil de

revertir. En las áreas que están por fuera de las áreas protegidas, los usos sostenibles deberán ser definidos por los municipios teniendo en cuenta las estrategias de manejo ambiental y que estos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Deberá impedirse que los usos limiten el tránsito de agua y sedimentos y la construcción de nuevas viviendas e infraestructura asociada a las mismas. En caso, que estén dentro del DRMI de Salento, los usos deberán definirse en el Plan de Manejo.

- En todos los casos las áreas ocupadas con Infraestructura de Servicios Públicos (vías, puentes, líneas de energía, entre otros) será de **uso sostenible**. Estos usos deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con ello, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.
- La estrategia de **usos sostenible** también se aplicará aquellas áreas que en el suelo urbano se encuentran en coberturas de la tierra en Bosques y áreas seminaturales y localizan entre la faja paralela y el límite de la ronda hídrica, es decir, área de protección o conservación aferente que correspondan a corrientes en llanuras y planicies. Si la corriente priorizada corresponde a cauces encañonados y encajados el uso sostenible se aplicará al área que este por fuera del componente ecosistémico, pero al interior de la ronda hídrica.
- De manera concordante con lo establecido en la Ley 2206 de 2022 (mayo 17) "por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio Nacional", en el artículo 3 del Título II Política de Conservación, Aprovechamiento y Uso:

Artículo 3°. Clasificación. Para efectos de su manejo sostenible (uso, preservación, restauración y manejo), la guadua y el bambú (familia Poaceae) se clasifican así:

(...)

Categoría 3: Guadales y bambusales plantados con carácter productor. Son aquellos establecidos por la intervención directa del hombre en áreas productoras dentro de la Frontera Agrícola.

(...)

Parágrafo 3°. Si un rodal de guadua ubicado dentro del área protectora supera la faja de 30 metros para cauces y de 100 metros para y/o bambusales categoría 3.

- Cuando la cobertura bosque natural corresponda a guadales, y estos se ubiquen por fuera de los 30 metros para cauces y de 100 metros a la redonda de los nacimientos, podrán tener manejo silvicultural para su producción sostenible, es decir, pueden ser

objeto de aprovechamiento forestal sostenible que se preocupe por mantener y propiciar la estructura y composición biológica y sus funciones ecosistémicas.

De la Figura 316 a la Figura 330 se presentan las estrategias de manejo ambiental definidas para cada uno de los tramos priorizados realizadas a partir de las zonas homogéneas, los criterios antes descritos, las propuestas realizadas en los espacios de participación, la discusión técnica al interior del equipo técnico de la Universidad Nacional de Colombia a cargo de este estudio y los aportes de los funcionarios de la CRQ. Es de aclarar que para las estrategias se digitalizaron algunos polígonos buscando la coherencia de las coberturas de la tierra que se visualizan en la ortofoto.

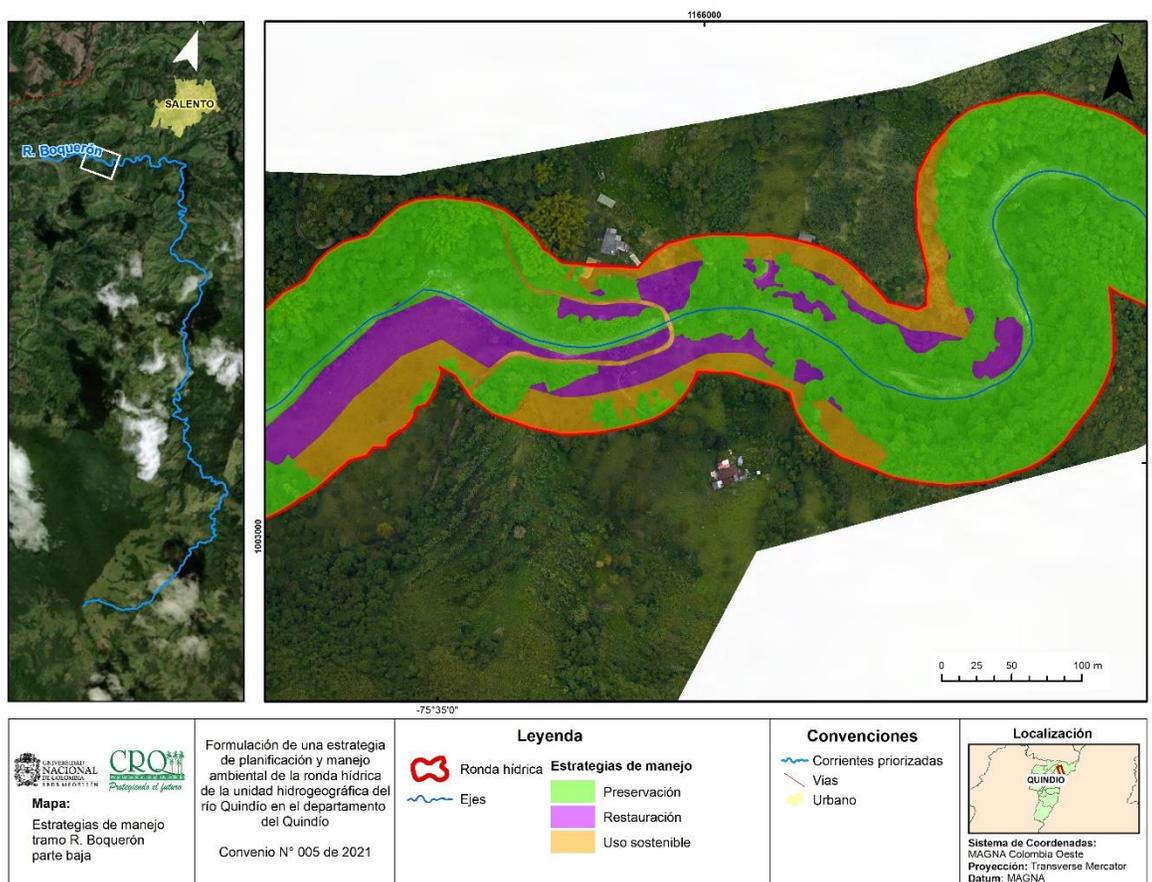


Figura 316. Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Boquerón

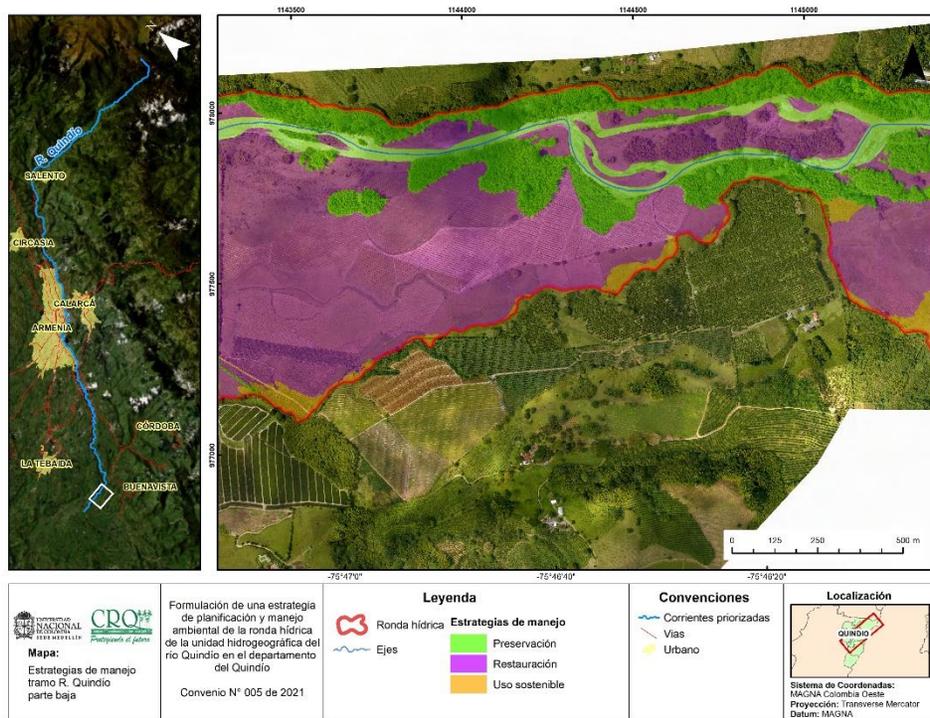


Figura 317. Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Quindío

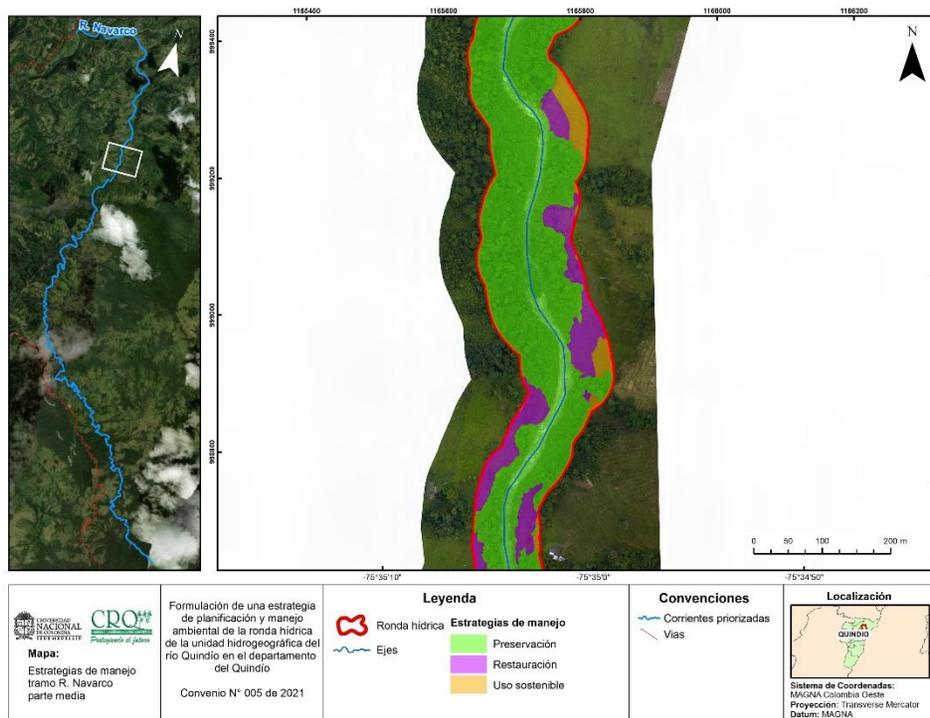


Figura 318. Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Navarco

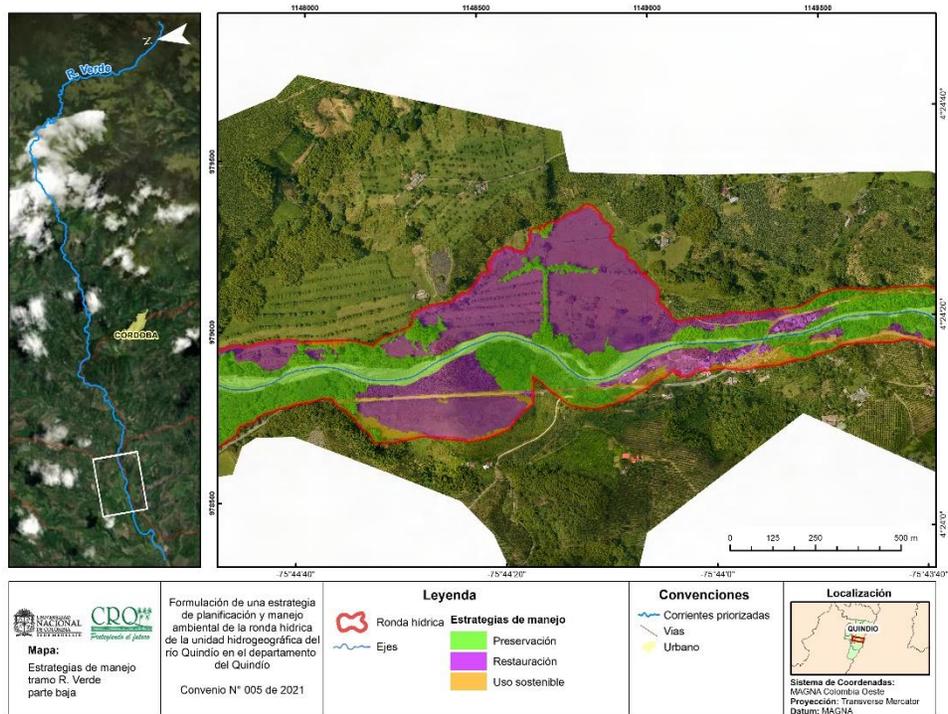


Figura 319. Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Verde

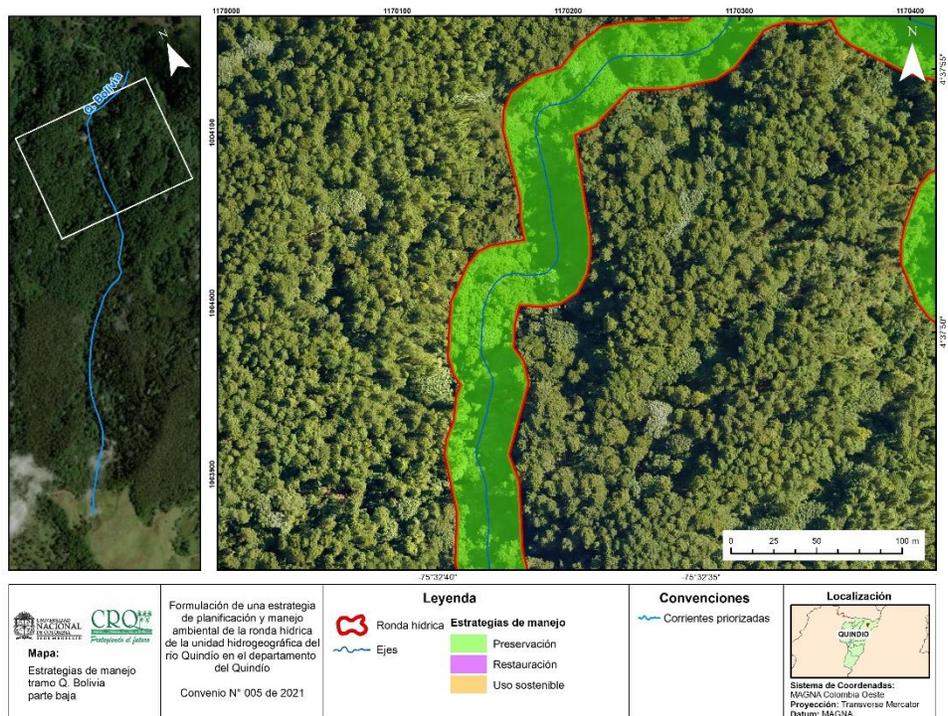


Figura 320. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia

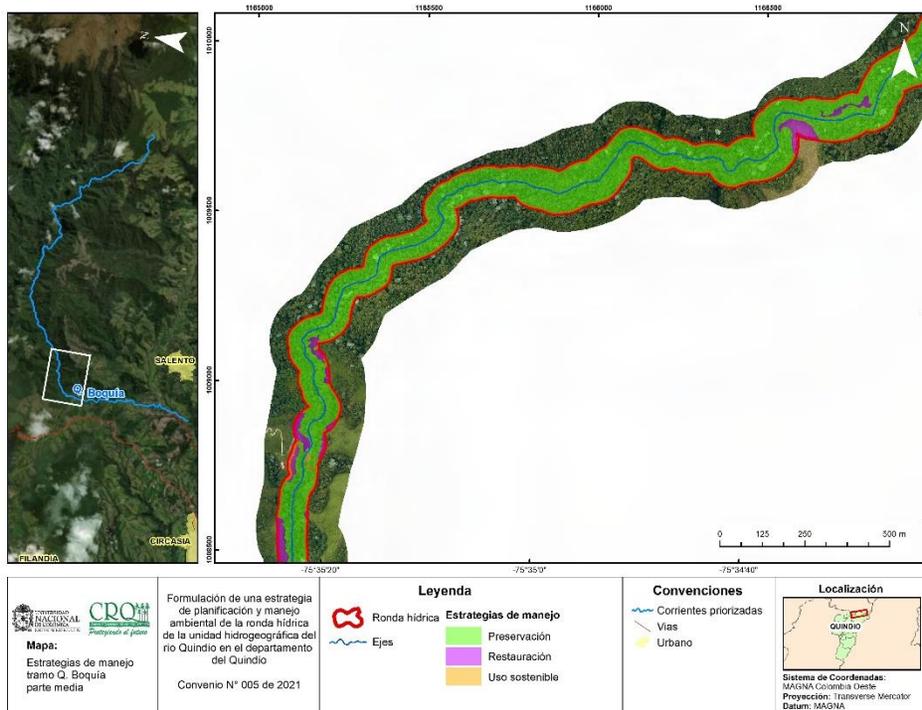


Figura 321. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Boquía

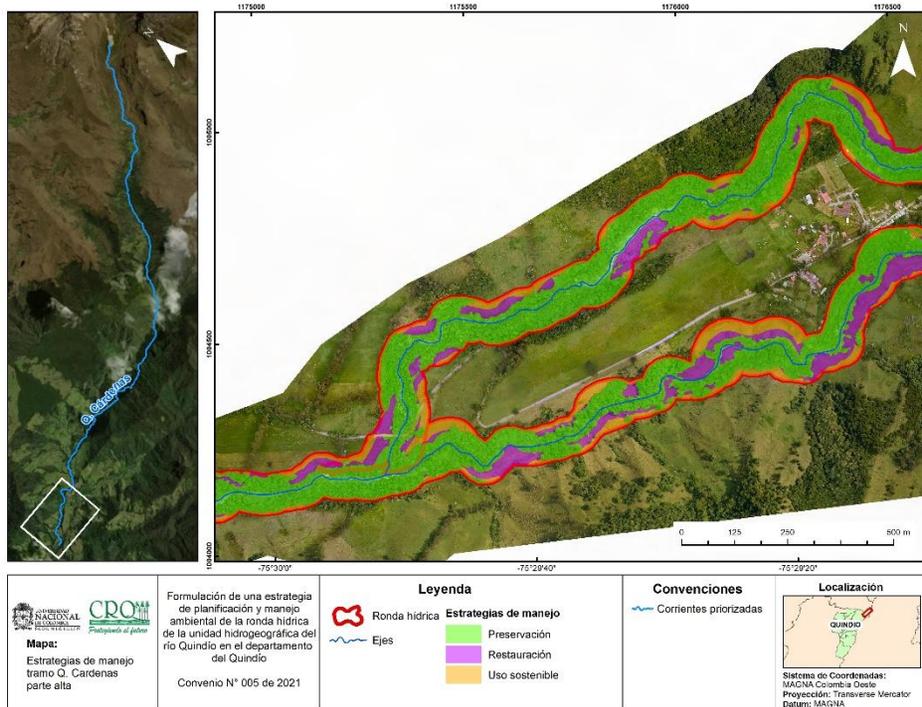


Figura 322. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas

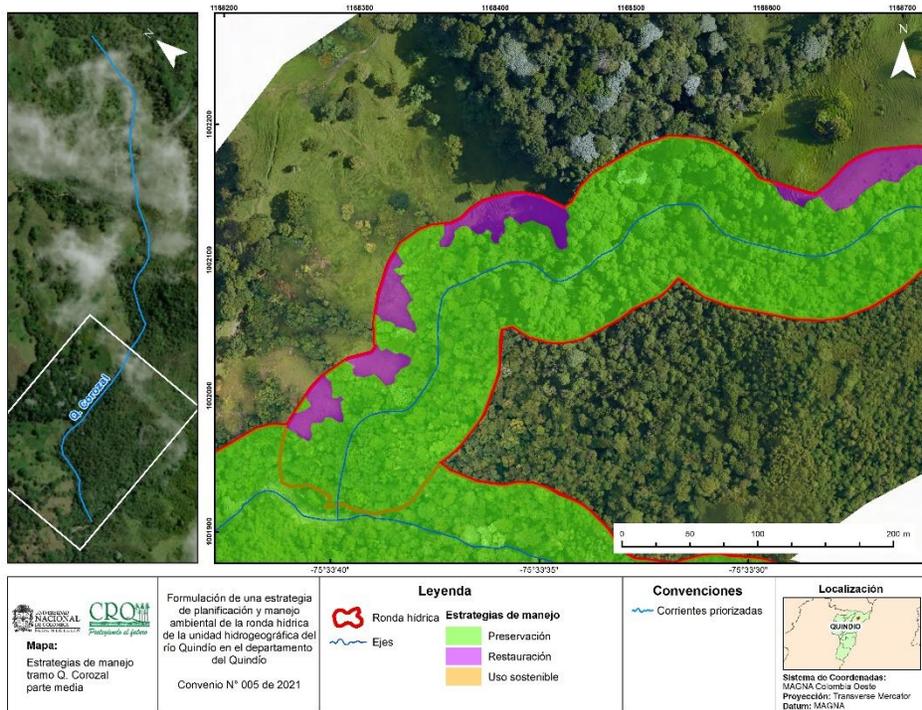


Figura 323. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Corozal

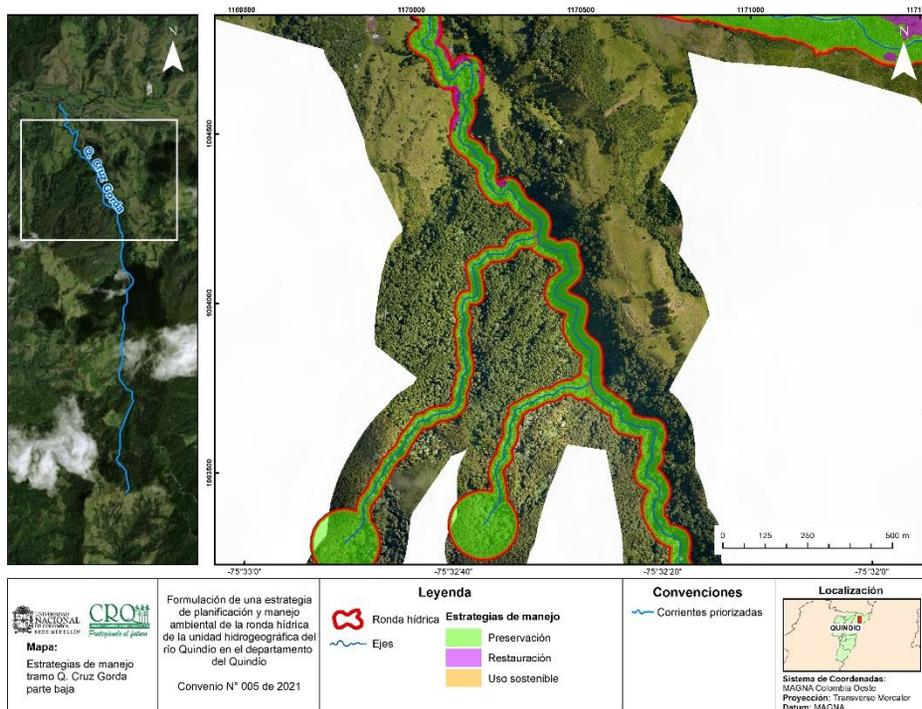


Figura 324. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda

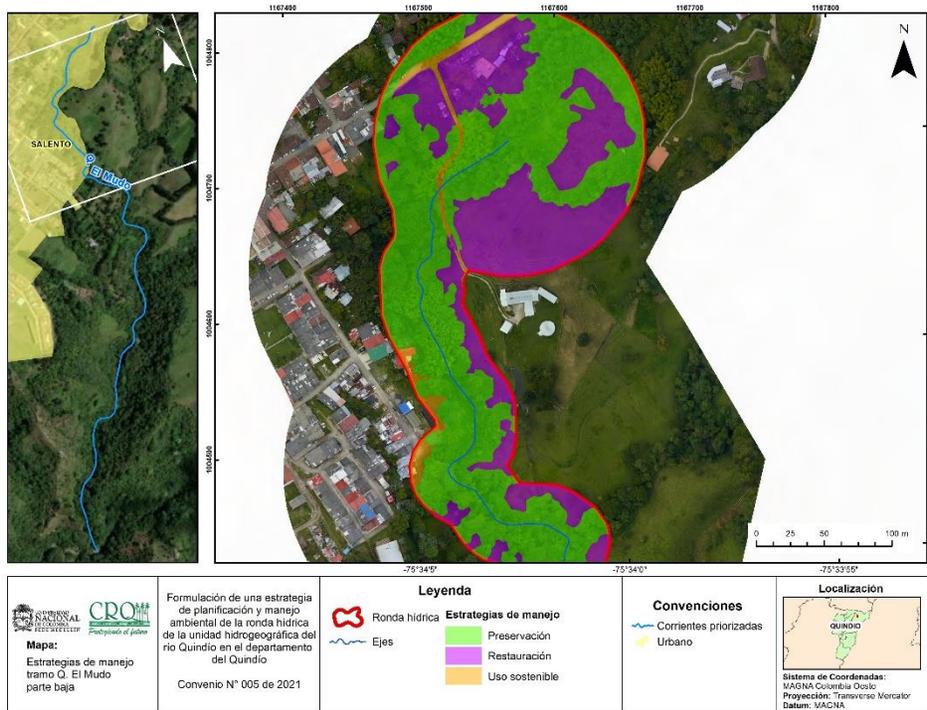


Figura 325. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo

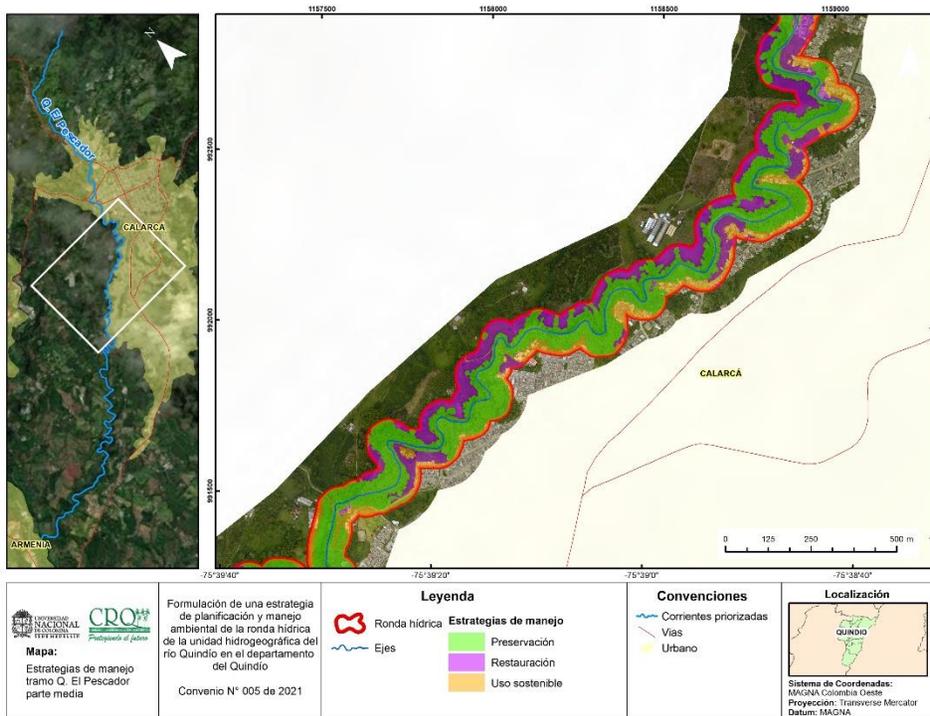


Figura 326. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador

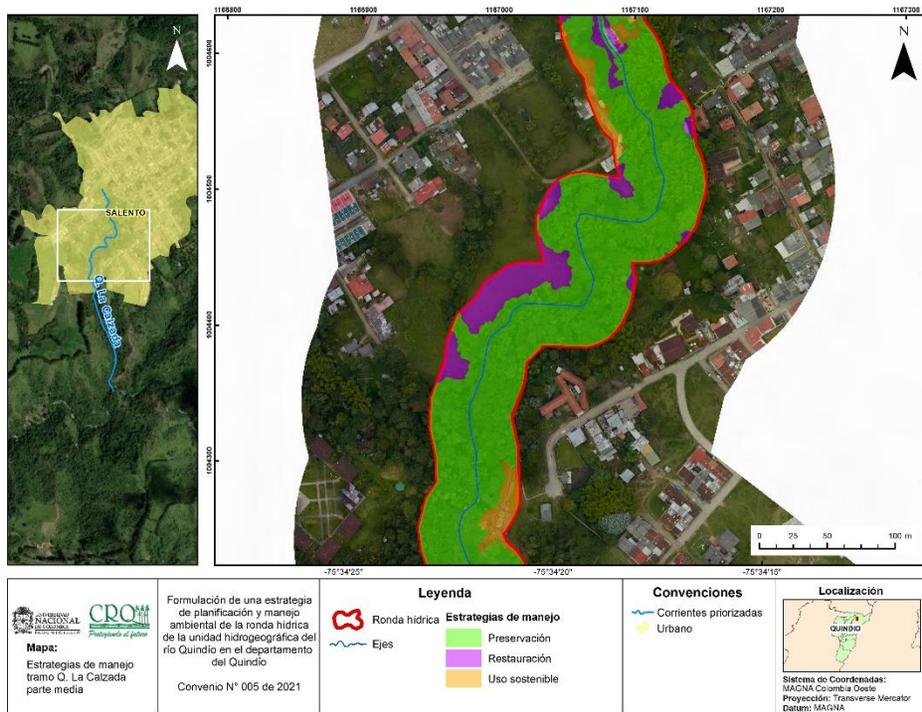


Figura 327. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada

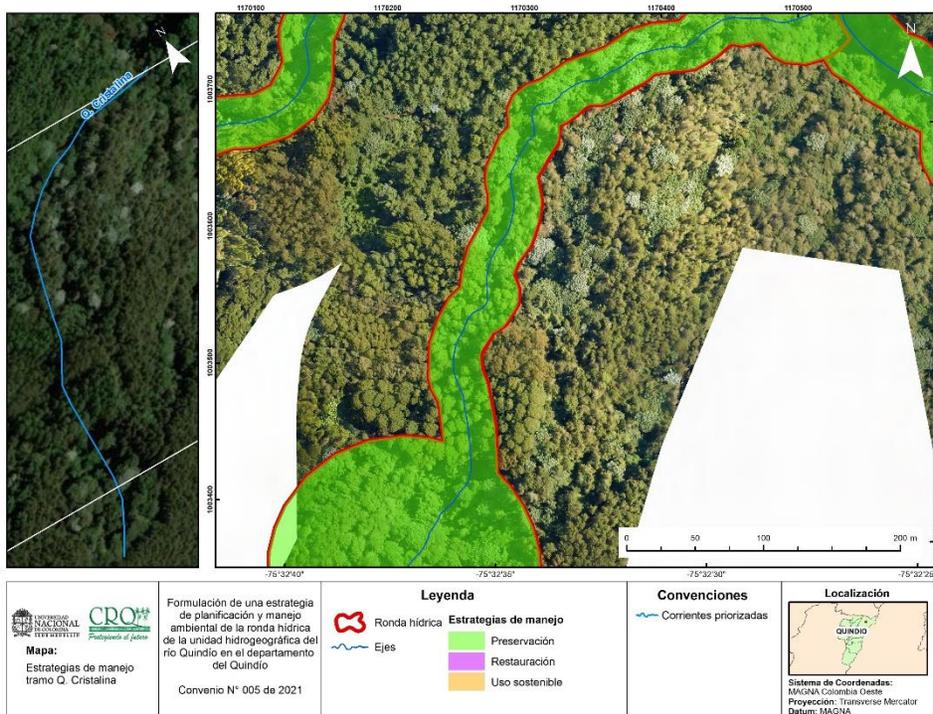


Figura 328. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

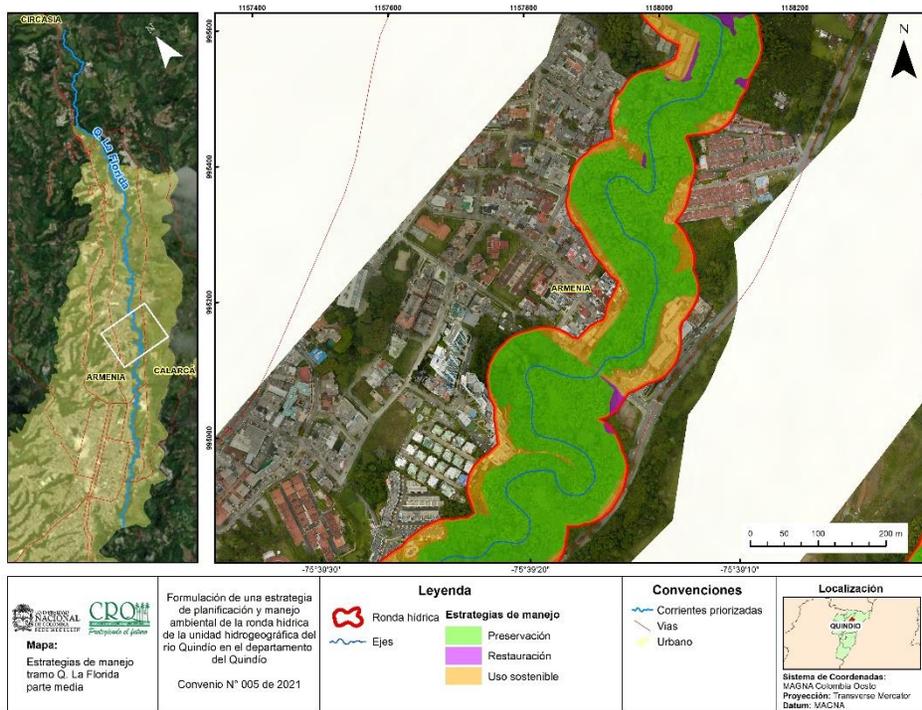


Figura 329. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Florida

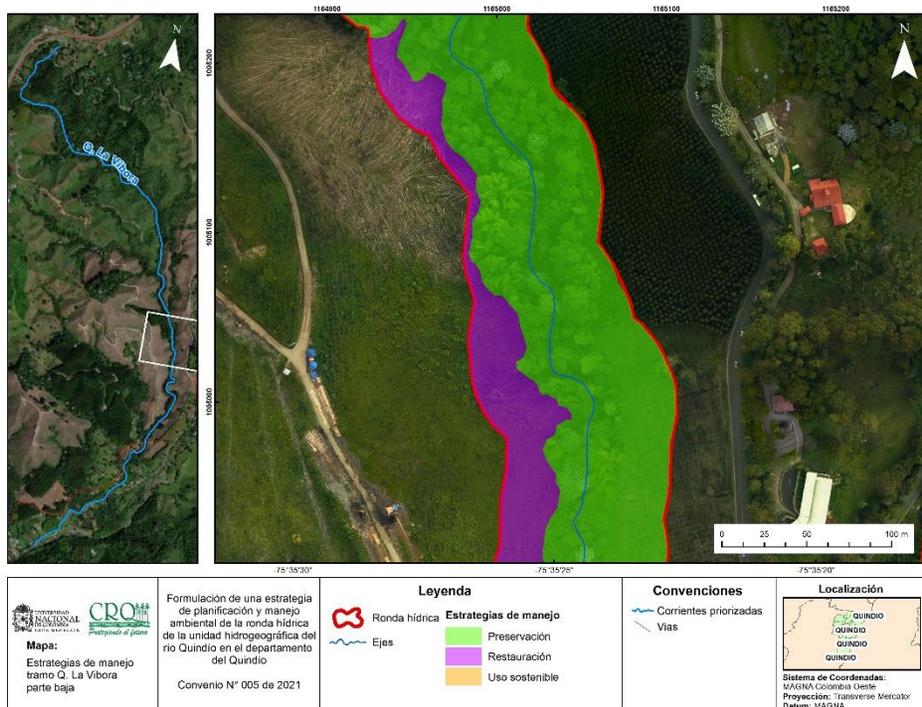


Figura 330. Estrategias de manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada la Víbora

6.4.3 Medidas de manejo

Adicionalmente, se establecen medidas de manejo para el logro de las estrategias de manejo ambiental definidas para cada uno de los tramos objeto de acotamiento de la ronda hídrica. Se asumen las medidas de manejo como líneas de acción y gestión generales para alcanzar el objetivo de conservación de la funcionalidad de los cuerpos de agua priorizados y sus servicios ecosistémicos. Estas medidas de manejo se formularon teniendo en cuenta el carácter de norma de mayor jerarquía que tiene la ronda hídrica y las estrategias de manejo ambiental asociadas a la misma.

El límite físico de la ronda hídrica y las estrategias de manejo se convierten en normas de mayor jerarquía según el Decreto 2245 de 2017, que se adiciona al 1076 de 2015, y que la define como un determinante ambiental en los términos que lo establece la Ley 388 de 1997 en su artículo 10. Por esta razón, una vez adoptada la ronda hídrica por parte de la CRQ a través de un acto administrativo, esta deberá ser incluida en ordenamiento territorial de los municipios donde se localizan los tramos priorizados, los cuales son: Armenia, Calarcá, Salento, La Tebaida, Buenavista y Córdoba. Igualmente, el artículo 2.2.2.2.1.3 del Decreto 1077 de 2015 (Decreto 3600 de 2007), define la ronda hídrica como un determinante ambiental por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

En conclusión, la ronda hídrica está incluida en normas ambientales de obligatorio cumplimiento, que deberá hacer parte del ordenamiento ambiental del territorio, el cual es una responsabilidad de Corporaciones Autónomas Regionales (artículo 7, Ley 99 de 1993) y del ordenamiento territorial municipal, cuya responsabilidad recae sobre los municipios, es así que la Ley 388 de 1997, en su artículo 1, establece los mecanismos que le permiten a los municipios, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, y la preservación y defensa del patrimonio ecológico localizado en su jurisdicción. Adicionalmente, las determinantes ambientales son el puente de conexión entre el ordenamiento ambiental del territorio y el ordenamiento territorial municipal (Minambiente, 2020).

A continuación, se describen las medidas de manejo definidas para el logro de las estrategias para el manejo ambiental de las rondas hídricas, las cuales se especifican para cada tramo de la Tabla 93 a la Tabla 107.

6.4.3.1 Medidas de manejo generales:

- Adoptar la ronda hídrica de los tramos priorizados y sus estrategias de manejo a través de un acto administrativo (resolución o acuerdo), que facilite su inclusión en el ordenamiento territorial, lo cual a su vez condiciona de manera inmediata el régimen de

usos que tienen definidos o se defina en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en cuya jurisdicción se localizan las corrientes objeto de este estudio.

- Remitir a los municipios de Armenia, Calarcá, Salento, La Tebaida, Buenavista y Córdoba, los resultados obtenidos en el acotamiento de la ronda hídrica, las estrategias de manejo ambiental y la cartografía correspondiente, para que adopten las medidas a que haya lugar en materia de la reglamentación de usos del suelo (Minambiente, 2018). En importante también el acompañamiento de la Corporación Autónoma Regional del Quindío a los municipios en la articulación de la ronda hídrica con sus planes de ordenamiento territorial, en su inclusión como determinante ambiental en los términos que se establece en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. La ronda hídrica, según Minambiente (2020), corresponde a los determinantes del medio natural al hacer parte de las áreas de especial importancia ecosistémica y ecosistemas estratégicos. Además, el artículo 2.2.3.2.3A.1. del Decreto 1076 de 2015 que establece: “(...) *La ronda hídrica se constituye en una norma de superior jerarquía y determinante ambiental. (...)*”.
- Articular los diferentes instrumentos normativos. La Corporación deberá analizar, actualizar y articular los acuerdos y resoluciones internas que se relacionan directa o indirectamente con la ronda hídrica y que coinciden con el mismo espacio geográfico de la misma. En la revisión de información secundaria se identificaron las siguientes normas: Acuerdo 007 de 2021, Resolución No. 2605 de 2021 y la Resolución No. 720 de 2010.
- Cuando la ronda hídrica coincida con el espacio geográficos de otros determinantes ambientales definidos por normas nacionales o expedidas por la CRQ, y estos corresponde a áreas protegidas u otras áreas o ecosistemas estratégicos de importancia para la protección de los recursos naturales y poseen instrumentos de planificación aprobados con su respectiva zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva.
- En zonas de amenaza por inundación determinadas por la mancha de inundación de los caudales correspondientes a los periodos de retorno de 100 años, se deberá evitar la construcción de obras de protección y en caso de que se realicen estas deben quedar por fuera del límite físico de la ronda hídrica.
- Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. Para ello, las obras hidráulicas que se diseñen deben evacuar con holgura el agua

y los sedimentos que produce la cuenca para $T_r = 100$ años y teniendo en cuenta aumento sedimentos, expectativas cambios climático y cambios uso suelo.

- En lo posible se solicita no diseñar, ni construir obras hidráulicas cerradas. Si se hace que tengan secciones generosas $>3,5$ m (que quepa equipo para mantenimientos y reparaciones), sin curvas y tramos cortos. En curvas secciones mayores. El desbordamiento, genera erosión que puede generar deslizamientos y aumentar el riesgo de movimientos en masa.
- En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbana y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018.

6.4.3.2 Medidas para la estrategia de manejo ambiental preservación

Se definen las siguientes medidas:

- Mantener la cobertura de vegetación natural existente.
- Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada y no propagación de la misma en zonas nuevas o en procesos de restauración. Aplica también para plantaciones forestales.
- Los corredores con vegetación natural o seminatural deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público según lo definido en el artículo 5 del Decreto Nacional 1504 de 1998 y como parte de la estructura ecológica urbana.

6.4.3.3 Medidas para la estrategia de manejo ambiental restauración

Se plantean las siguientes medidas:

- En el suelo urbano y/o rural, la restauración deberá hacerse con diversas especies forestales nativas para favorecer la biodiversidad y diversos servicios ecosistémicos. En ningún caso se debe proceder restauración con una sola especie.
- En los suelos urbanos y de expansión urbana, donde aún no se presentan desarrollos urbanos consolidados, deberá conformarse o restaurarse la faja paralela a través de corredores biológicos para favorecer la movilidad de la fauna y mantener y/o recuperar la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos asociados a estas coberturas naturales o seminaturales (polución, captura carbono, sombra, hábitat de fauna y flora, movilidad de la fauna, refugio de fauna, comida para la fauna y espacios de recreación y esparcimiento). En estos procesos deberán utilizarse especies nativas favoreciendo el desarrollo multiestrata de las comunidades vegetales.

- Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público según lo definido en el artículo 5 del Decreto Nacional 1504 de 1998 y como parte de la estructura ecológica urbana. Es decir, que la restauración se deberá enfocar en la recuperación de corredores verdes que garanticen la funcionalidad de la corriente en el transporte de agua y sedimentos, reducir el riesgo por inundación y avenidas torrenciales, la conectividad biológica entre diferentes tramos de la ronda hídrica y en recuperar los servicios ecosistémicos que estas coberturas boscosas ofertan dentro el suelo urbano.
- En el suelo rural se deberá realizar restauración ecológica. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). La restauración tiene tres objetivos: restauración, rehabilitación y recuperación. Cualquiera de los tres objetivos que se apliquen tiene un alto componente participativo y además se deberá establecer un proceso de concertación con los dueños de los predios en los cuales se hará la restauración. La concertación y el estado actual de las áreas a restaurar permitirá la definición de la estrategia de restauración. Por ello, aunque se recomienda de manera general usar las estrategias de “establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua y restauración espontánea”, propuesta en el Plan en mención, no se definirá en cada tramo priorizado la estrategia a seguir, ya que dependerá de las condiciones particulares del proceso. Entre los tratamientos que se podrán implementar están: plantaciones protectoras con especies nativas, aislamientos, herramientas de manejo del paisaje, enriquecimiento de bosques, restauración espontánea y obras de bioingeniería.

6.4.3.4 Medidas para la estrategia de manejo ambiental uso sostenible

Si bien la estrategia de manejo ambiental de uso sostenible permite actividades compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas en todas las clases de suelo, estas tienen diferente connotación en el suelo rural y en el urbano, incluyendo en este último el de expansión urbana, dado los usos del suelo propios de cada una de estas clases de suelo. Es por ello, que se hace una diferenciación en la definición de las medidas de manejo y se define las actividades de uso sostenible que se pueden desarrollar dentro de la ronda hídrica:

6.4.3.4.1 Medidas de manejo en el suelo rural:

- Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias, como son: silvopastoreo, uso de barreras y cercas vivas, pastoreo controlado o rotativo, entre otros. Para estas buenas prácticas pueden implementarse las publicadas en la Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible del suelo

en áreas rurales por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura - FAO y Minambiente (2018). A continuación, se definen dichas prácticas:

- Establecimiento de barreras y cercas vivas. Las Barreras vivas son cultivos que se siembran, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión y mejorar la resistencia del sistema agrícola frente a eventos climáticos, así mismo, contribuyen a la diversificación funcional de los agroecosistemas, aumentando con esto el control biológico de plagas, la polinización y disminuyendo el uso de plaguicidas (FAO & Minambiente, 2018). Las cercas vivas consisten en árboles o arbustos plantados ubicados en los linderos externos o internos de predios, como método de delimitación de los mismos. De formar parte de una plantación forestal industrial, un sistema agroforestal o silvopastoril o cultivos forestales con fines comerciales, su aprovechamiento y registro se efectuarán cumpliendo lo establecido en los artículos 2.2.1.1.12.2 y 2.2.1.1.12.3 del Decreto 1076 de 2015. El propósito principal de las cercas vivas es el control del movimiento de los animales y humanos; adicionalmente, pueden proveer leña, forraje, alimento, cortina rompevientos y enriquece el suelo con nutrientes (FAO & Minambiente, 2018).

Existen diferentes tipos de implementación de las barreras vivas, que depende del tipo de suelo y de las necesidades globales de la finca. Estos tipos de barreras vivas son: barreras vivas de múltiple propósito, barreras con pasturas mejoradas, barreras con leguminosas arbustivas, barreras con plantas medicinales, barreras con plantas alimenticias y barreras unipropósito (FAO & Minambiente, 2018).

- Pastoreo controlado o rotativo. Consiste en rotar el ganado dentro del terreno, para evitar que los suelos se compacten (especialmente en época de lluvias), de esta manera se permite que el suelo descanse y mejora el rebrote de praderas (FAO, 1998, en Fao & Minambiente, 2018).
- Sistemas silvopastoriles. Son sistemas en los cuales se hace la incorporación de árboles en la producción pecuaria, la cual permite mejorar la gestión de los recursos naturales, incrementa la prestación de servicios ambientales (biodiversidad, agua, suelo y retención de carbono) y eleva la productividad de los suelos.
- Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Para estas buenas prácticas pueden implementarse las publicadas en la Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible del suelo en áreas rurales de FAO y Minambiente (2018), donde se recomienda que dependiendo de la vocación del suelo se pueden implementar las siguientes prácticas que contribuyen a la sostenibilidad del mismo:
 - La labranza mínima o mínimo movimiento del suelo: consiste en intervenir lo menos posible el suelo al momento de cultivarlo, de tal manera que no se interfiera en los

procesos naturales que se desarrollan en él. Existen tres formas de labranza mínima: labranza cero o siembra directa, labranza en surcos o continua y labranza puntual o sitio a sitio (FAO & Minambiente, 2018).

- Reducción o no uso de agroquímicos mediante la inclusión de abonos verdes, cobertura permanente del suelo, abonos orgánicos y biofertilizantes. Los abonos verdes consisten en la incorporación al suelo de plantas sembradas o biomasa vegetal no descompuesta con el fin de mejorar la fertilidad y calidad del suelo. La cobertura permanente del suelo consiste en mantener el campo de cultivo cubierto con material orgánico verde o seco (vivo o muerto) (FAO & Minambiente, 2018).

Entre los abonos orgánicos están los sólidos, los más comunes son los producidos por el compostaje y el lombricompuesto. El objetivo del proceso de compostaje es favorecer la descomposición de los residuos orgánicos biodegradables, a través de la acción de microorganismos aeróbicos, lo cual genera nutrientes para el suelo al tiempo que se da un uso útil a dichos residuos. El lombricompuesto es el producto obtenido mediante la transformación de los residuos orgánicos biodegradables, la cual se realiza generalmente por lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) (Álvarez et al, 2011, en FAO & Minambiente, 2018).

Los biofertilizantes son el resultado de la descomposición mediante la acción de microorganismos de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas en sustancias fácilmente asimilables por las mismas. Hay dos tipos de biofertilizantes, los aeróbicos que se producen en presencia de oxígeno y los anaeróbicos que se elaboran en ausencia del mismo (FAO & Minambiente, 2018).

- Rotación de cultivos. La rotación de cultivos es un conjunto de secuencias, en las cuales se ocupa el suelo con cultivos diferentes que se suceden en el tiempo con la finalidad de mantener la fertilidad del suelo. La rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción diversificados, que aseguren la sostenibilidad del suelo, promoviendo cultivos que se alternen año a año para mantener la fertilidad de los suelos y reducir los procesos de degradación de suelos por erosión (FAO & Minambiente, 2018).
- Policultivos o cultivos asociados. Son sistemas de plantación simultánea de diversas especies vegetales en una misma parcela, que han demostrado ser complementarias entre sí y no generan competencias interespecíficas (FAO & Minambiente, 2018).
- Sistemas agroforestales. Son sistemas en los cuales los árboles se cultivan junto con cultivos anuales y/o animales, esto ofrece los beneficios de los cultivos

- perennes y fortalece las relaciones de complementariedad entre los componentes, mientras promueve un uso múltiple de los agroecosistemas.
- Sistemas agrosilvopastoriles. En estos se genera la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas. Son sistemas complejos que integran pastos, cultivos forrajeros, cultivos varios, animales y diferentes recursos, incluyendo la forestería y la agricultura (FAO & Minambiente, 2018).
 - En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes actividades:
 - La reconversión de actividades agropecuarias: se asume la definición adoptada en el “Documento de Lineamientos para la Elaboración del Plan de Manejo Ambiental y la Zonificación y Régimen de Usos Aplicable a Páramos Delimitados (Minambiente, 2018a), donde la reconversión se entiende como “una estrategia de gestión del cambio de los sistemas agropecuarios, que integra y orienta acciones que progresivamente conllevan a la transformación de los actuales modelos de producción no compatibles con el ecosistema, hacia modelos de producción agroecológica o en el marco de distintas escuelas de agricultura limpia y tradicional o ancestral, según usos y costumbres. En este sentido, busca reducir de manera integral los conflictos de uso del territorio y los impactos biofísicos, sociales, económicos y culturales derivados del desarrollo de actividades agropecuarias” (Minambiente, 2018a). Las practicas antes descritas se pueden implementar en un proceso de reconversión.
 - El ecoturismo: entendido como un tipo de actividad turística especializada, desarrollada en ambientes naturales conservados, siendo la motivación esencial del visitante observar, aprender, descubrir, experimentar y apreciar la adversidad biológica y cultural con una actitud responsable para proteger la integridad del ecosistema y fomentar el bienestar de la comunidad local (Artículo 3, Ley 2068 de 2020). En este tipo de turismo se permite las siguientes actividades: senderismo, actividades educativas en el reconocimiento de especies vegetales, observación de fauna y visita a sitios de interés cultural, avistamiento aves, recorrido por senderos ecológicos, escaladas, bicicleta de montaña y cicloturismo. No se incluye la construcción de obras de infraestructura turística, temporal o permanente, como hoteles, restaurantes y demás infraestructura asociada a los mismos.
 - Se podrán realizar investigaciones enfocadas a obtener conocimiento para el mejoramiento de formas de aprovechamiento de los recursos naturales, uso sostenible del suelo y conocimiento de la biodiversidad, entre otras.

- Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. Es competencia de las autoridades ambientales, establecer las normas generales y las densidades máximas a las que se sujetaran los propietarios de vivienda en áreas suburbanas, cerros y montañas, de manera que se protejan el medio ambiente y los recursos naturales, lo cual incluye la ronda hídrica (artículo 2.2.2.2.1.1. del Decreto 1077 de 2015).
- Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo.
- Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava según los lineamientos que para tal efecto establezca la CRQ en cumplimiento de la Ley 2206 de 2022 “Por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio Nacional”.

6.4.3.4.2 *Medidas de manejo en el suelo urbano y expansión urbana*

- Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Debe impedirse que los usos limiten el tránsito de agua y sedimentos.
- En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida se pueden construir elementos complementarios del espacio público, como jardines, parques con vegetación arbórea, mejoras en paisajismo natural.
- Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava según los lineamientos que para tal efecto establezca la CRQ en cumplimiento de la Ley 2206 de 2022 “Por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio Nacional”.

Tabla 93. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Boquerón y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1 ZH5	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH6	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Evitar la densificación de las áreas con viviendas.
ZH4 ZH8	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración con diversas especies forestales nativas. – Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH8	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en las actividades agrícolas y pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1.
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Actualización o Ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica del río Boquerón en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 94. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Quindío y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH1	Preservación		<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. 	
ZH2	Restauración Dado que se localiza en el tramo del río Quindío en amenaza alta por avenida torrencial		<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. 	
ZH4	Restauración Se localiza al interior del páramo de Los Nevados y el componente ecosistémico		<ul style="list-style-type: none"> – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Restauración con diversas especies forestales nativas. – Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). 	
ZH5	Preservación	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. – Los corredores con vegetación natural o seminatural deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público según lo definido en el artículo 5 del Decreto Nacional 1504

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
				de 1998 y como parte de la estructura ecológica urbana.
ZH6	Restauración Tejido urbano en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundación. Se localizan principalmente en el Valle de Cocora	Restauración Cabeceras urbanas de Armenia y Calarcá	<ul style="list-style-type: none"> En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. 	<ul style="list-style-type: none"> En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público. Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
	Uso sostenible Tejido urbano en suelo rural que se localizan por fuera las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones y el buffer de los 30 metros.	Uso sostenible Cabeceras urbanas de Armenia y Calarcá Centros poblados de Boquía	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la densificación urbanística. Los usos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica 	<ul style="list-style-type: none"> Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público como los descritos anteriormente. Controlar la densificación urbana dentro de la ronda hídrica.
ZH7	Uso sostenible	Uso sostenible	Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.	
ZH8	Restauración	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> Restauración con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y 	Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
			su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).	Restauración con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
	Uso sostenible		<ul style="list-style-type: none"> – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes acciones: plantaciones forestales protectoras - productoras, la reconversión de sistemas productivos, áreas para recreación e investigación y aplicación de prácticas de conservación de suelos, de acuerdo con las estrategias de manejo planteadas. – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica. – Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo. 	
ZH9	ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas				
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios de Salento, Armenia, Calarcá y La Tebaida, en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica del río Quindío en el presente estudio e incluir directrices para la protección de la ronda hídrica. 				

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
<ul style="list-style-type: none"> – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – Incluir normas para protección de la ronda hídrica en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). – Mayor control de la ocupación de la ronda hídrica por parte de las autoridades competentes. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 				

Tabla 95. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Navarco y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1 y ZH5	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH2 y ZH6	Restauración Tejido urbano discontinuo en amenaza alta por inundación	<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH3 y ZH7	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, para lo cual se deberán implementar las estrategias de manejo planteadas.
ZH4 y ZH8	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH8	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes acciones: plantaciones forestales protectoras - productoras, la reconversión de sistemas productivos, áreas para recreación e investigación y aplicación de prácticas de conservación de suelos, de acuerdo con las estrategias de manejo planteadas. – Impedir la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica. – Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo.
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box couvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica del río Navarco en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 96. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica del río Verde y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados

Convenio Interadministrativo 005 de 2021

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH2	Restauración Tejido urbano discontinuo en áreas de amenaza alta por avenida torrenciales e inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Impedir la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH5	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH6	Restauración Tejido urbano continuo y discontinuo	<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). – Controlar la densificación urbanística.
ZH6	Uso sostenible Tejido urbano continuo y discontinuo en suelo rural que se localizan por fuera las zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones y el buffer de los 30 metros.	<ul style="list-style-type: none"> – Las viviendas e infraestructura asociada no deberán intervenir en la funcionalidad de la ronda hídrica. – Controlar la densificación urbanística.
ZH7	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos sostenibles deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, de acuerdo con las estrategias de manejo definidas.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH8	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH8	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes acciones: plantaciones forestales protectoras - productoras, la reconversión de sistemas productivos, áreas para recreación e investigación y aplicación de prácticas de conservación de suelos, de acuerdo con las estrategias de manejo planteadas. Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica. Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo. Impedir la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada.
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> Protección cuerpos de aguas. Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> Actualización y ajustes a los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de Córdoba, Calarcá y Buenavista en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica del río Verde en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. Vigilancia y control en las actividades que se realizan en la ronda hídrica. Educación ambiental. En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 97. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la cobertura de vegetación natural existente. Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Bolivia en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 98. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Boquía y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH2	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
	Uso sostenible Tejido urbano discontinuo Tejido urbano continuo. Centro poblado La Explanación	<ul style="list-style-type: none"> – Corresponde a tejido urbano continuo y discontinuo dentro de la ronda hídrica, pero por fuera del componente ecosistémicos y que, además, está por fuera del límite de la cabecera urbana del municipio de Salento. Las medidas de manejo son: – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Controlar la densificación urbanística.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH3	Uso sostenible	Los usos que aquí se realicen deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> Protección cuerpos de aguas. Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box couvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Boquía en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. Educación ambiental. En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 99. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas y medidas de manejo por zona homogénea

Para esta corriente se separa ronda hídrica que se localiza en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados

Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados

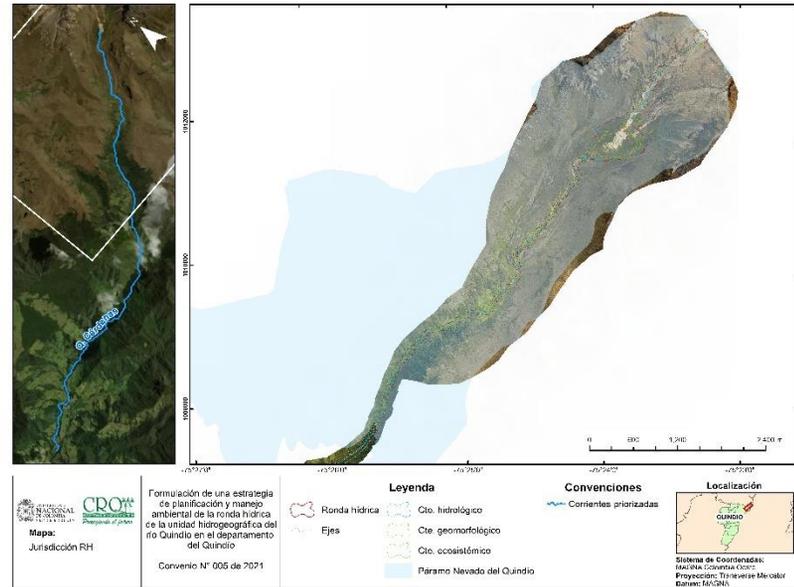
La quebrada Cárdenas recorre el Parque Nacional Los Nevados desde su nacimiento en la cota 4.587 m.s.n.m. y coordenadas 75°23'17.119"W 4°42'47.758"N, hasta las coordenadas 75°23'20.482"W 4°42'56.574"N.

Longitud del tramo de la quebrada que queda dentro del PNN Los Nevados es de 8,08 km y en jurisdicción de la CRQ es 10,62 km.

Área de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas que queda dentro del PNN Los Nevados es de 82,56 ha y en jurisdicción de la CRQ es 55,78 ha.

Área de la faja paralela en la Quebrada Cárdenas que queda dentro del PNN Los Nevados es de 9,45 ha y en jurisdicción de la CRQ es 15,72 ha.

Área de protección y conservación aferente en la quebrada Cárdenas que queda dentro PNN Los Nevados es de 46,33 ha y en jurisdicción de la CRQ es 88,01 ha.



Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	– Mantener la cobertura de vegetación natural existente.
ZH2	Restauración	– Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
Estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica en jurisdicción de la CRQ		
ZH1	Preservación	– Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH2	Restauración	– En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por avenidas torrenciales e inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes.

		<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH3	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos que aquí se realicen deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración con diversas especies forestales nativas. – Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box couvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Cárdenas en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 100. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Corozal y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH3	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos que aquí se realicen deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Corozal en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 101. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH3	Uso sostenible	Los usos que aquí se realicen deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica.
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
		<ul style="list-style-type: none"> - Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. - En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box couvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		
<ul style="list-style-type: none"> - Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Cruz Gorda en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. - Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. - Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. - Educación ambiental. - En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 		

Tabla 102. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo y medidas manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH1	Preservación	Preservación Cabecera urbana del municipio de Salento	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la cobertura de vegetación natural existente. - Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la cobertura de vegetación natural existente. - Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH2	Restauración Zona de nacimiento de la quebrada			<ul style="list-style-type: none"> - Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
				<ul style="list-style-type: none"> Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.
ZH2	Uso sostenible	Uso sostenible Cabecera urbana del municipio de Salento	<ul style="list-style-type: none"> Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. Controlar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica.
ZH3	Uso sostenible	Uso sostenible	Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, de acuerdo con las estrategias de manejo establecidas.	
ZH4	Restauración	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.
ZH9	ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> Protección cuerpos de aguas. Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box culvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas				
<ul style="list-style-type: none"> Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada El Mudo en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. Educación ambiental. 				

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
– En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018.				

Tabla 103. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador y medidas manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH1	Preservación	Preservación Cabecera urbana del municipio de Calarcá.	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH2		Restauración Cabecera urbana del municipio de Calarcá. Amenaza alta por inundación	–	<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
	Uso sostenible Tejido urbano por fuera del límite de la cabecera municipal.	Uso sostenible Cabecera urbana del municipio de Calarcá.	<ul style="list-style-type: none"> – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Controlar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. – Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
				<ul style="list-style-type: none"> – En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público como los descritos anteriormente. – Controlar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica.
ZH3	Uso sostenible	Uso sostenible	Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, de acuerdo con las estrategias de manejo establecidas.	
ZH4	Restauración	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). – Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.
	Uso sostenible	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes acciones: plantaciones forestales protectoras - productoras, la reconversión de sistemas productivos, áreas para recreación e investigación y aplicación de prácticas de conservación de suelos, de acuerdo con las estrategias de manejo planteadas. – Impedir la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Que no limiten el tránsito de agua y sedimentos. – En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público, como jardines, parques con vegetación arbórea, parques lineales, infraestructura verde, mejoras en paisajismo natural, entre otros. – Evitar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica. – Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
			<ul style="list-style-type: none"> – Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo. 	
ZH9	ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas				
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes del Esquema Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Calarcá en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada El Pescador en el presente estudio. – Educación ambiental. – Buscar alternativas de usos que permitan el funcionamiento de la ronda hídrica con el gremio industrial que hace explotaciones en la ronda hídrica. – Construcción de parques lineales. – Incluir directrices para protección de la ronda hídrica en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Calarcá. . – Mayor control de la ocupación de la ronda hídrica por parte de las autoridades competentes. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 				

Tabla 104. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH1	Preservación	Preservación Cabecera urbana del municipio de Salento	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH2		Restauración Cabecera urbana del municipio de Salento. Nacimiento de la quebrada		<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
		Uso sostenible Cabecera urbana del municipio de Salento Tejido urbano por fuera del límite de la cabecera municipal	-	<ul style="list-style-type: none"> Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público. Controlar la densificación urbanística dentro de la ronda hídrica.
ZH3	Uso sostenible	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica. 	
ZH4	Restauración	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.
ZH9	ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> Protección cuerpos de aguas. Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box culvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas				
<ul style="list-style-type: none"> Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada La Calzada en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. 				

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
<ul style="list-style-type: none"> – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 				

Tabla 105. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo	
		Suelo rural	
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada y no propagación de la misma en zonas nuevas o en procesos de restauración. Aplica también para plantaciones forestales. 	
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas			
<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada La Cristalina en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 			

Tabla 106. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Florida y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
ZH1	Preservación	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales. 	
ZH2		Restauración Cabecera urbana de Armenia		<ul style="list-style-type: none"> – Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público. – En las zonas ocupadas por viviendas e infraestructura asociada que se localizan en zonas de amenaza alta por inundaciones o el componente hidrológico se deberá realizar estudios detallados que permitan determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes. – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH2	Uso sostenible Tejido urbano por fuera de la cabecera municipal	Uso sostenible Cabecera urbana de Armenia	<ul style="list-style-type: none"> – Evitar la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica, al igual que su infraestructura asociada. – Controlar la expansión urbana en la ronda hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. – Aprovechamiento forestal persistente de los bosques de guadua y cañabrava, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ – En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público como los descritos anteriormente. – Controlar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica.
ZH3	Uso sostenible	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. 	
ZH4	Restauración	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de 	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
			Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).	Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015). – Los corredores a restaurar deberán incluirse como un elemento constitutivo natural del espacio público.
	Uso sostenible	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad pecuarias. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – Promover la inclusión de buenas prácticas para el uso sostenible del suelo en la actividad agrícola. Algunas de estas prácticas se describen en el numeral 6.4.3.4.1. – En la estrategia de uso sostenible también se podrá implementar las siguientes acciones: plantaciones forestales protectoras - productoras, la reconversión de sistemas productivos, áreas para recreación e investigación y aplicación de prácticas de conservación de suelos, de acuerdo con las estrategias de manejo planteadas. – Impedir la construcción de viviendas, condominios y parcelaciones al interior de la ronda hídrica. – Al interior de la ronda hídrica restringir la agricultura comercial de grandes extensiones y monocultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos de los suelos urbanos no deben interferir con la funcionalidad de la ronda hídrica. Que no limiten el tránsito de agua y sedimentos. – En las zonas donde la ronda hídrica está intervenida construir elementos complementarios del espacio público, como jardines, parques con vegetación arbórea, mejoras en paisajismo natural, entre otros. – Evitar la densificación urbanística al interior de la ronda hídrica.
ZH9	ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert). 	
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas				

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental		Medidas de manejo	
	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límites cabeceras urbanas)	Suelo rural	Suelo urbano y de expansión urbana (Límite cabecera urbana Armenia)
	<ul style="list-style-type: none"> – Actualización y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Armenia en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada La Florida en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. – Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. – Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. – Educación ambiental. – Mayor control de la ocupación de la ronda hídrica por parte de las autoridades competentes. – En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbana y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018. 			

Tabla 107. Estrategia para el manejo ambiental de la ronda hídrica de la quebrada La Víbora y medidas de manejo por zona homogénea

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
ZH1	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Mantener la cobertura de vegetación natural existente. – Manejo, aprovechamiento y control de la guadua en las zonas donde ya está establecida y consolidada, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ. Aplica también para plantaciones forestales.
ZH3	Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> – Los usos que aquí se realicen deberán ser compatibles con el objeto de conservación de la funcionalidad de las rondas hídricas, en caso que no cumplan con esto, se deberán realizar las acciones pertinentes para que las actividades que allí se desarrollan y la infraestructura asociada a la misma sean compatibles con la funcionalidad de los tres componentes de la ronda hídrica, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto expida la CRQ
ZH4	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> – Restauración ecológica con diversas especies forestales nativas. Se deberá definir el tipo de intervención y su ejecución siguiendo las directrices definidas en el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas (Minambiente, 2015).
ZH9	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> – Protección cuerpos de aguas. – Las obras hidráulicas que se realicen deberán garantizar el funcionamiento natural del río. – En lo posible no diseñar y construir obras hidráulicas cerradas (canalizaciones con coberturas y box coulvert).
Medida que aplican a todas las zonas homogéneas		

Zona Homogénea	Estrategias para el manejo ambiental	Medidas de manejo
		Suelo rural
		<ul style="list-style-type: none"> - Actualización y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Salento, en lo que respecta al acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada La Víbora en el presente estudio e incluir directrices para protección de la ronda hídrica. - Armonizar los diferentes instrumentos de planificación que actúan sobre el mismo espacio geográfico de la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están adoptados y actualizada su zonificación ambiental, se dejará la categoría de manejo más restrictiva en el área correspondiente a la ronda hídrica. Si los instrumentos de planificación están en proceso de actualización o formulación, se dejará la estrategia de manejo propuesta en la ronda hídrica hasta que estos instrumentos sean adoptado por la Corporación. Una vez adoptado se seleccionará la estrategia o categoría de manejo más restrictiva. - Implementar Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) para la protección de la ronda hídrica, en caso de que la normativa lo permita. - . Educación ambiental. - En los procesos de ocupación de la ronda hídrica que se desarrollen en el futuro, en suelo urbano, de expansión urbano y rural, se deberán tener en cuenta los criterios planteados en el Anexo III de la Guía Técnica de criterios para el acotamiento de la ronda hídrica en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo en 2018.

7. INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LAS RONDAS HÍDRICAS

Para el seguimiento y evaluación del cambio del estado actual de la ronda hídrica ante la implementación de las medidas de manejo ambiental definidas para cada uno de los tramos priorizados, se diseñaron, estimaron y espacializaron cinco (5) indicadores que permitirán a futuro evaluar la recuperación de la ronda hídrica y su mejoramiento desde el punto de vista ambiental.

En la Tabla 108 se describen cada uno de los indicadores. La estimación de los estos se realizó a partir de las capas cartográficas: eje, coberturas de la tierra, ronda hídrica, componentes hidrológico y ecosistémico. El cambio en las coberturas de la tierra permitirá evaluar los cambios en los indicadores propuestos y con ello, el cambio en la calidad de los ecosistemas.

Tabla 108. Indicadores de estado para el seguimiento y evaluación del impacto de la implementación de las medidas de manejo ambiental propuestas para las rondas hídricas.

Indicador	Definición y objetivo	Ecuación	Unidad de medida	Rango de interpretación
Indicador 1: Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	Este indicador permite evaluar el porcentaje del área de la ronda hídrica ocupada por actividades agropecuarias. El objetivo de su documentación es conocer el estado porcentual respecto a la influencia de actividades como la ganadería y la agricultura al interior de la ronda hídrica delimitada.	$I2 = \frac{A_{agro}}{A_{T_{RH}}} \times 100$ A_{agro} =Área de la ronda hídrica en actividad agropecuaria (coberturas de la tierra en territorios agrícolas) [km ²] $A_{T_{RH}}$ =Área total de la ronda hídrica [km ²]	Porcentaje [%]	0% - 100% Lo que se espera con la implementación de las medidas de manejo ambiental es que este indicador no crezca en el tiempo o disminuya.
Indicador 3: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	Este indicador permite evaluar la ocupación del componente hidrológico por viviendas e infraestructura. El objetivo de su documentación es conocer el estado porcentual de viviendas dentro de la zona inundable prevista ante un evento de creciente con los caudales correspondientes al periodo de retorno de diseño.	$I4 = \frac{A_{urb_{CH}}}{A_{T_{CH}}} \times 100$ $A_{urb_{CH}}$ =Área de la componente hidrológica urbanizada (coberturas de la tierra en tejido urbano continuo y discontinuo) [km ²] $A_{T_{CH}}$ =Área total del componente hidrológico [km ²]	Porcentaje [%]	0% - 100% Lo que se espera con la implementación de las medidas de manejo ambiental es que este indicador no crezca en el tiempo o disminuya.

Indicador	Definición y objetivo	Ecuación	Unidad de medida	Rango de interpretación
Indicador 2: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	Este indicador permite evaluar la ocupación de la ronda hídrica por viviendas. El objetivo de su documentación es conocer el estado porcentual de viviendas dentro de la ronda hídrica delimitada.	$I3 = \frac{A_{urb_RH}}{A_{T_RH}} \times 100$ A_{urb_RH} =Área de la ronda hídrica urbanizada (coberturas de la tierra en tejido urbano continuo y discontinuo) [km ²] A_{T_RH} =Área total de la ronda hídrica [km ²]	Porcentaje [%]	0% - 100% Lo que se espera con la implementación de las medidas de manejo ambiental es que este indicador no crezca en el tiempo o disminuya.
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	Este indicador permite evaluar el estado de transformación de los bosques de ribera. El objetivo es identificar los cambios en esta cobertura a lo largo del tiempo, identificando si hay ganancias o pérdida de área en dicha cobertura.	$I5 = \frac{A_{veg_rib_CE}}{A_{T_CE}} \times 100$ $A_{veg_rib_CE}$ =Área de la componente ecosistémica con vegetación de ribera, coberturas bosque y guadua [km ²] A_{T_CE} =Área total del componente ecosistémico [km ²]	Porcentaje [%]	0% - 100% Lo que se espera con la implementación de las medidas de manejo ambiental es que este indicador aumente en el tiempo.
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	Este indicador permite determinar el estado sucesional de la vegetación de ribera a través de la variable estructural de altura del dosel. El objetivo es identificar la densificación del dosel y claros presentes en la ronda hídrica, colonización por especies pioneras y presencia de vegetación de tipo arbustiva y arbórea, así como diferenciar entre vegetación secundaria alta y baja.	A_{T_Dosei} =Altura promedio de la vegetación por unidad de cobertura [m]	Metros [m]	1-30 m Lo que se espera con la implementación de las medidas de manejo ambiental es que este indicador aumente hasta estabilizarse

Para la estimación del Indicador 5, Estructura de la vegetación de ribera, se calculó la altura promedio de la vegetación de ribera por tramo, empleando la diferencia entre el MDT (Modelo Digital de Terreno) y el MDS (Modelo Digital de Superficie) obtenidos a través de tecnología LiDAR. El rango de los resultados fue entre 39,93 m y 490,39 m de altura (Figura 331), lo cual evidencia los errores de los insumos empleados. Por ello, para el cálculo del indicador 5 se excluyeron los valores extremos (outliers) en la altura promedio por cada tramo, considerando la distribución del histograma de frecuencias.

A continuación, se presentan los valores y la espacialización de los indicadores para cada una de las corrientes priorizadas. Se observa que la ronda hídrica con mayor ocupación en actividades agropecuarias corresponde a la del río Quindío con el 42,53%, seguido por el río Verde con el 26,93% por la de la quebrada El Pescador con el 26,82%. En lo que

respecta a las áreas urbanizadas, el mayor porcentaje corresponde a las quebradas La Calzada (26,60%), La Florida (11,17%) y El Pescador (9,33%). Esta última presenta el mayor porcentaje de área urbanizada dentro del componente hidrológico. En general, los porcentajes muestran una baja ocupación de la ronda hídrica con viviendas, con seis (6) corrientes que no presentan este tipo de ocupación.

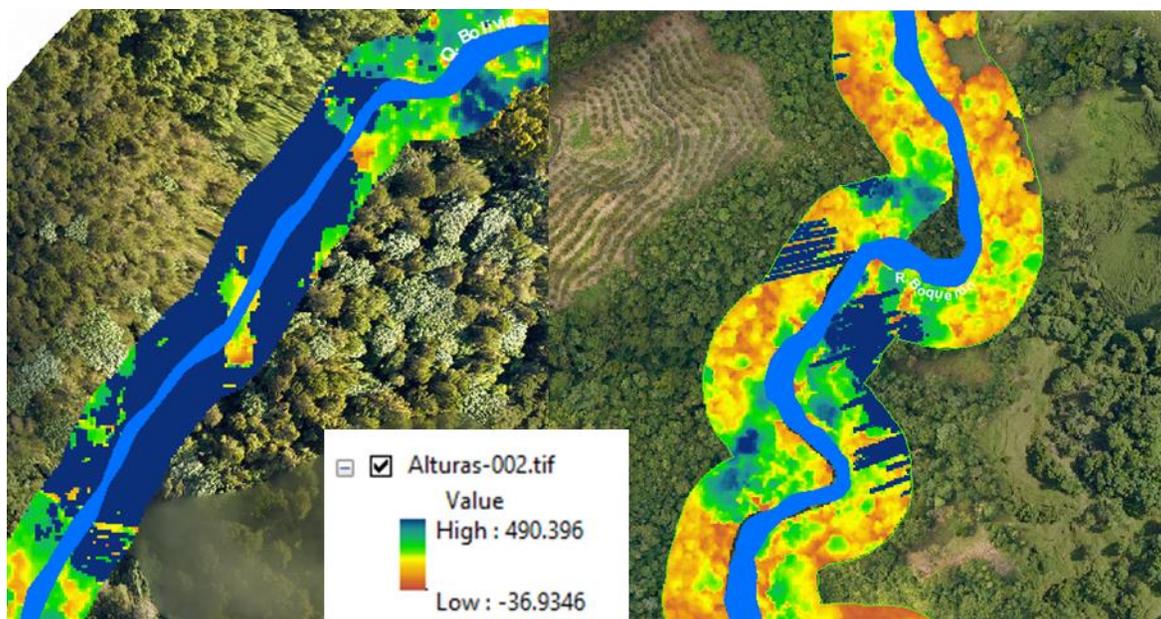


Figura 331. Datos outlier.

7.1 RÍO BOQUERÓN

En la Tabla 109 se presenta el resultado de la estimación de los indicadores para el río Boquerón. Se resalta que el 81,35% del área de la componente ecosistémica referente a este tramo se encuentra con vegetación de ribera, teniendo esta una altura media de 16,88 m. Por otra parte, la ocupación de la ronda hídrica con viviendas e infraestructura es mínima y la del componente hidrológico nula, indicando que la intervención en el cauce de esta corriente, al igual que su la ronda hídrica, es muy baja. En la Figura 332 se presentan la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos en el tiempo.

Tabla 109. Valor de los indicadores para el río Boquerón.

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	5,10%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,08%

Indicador	Valor
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	81,35%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	16,88 altura media [m]

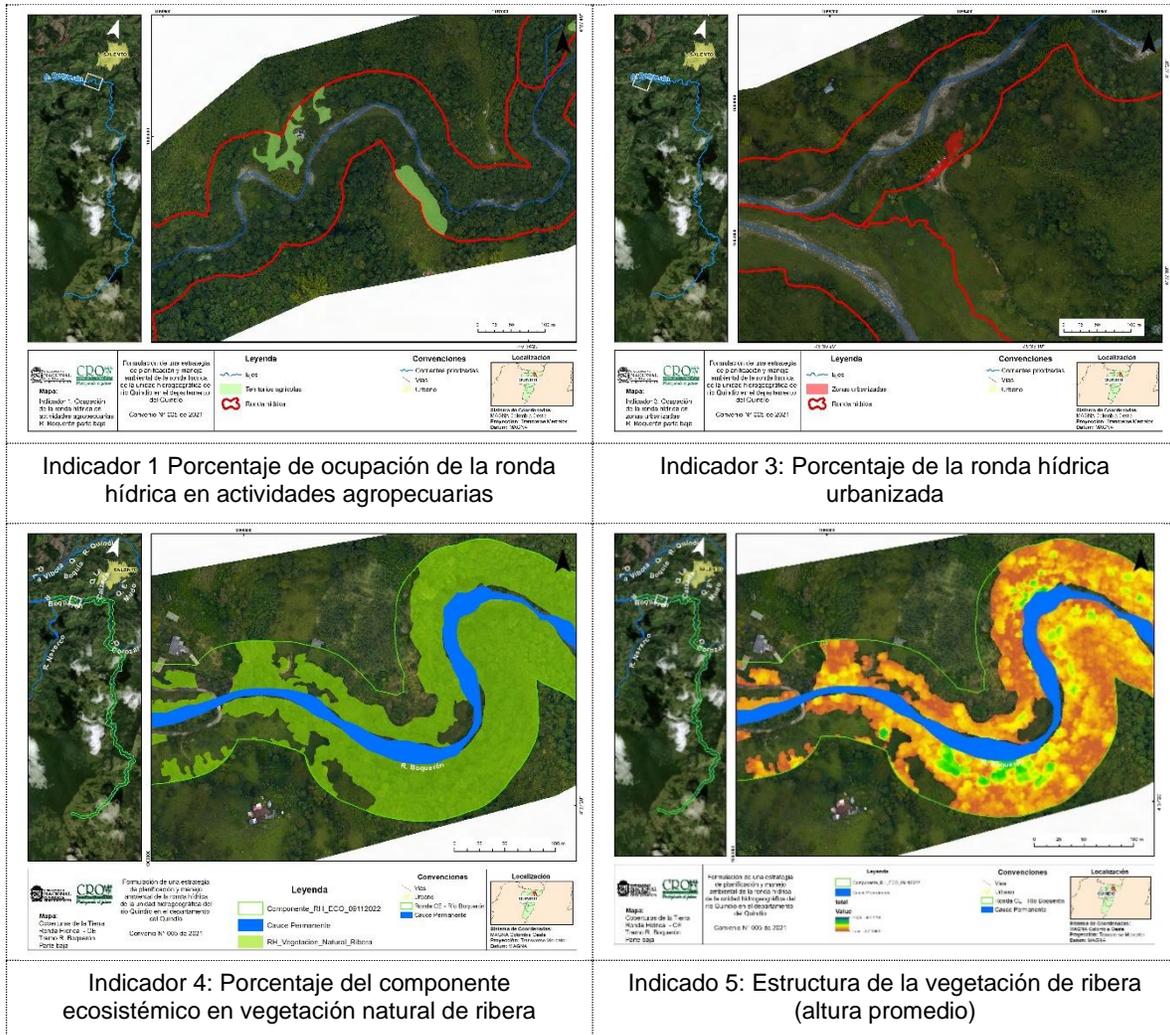


Figura 332. Espacialización de los indicadores para el río Boquerón

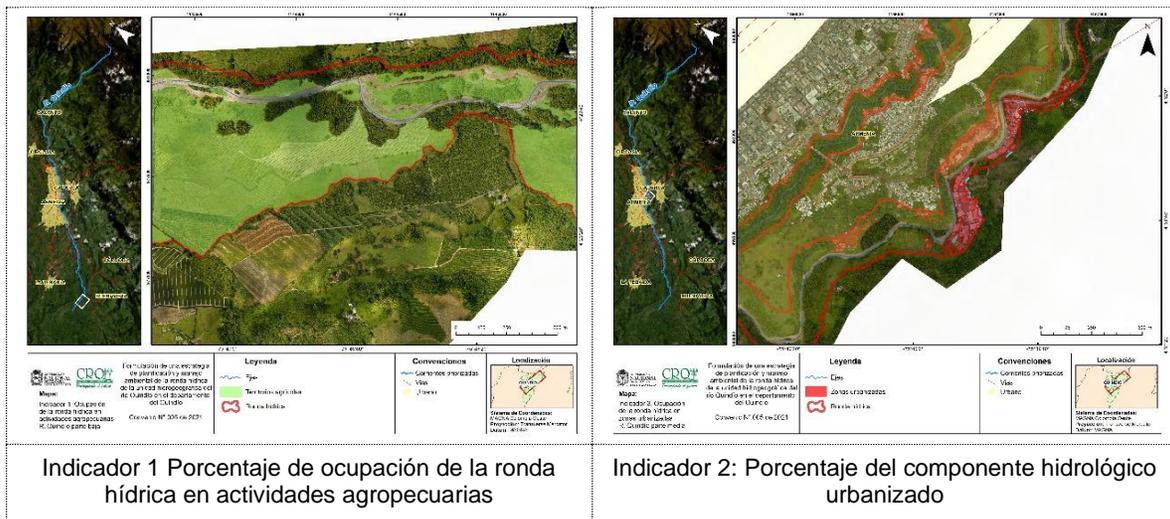
7.2 RÍO QUINDÍO

La Tabla 110 presenta la estimación de los indicadores para el tramo del río Quindío, en la cual se observa que el 42,53% de la ronda hídrica se encuentra ocupada con actividades agropecuarias y 2,48 urbanizada, indicando una baja intervención de su ronda hídrica. No obstante, el 53,57% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera

que tiene por altura media 15,13 m. El porcentaje del componente hidrológico urbanizado (1,59%) que, aunque no es significativo, presenta una dinámica que puede incrementarse en el futuro sobre todo en el sector de La María y el centro poblado Boquía. Además, debe tenerse en cuenta la importancia de controlar la ocupación en el centro poblado, dada su probabilidad de riesgo ante una amenaza por inundación y avenidas torrenciales. En la Figura 333 se presenta la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos con el tiempo.

Tabla 110. Valor de los indicadores para el río Quindío

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	42,53%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	1,63%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	2,48%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	53,57%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	15,13 altura media [m]



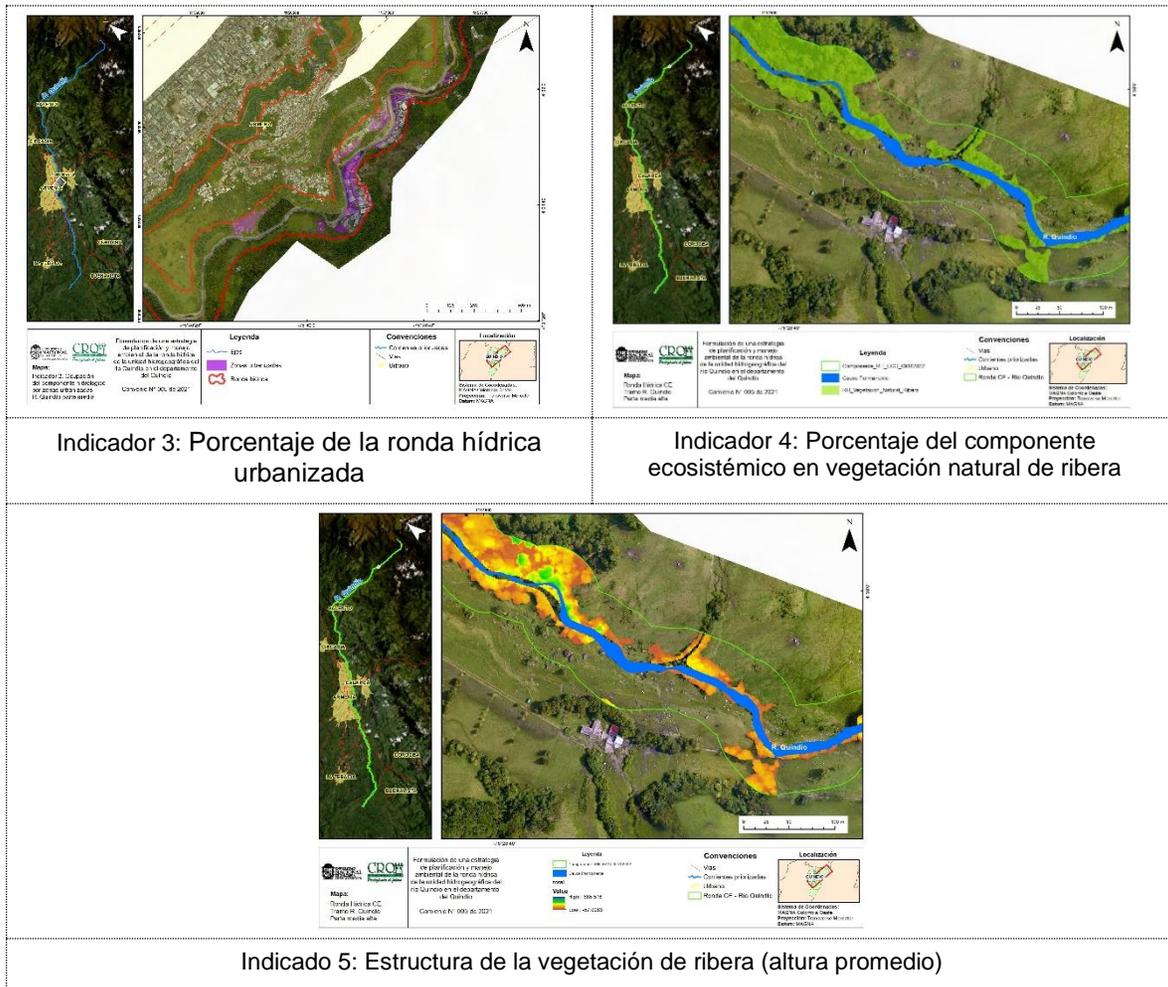


Figura 333. Espacialización de los indicadores para el río Quindío

7.3 RÍO NAVARCO

La Tabla 111 presenta la estimación de los indicadores para el río Navarco. El 67,20% del área del componente ecosistémico de este tramo se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 14,45 m, mientras que el 19,87% de la extensión de la ronda hídrica se encuentra en territorios agrícolas indicando un uso agropecuario. En términos generales es una corriente que conserva su naturalidad y con poca presión sobre la ronda hídrica. En la Figura 334 se presenta la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos con el tiempo.

Tabla 111. Valor de los indicadores para el río Navarco

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	19,84%

Indicador	Valor
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	67,20%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	14,45 altura media [m]

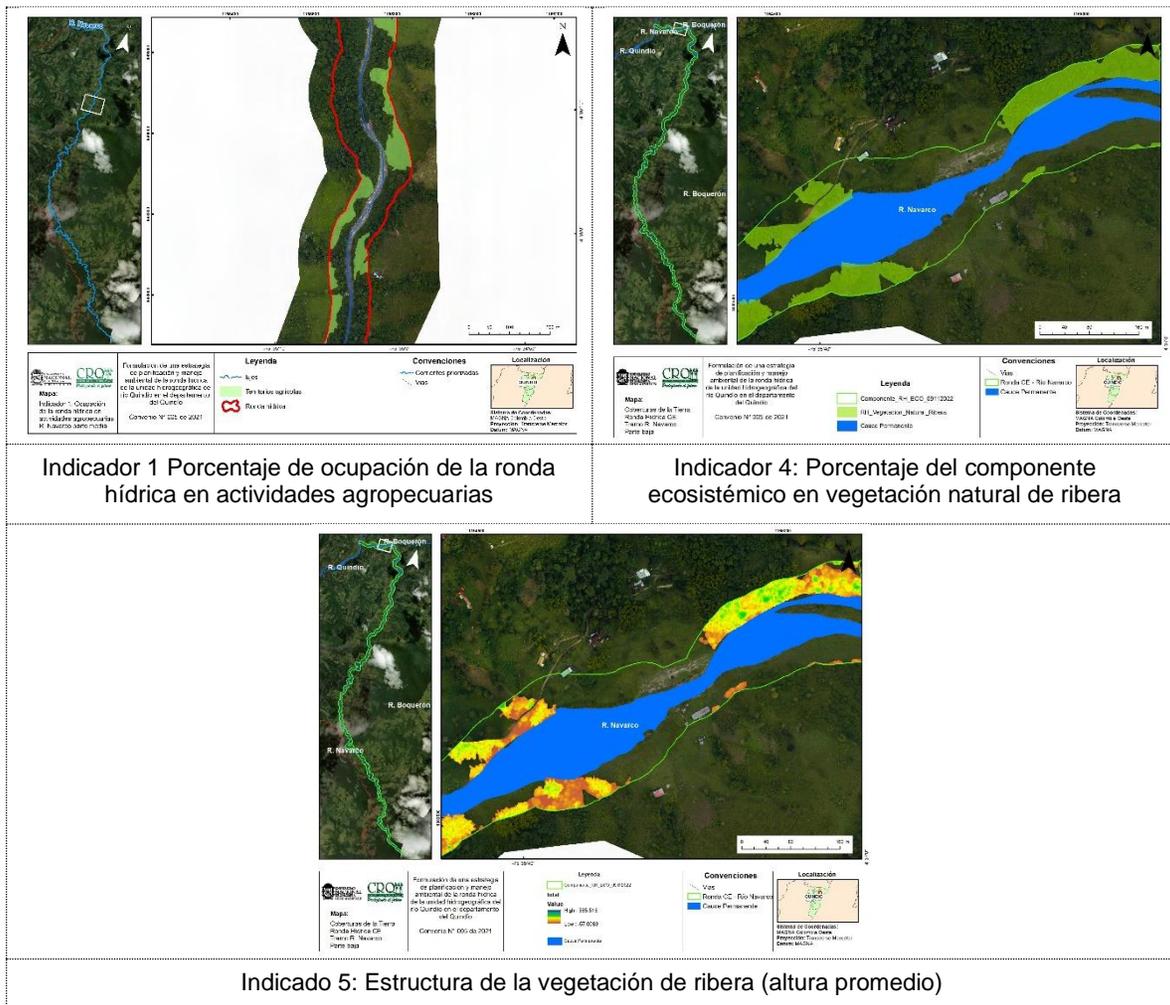


Figura 334. Espacialización de los indicadores para el río Navarcho

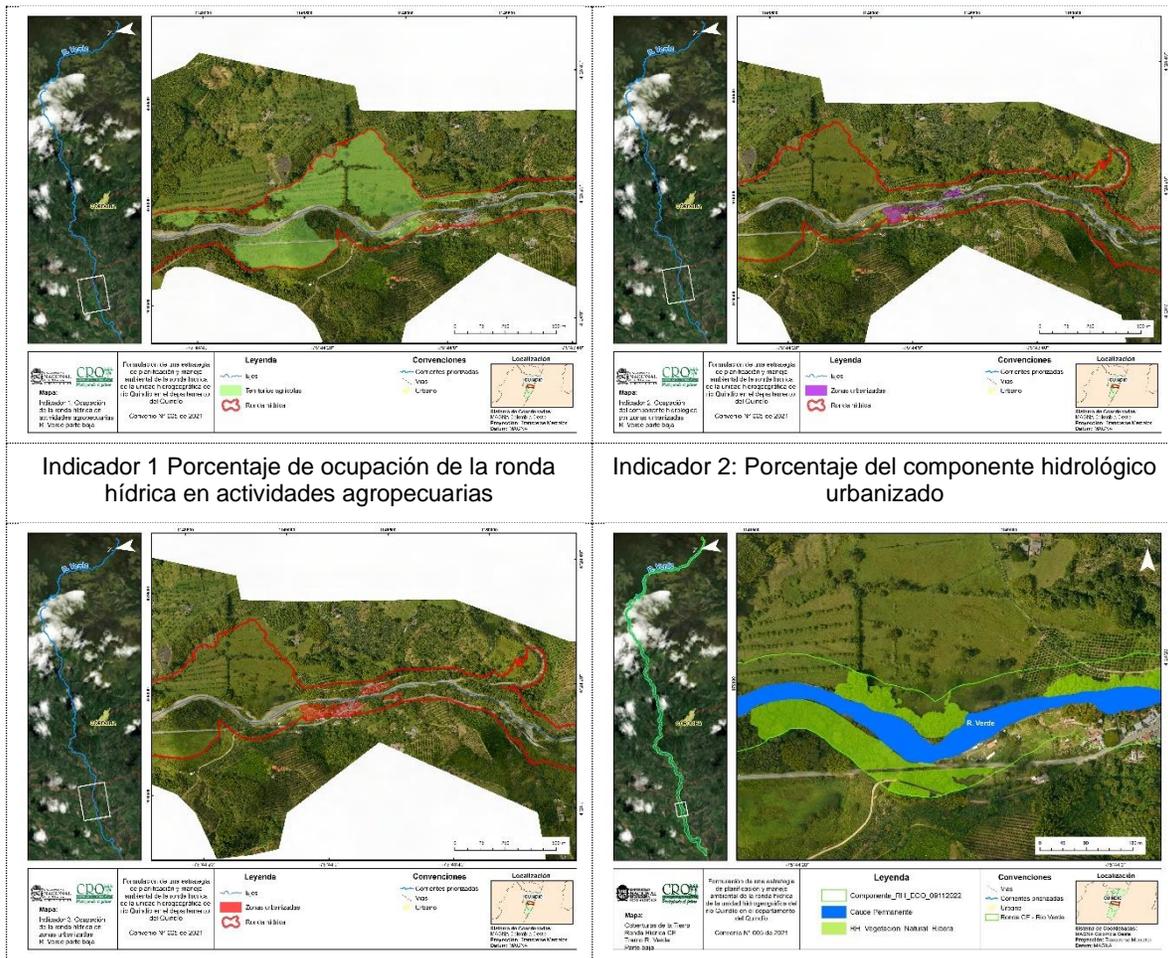
7.4 RÍO VERDE

La Tabla 112 presenta la estimación de los indicadores para el río Verde, en la cual se observa que 26,93% del área total de la ronda hídrica se usa en actividades agropecuarias y solo un 0,77% está urbanizado, aunque este porcentaje es poco significativo es de

importancia controlar la ocupación del mismo, dado su probabilidad de riesgo ante la amenaza que se presenta por inundación y avenidas torrenciales, en un tramo. Por otra parte, el 63,38% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 17,29 m. En la Figura 335 se presenta la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos con el tiempo.

Tabla 112. Valor de los indicadores para el río Verde

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	26,36%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,73%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,77%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	63,38%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	17,29 altura media [m]



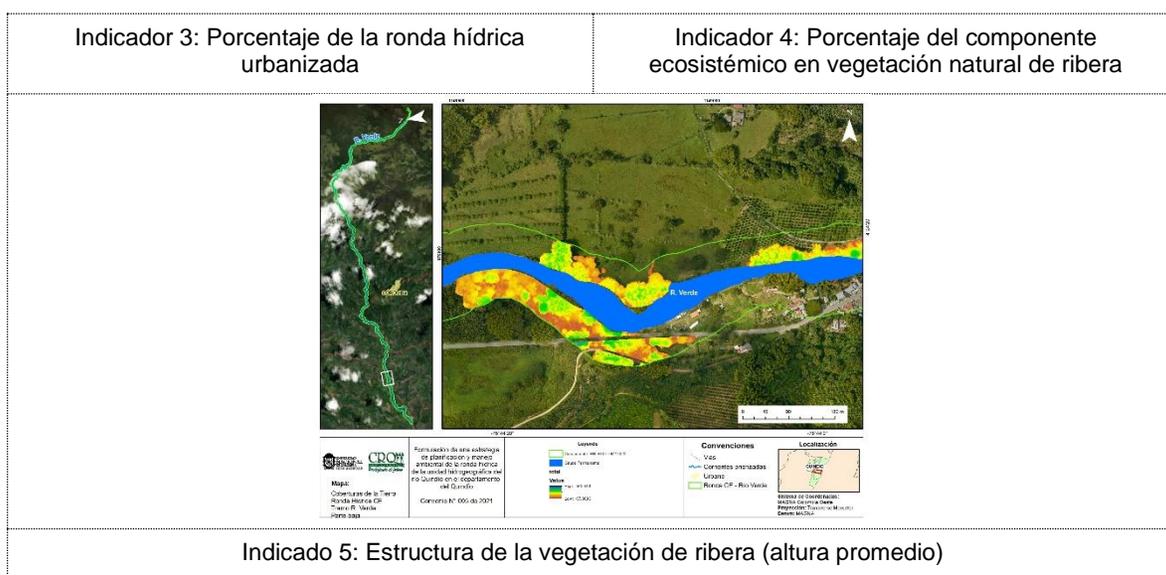


Figura 335. Espacialización de los indicadores para el río Verde

7.5 QUEBRADA BOLIVIA

La Tabla 113 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada Bolivia. El 100% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 22,32 m. La ronda hídrica no presenta ocupación por viviendas o actividades agropecuarias. Esto indica la baja intervención de su ronda hídrica. En la Figura 336 se presenta la espacialización los indicadores.

Tabla 113. Valor de los indicadores para la quebrada Bolivia

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	0,00%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	100,00%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	22,32 altura media [m]

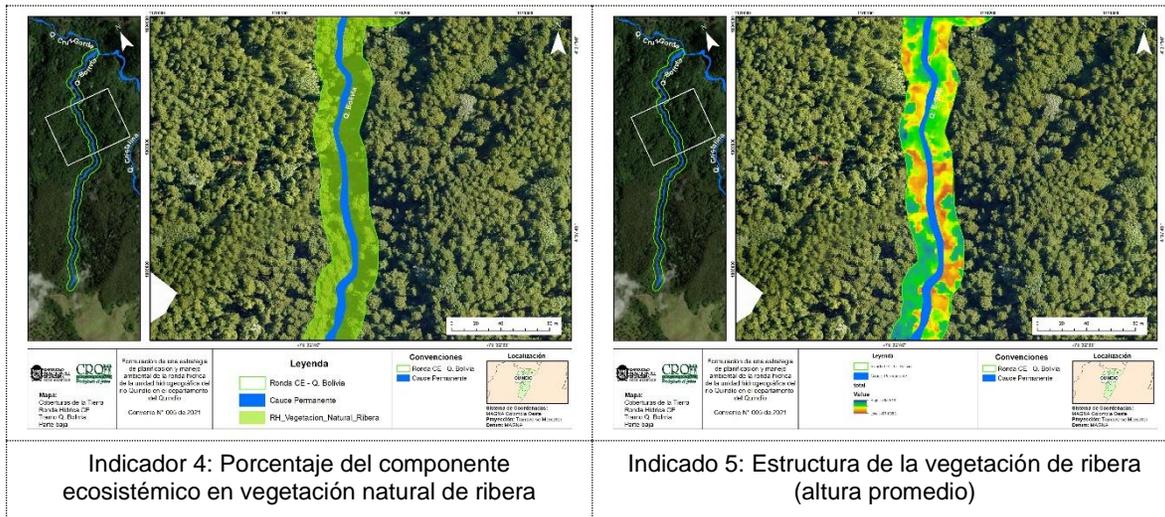


Figura 336. Espacialización de los indicadores para la quebrada Bolivia

7.6 QUEBRADA BOQUÍA

La Tabla 114 presenta la estimación de los indicadores la quebrada Boquía. El 73,39% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 21,30 m. Por su parte, el 8,13% de la extensión de la ronda hídrica se encuentra en uso agropecuario y 1,74% urbanizada. Del área total del componente hidrológico, el 0.99% esta urbanizada, aunque es un porcentaje poco representativo es importante el control de la ocupación de este componente dada su probabilidad de riesgo ante una amenaza por inundación. En la Figura 337 se presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 114. Valor de los Indicadores para la quebrada Boquía

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	8,13%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,99%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	1,74%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	73,39%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	21,30 altura media [m]

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

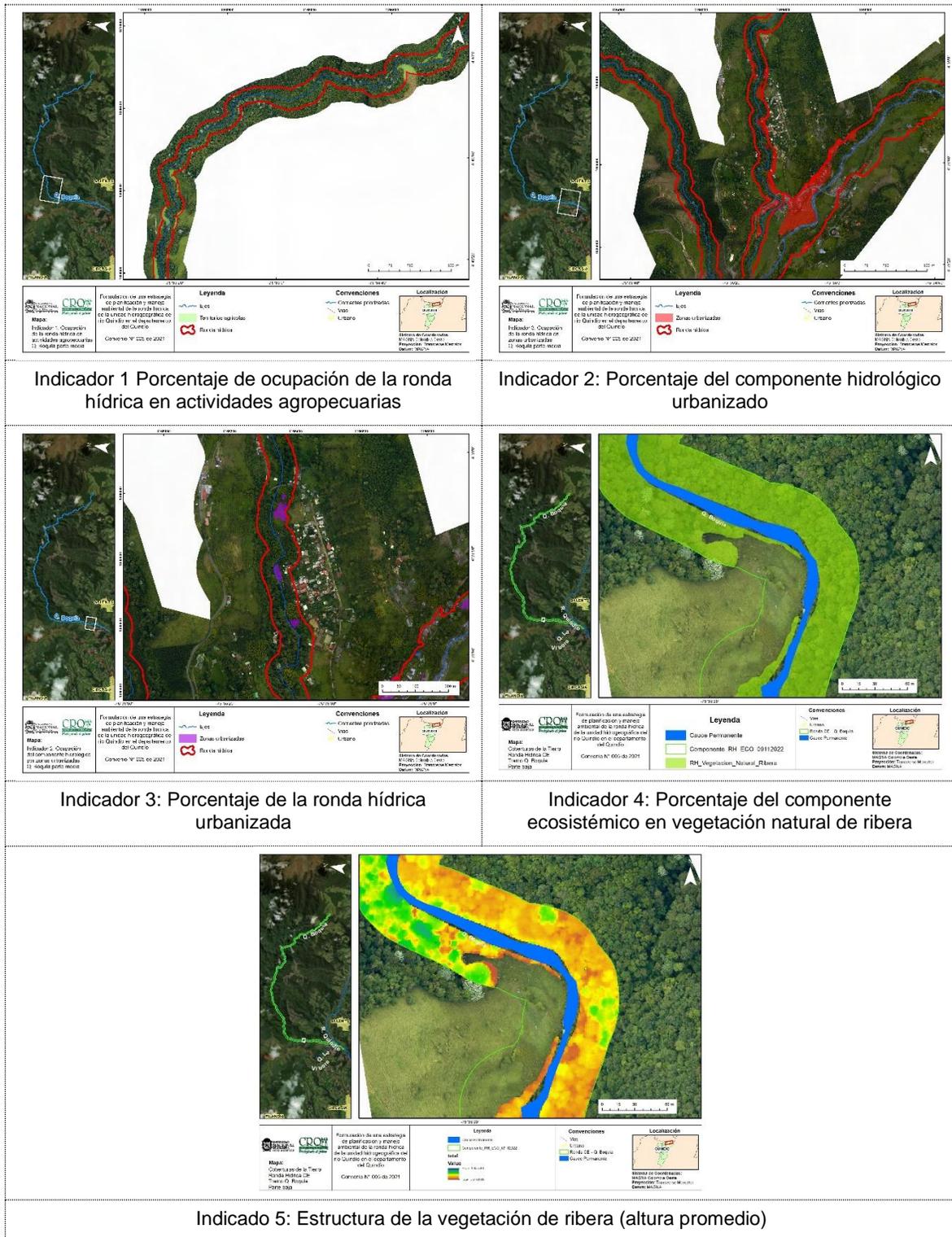


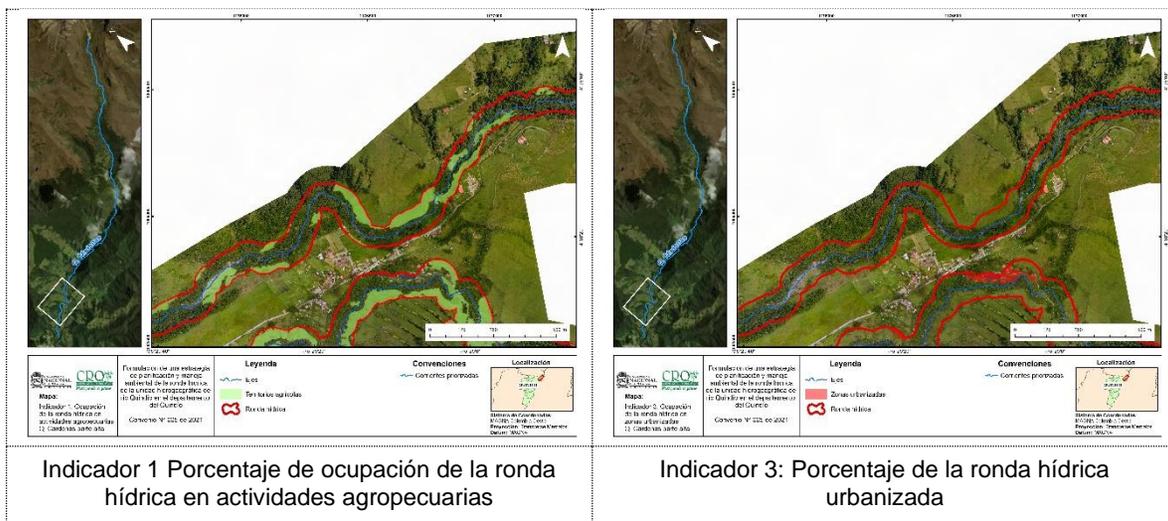
Figura 337. Espacialización de los indicadores para la quebrada Boquía

7.7 QUEBRADA CÁRDENAS

La Tabla 115 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada Cárdenas, en la cual se observa que el 68,16% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 11,13 m, mientras que el 4,40% de la extensión total de la ronda hídrica se encuentra ocupada en actividades agropecuarias y solo 0,13% presenta coberturas de la tierra urbanizadas. Indicando que es una corriente que presenta una buena conservación de su ronda hídrica con pocas intervenciones en la misma. En la Figura 338 se presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 115. Valor de los indicadores para la quebrada Cárdenas

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	4,40%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,13%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	68,16 %
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	11,13 altura media [m]



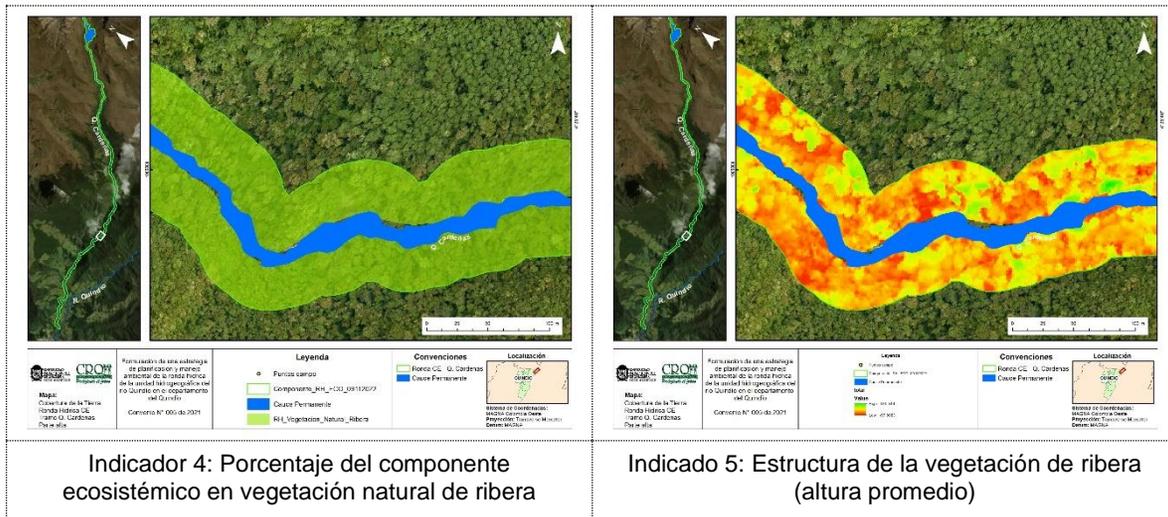


Figura 338. Espacialización de los indicadores para la quebrada Cárdenas

7.8 QUEBRADA COROZAL

La Tabla 116 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada Corozal. El 85,98% del área del componente ecosistémico de este tramo se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 15,28 m. Por su parte, del total de la extensión de la ronda hídrica el 19,77% está en uso agropecuario y su ocupación por viviendas es nula. Lo anterior indica un buen estado de conservación de la ronda hídrica. La Figura 339 presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 116. Valor de los indicadores para la quebrada Corozal

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	19,77%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	85,98%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	15,28 altura media [m]

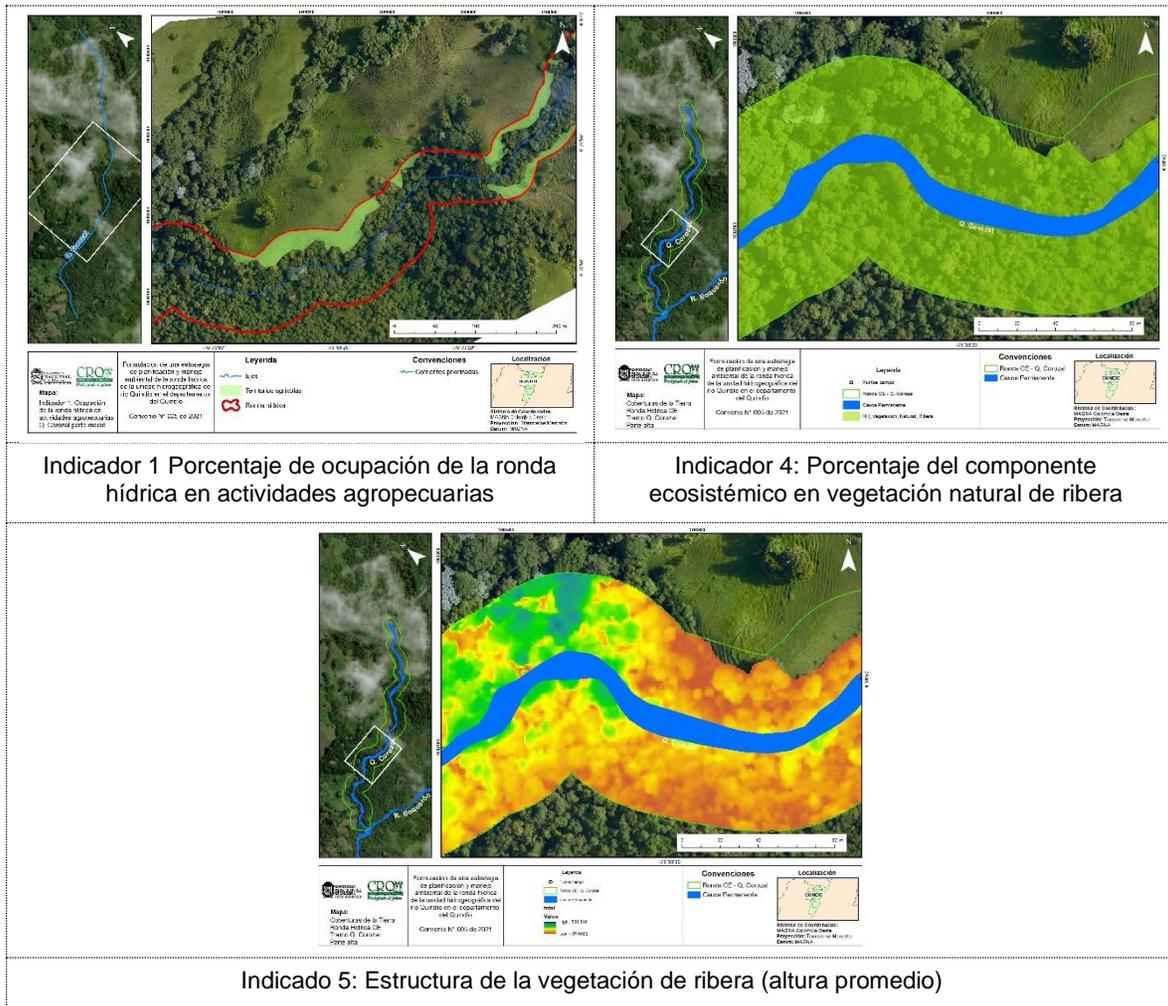


Figura 339. Espacialización de los indicadores para la quebrada Corozal

7.9 QUEBRADA CRUZ GORDA

La Tabla 117 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada Cruz Gorda. El 81,61 % del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 19,90 m. Por su parte, el 2,43 % del total del área de la ronda hídrica se encuentra en uso agropecuario, no presenta áreas urbanizadas. Lo anterior indica que la ronda hídrica y el cauce han sido poco intervenidos. En la Figura 340 se presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 117. Valor de los indicadores para la quebrada Cruz Gorda

Indicador	Valor
Indicador 1: Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	2,43%

Indicador	Valor
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	81,61%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	19,90 altura media [m]

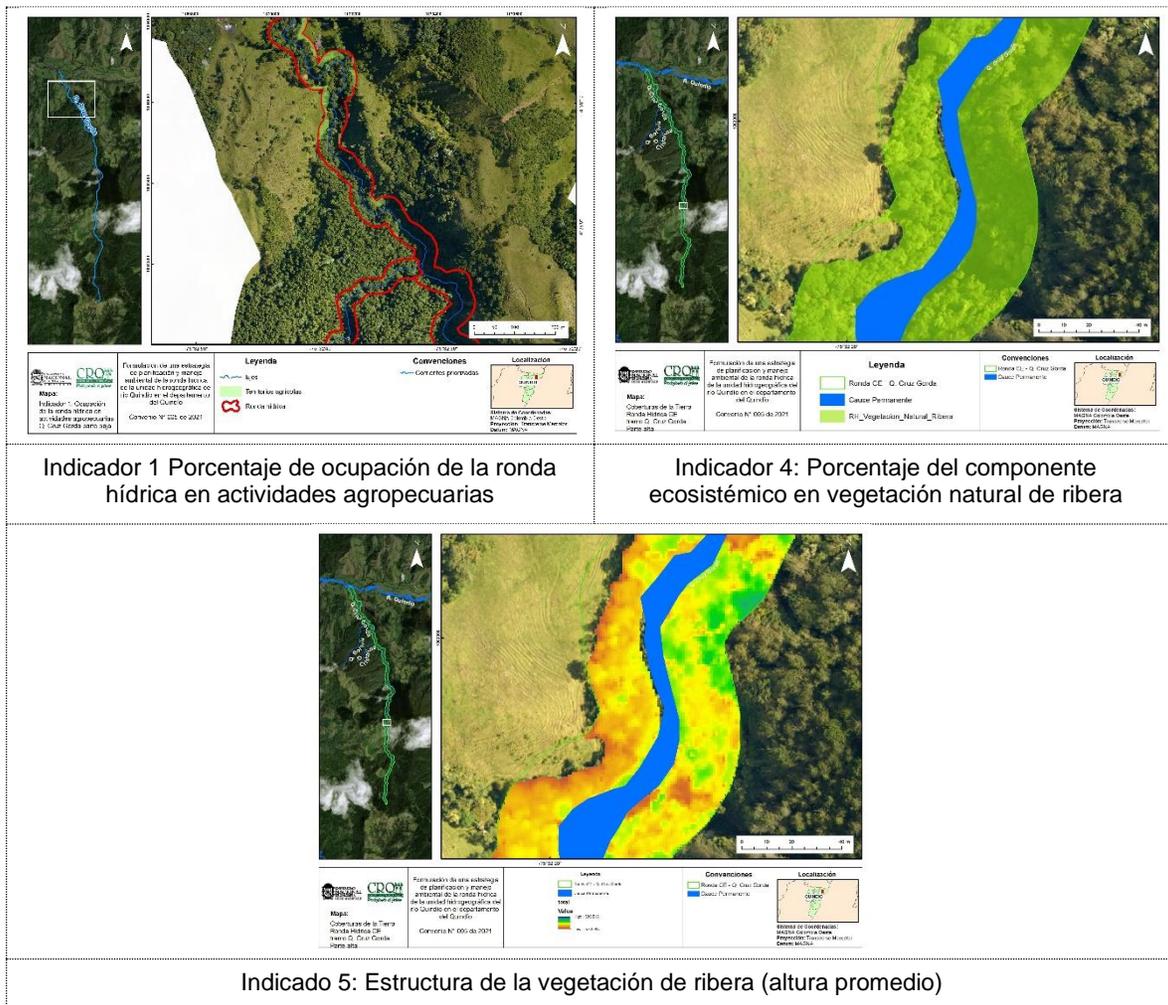


Figura 340. Espacialización de los indicadores para la quebrada Cruz Gorda

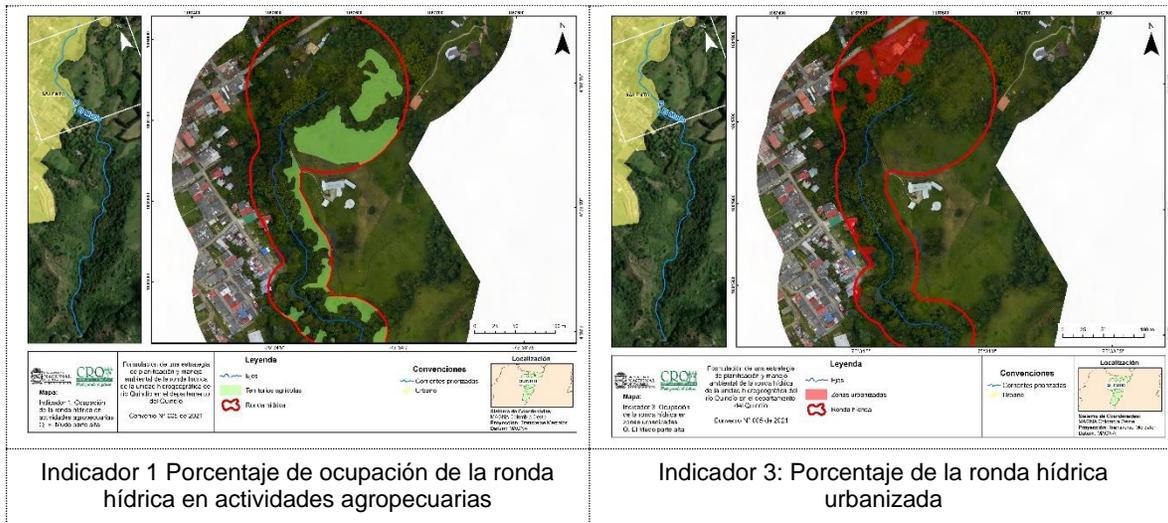
7.10 QUEBRADA EL MUDO

La Tabla 118 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada El Mudo. El 90,30% del área del componente ecosistémico de este tramo se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 13,73 m. La ronda hídrica presenta un 12,54% del total de

su área en uso agropecuario y 5,17% urbanizada, aunque esta área urbanizada no se localiza sobre el componente hidrológico es importante controlar el proceso de ocupación de la misma, dada la potencialidad de crecer con el tiempo por la localización en suelo urbano de un tramo de la misma. La Figura 341 presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 118. Valor de los indicadores para la quebrada El Mudo

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	12,54%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	5,17%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	90,30%
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	13,73 altura media [m]



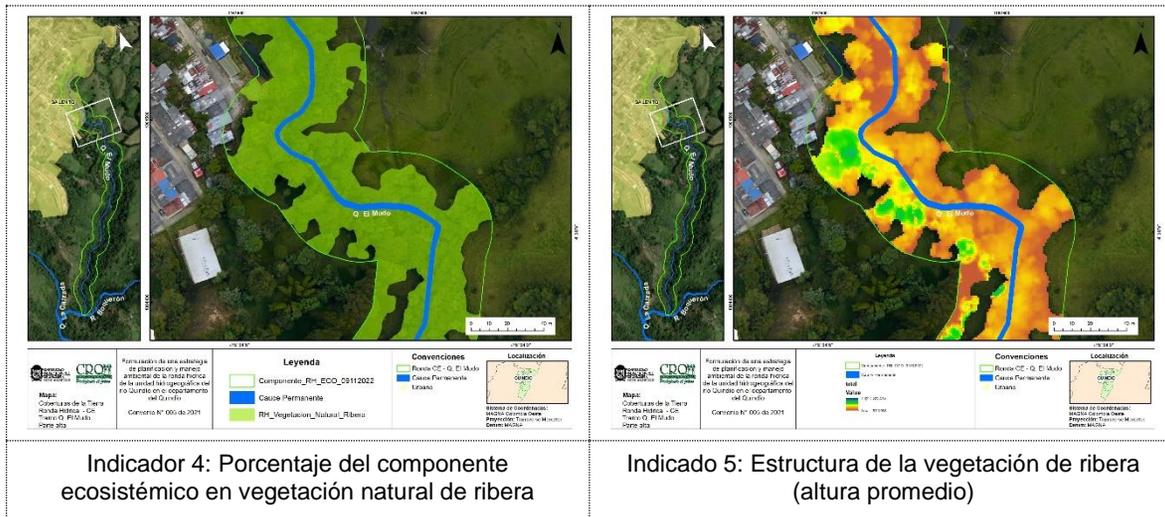


Figura 341. Espacialización de los indicadores para la quebrada El Mudo

7.11 QUEBRADA EL PESCADOR

La Tabla 119 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada El Pescador. El 54,83% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 13,63 m. La ronda hídrica presenta un 26,82% del total de su extensión en uso agropecuario y 9,33% urbanizada. Es importante resaltar que, si bien el porcentaje de ocupación en urbanización no es alto, es relevante el control de la ocupación de la ronda hídrica dada la dinámica de crecimiento que se presenta y su ocupación informal, máxime cuando el 10,40% del componente hidrológico está urbanizado, lo cual indica una situación de riesgo por amenaza por inundación, que deberá ser evaluado por las autoridades competentes. En la Figura 342 se presenta la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos con el tiempo.

Tabla 119. Valor de los indicadores para la quebrada El Pescador

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	26,82%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	10,40%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	9,33%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	54,83 %
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	13,63 altura media [m]

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

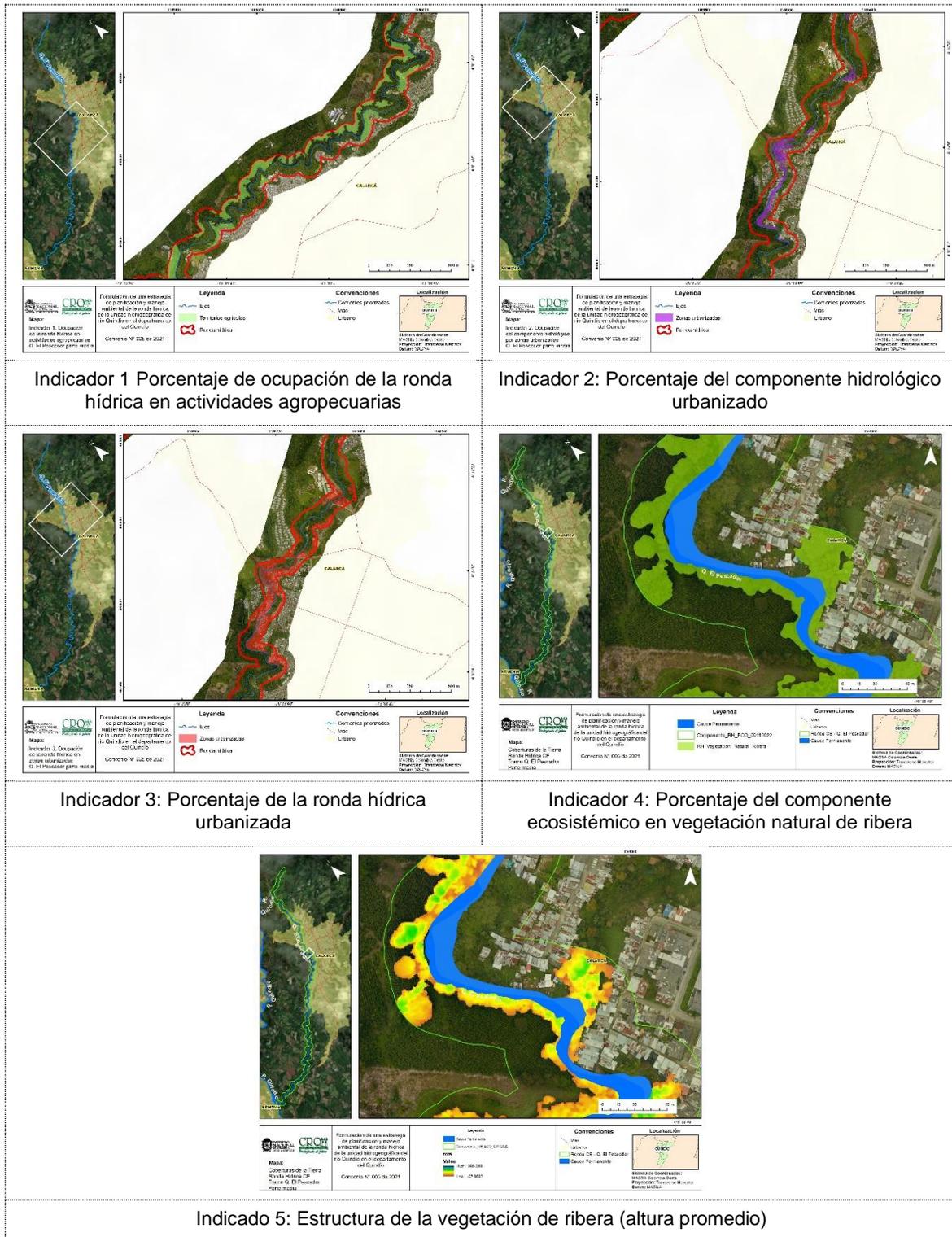


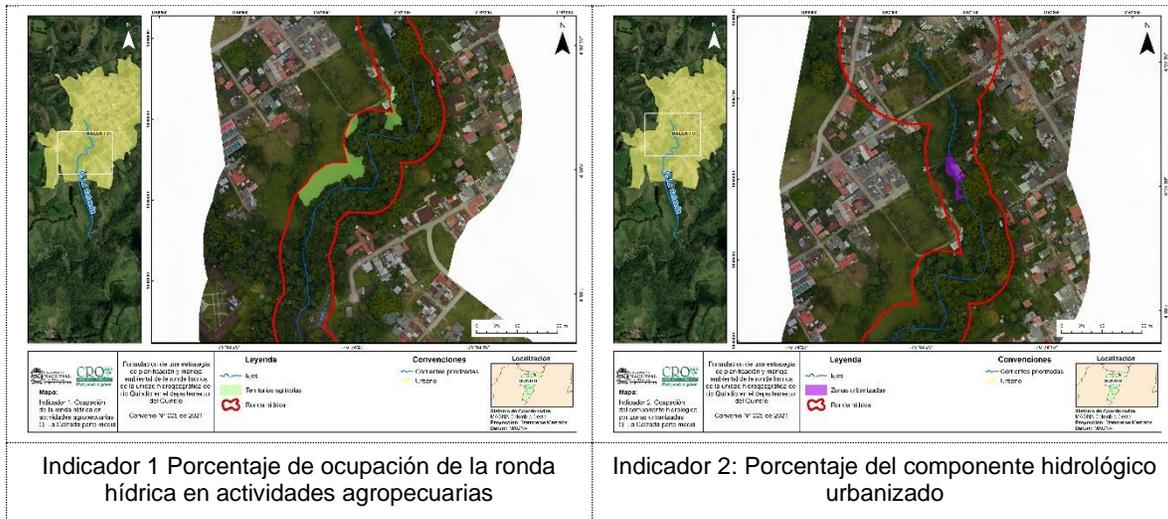
Figura 342. Espacialización de los indicadores para la quebrada El Pescador

7.12 QUEBRADA LA CALZADA

La Tabla 120 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada La Calzada. El 85,04% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 12,13 m. Dado que es una corriente con un tramo importante en la cabecera urbana de Salento presenta un 22,60% del área total de la ronda hídrica urbanizada y un 3,44% del componente hidrológico urbanizado, indicando amenaza por inundación en la que deberá ser evaluado el riesgo por las autoridades competentes. Es también de relevancia el control de la ocupación de la ronda hídrica. En la Figura 343 se presenta la espacialización de las variables que cambiarían en los tramos con el tiempo.

Tabla 120. Valor de los indicadores para la quebrada La Calzada

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	4,56%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	3,44%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	22,60%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	85,04 %
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	12,13 altura media [m]



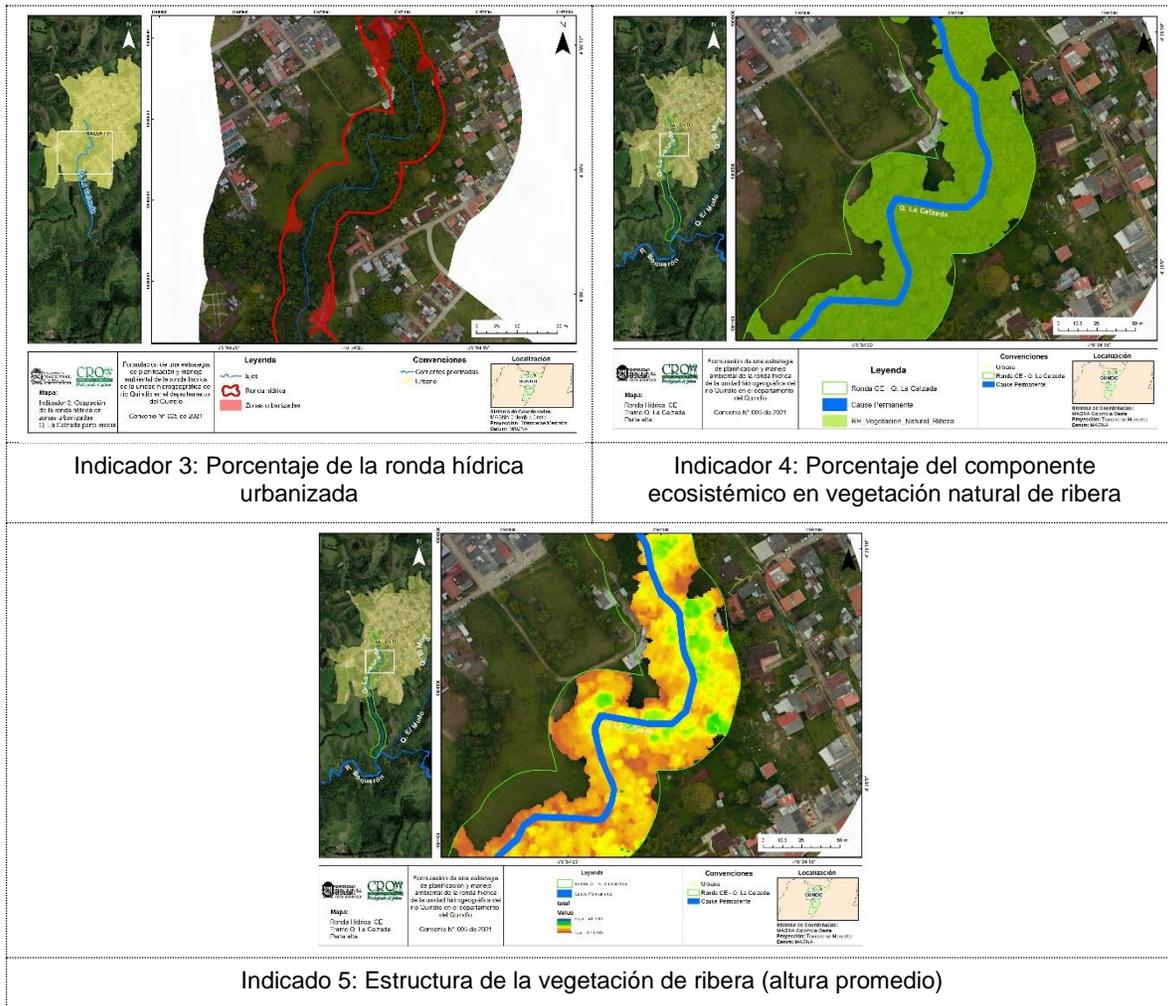


Figura 343. Espacialización de los indicadores para la quebrada La Calzada

7.13 QUEBRADA LA CRISTALINA

La Tabla 121 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada La Cristalina. Esta corriente presenta una ronda hídrica en buen estado, conformada solo por coberturas de bosque y naturales, que se refleja en la nula ocupación de la misma en actividades agropecuarias y asentamientos humanos. Es así que, El 100% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 30,82 m. En la Figura 344 se presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 121. Valor de los indicadores para la quebrada La Cristalina

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	0,00%

Indicador	Valor
Indicador 2: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 3: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	100,00 %
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	22,39 altura media [m]

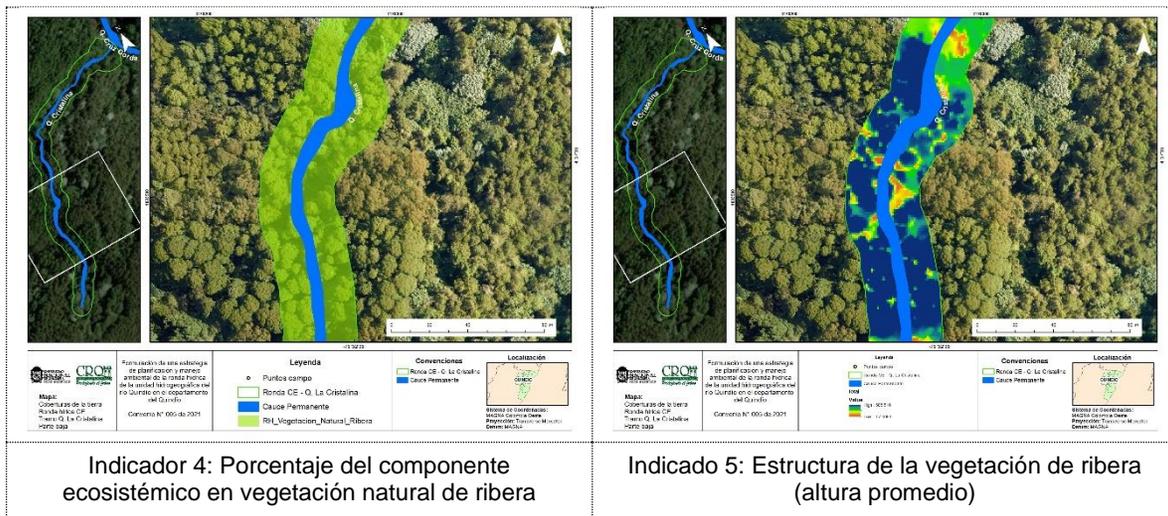


Figura 344. Espacialización de los indicadores para la quebrada La Cristalina

7.14 QUEBRADA LA FLORIDA

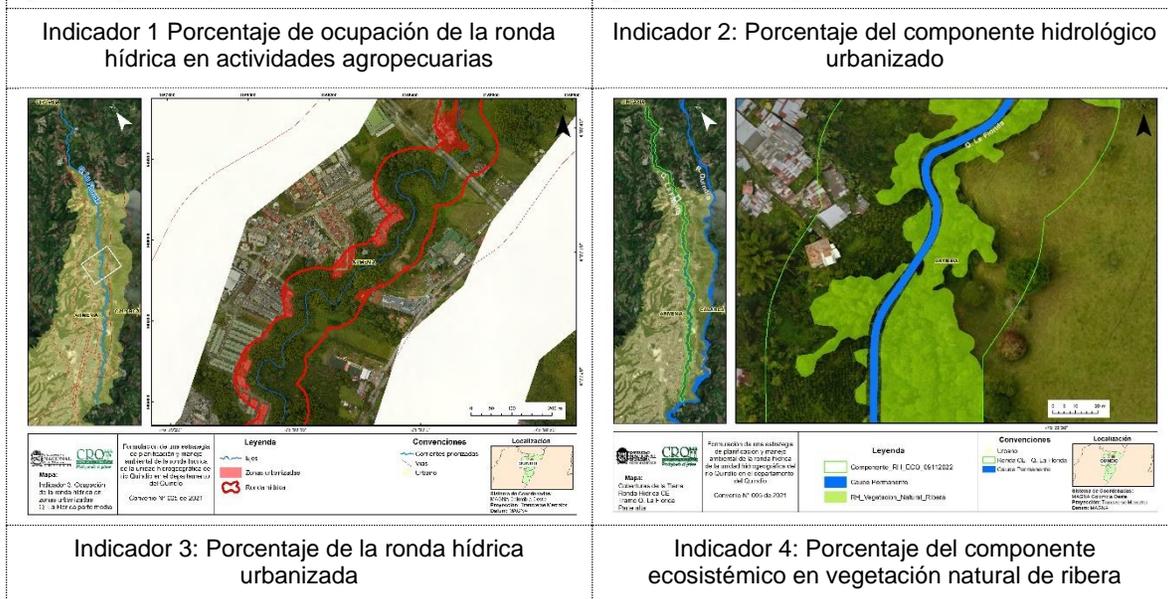
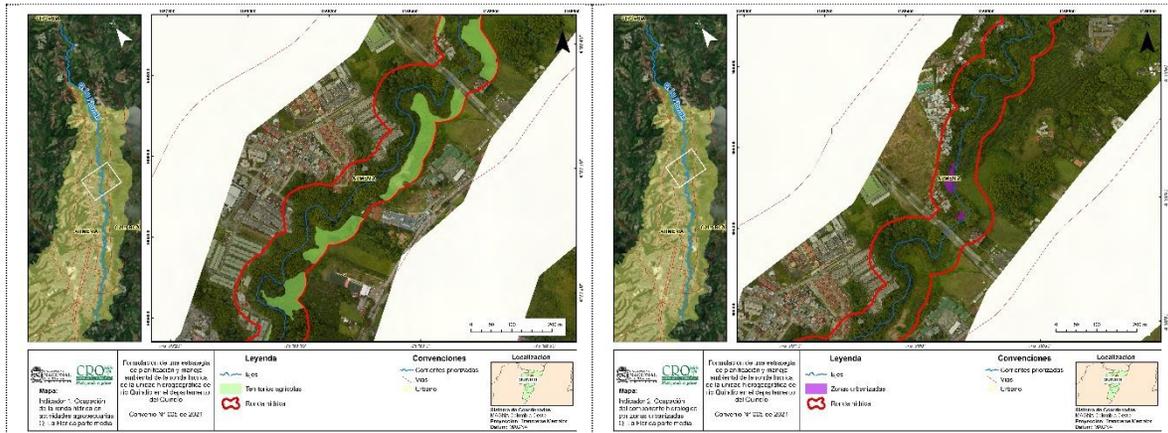
La Tabla 122 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada La Florida. Si bien, esta corriente tiene un importante trayecto urbano por la cabecera del municipio de Armenia, el 67,57% del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 15,20 m; mientras que el 11,17% esta del total de la extensión de la ronda hídrica está urbanizada y el 13,86% en uso agropecuario. Del total del área del componente hidrológico el 1,38% se encuentra urbanizado, aunque este porcentaje es poco significativo es de importancia controlar la ocupación del mismo, dado el riesgo que se presenta por amenaza por inundación. La Figura 345 se presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 122. Valor de los indicadores para la quebrada La Florida

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	13,86%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	1,38%

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
Convenio Interadministrativo 005 de 2021

Indicador	Valor
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	11,17%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	67,57 %
Indicador 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	15,20 altura media [m]



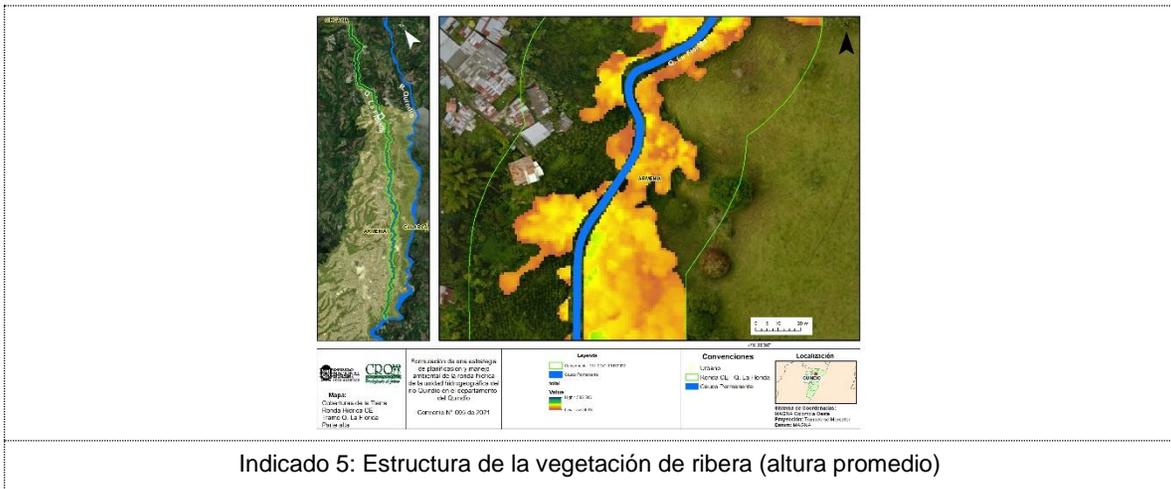


Figura 345. Espacialización de los indicadores para la quebrada La Florida

7.15 QUEBRADA LA VÍBORA

La Tabla 123 presenta la estimación de los indicadores para la quebrada La Víbora. El 72,88 % del área del componente ecosistémico se halla en vegetación de ribera que tiene por altura media 15,91 m. El 17,06% del área total de la ronda hídrica está en uso agropecuario, no presenta procesos de urbanización. La Figura 346 presenta la espacialización de los indicadores.

Tabla 123. Valor de los indicadores para la quebrada La Víbora

Indicador	Valor
Indicador 1 Porcentaje de ocupación de la ronda hídrica en actividades agropecuarias	17,06%
Indicador 2: Porcentaje del componente hidrológico urbanizado	0,00%
Indicador 3: Porcentaje de la ronda hídrica urbanizada	0,00%
Indicador 4: Porcentaje del componente ecosistémico en vegetación natural de ribera	72,88 %
Indicado 5: Estructura de la vegetación de ribera (altura promedio)	15,91 altura media [m]

Acotamiento de la Ronda Hídrica del Río Quindío y Tributarios Priorizados
 Convenio Interadministrativo 005 de 2021

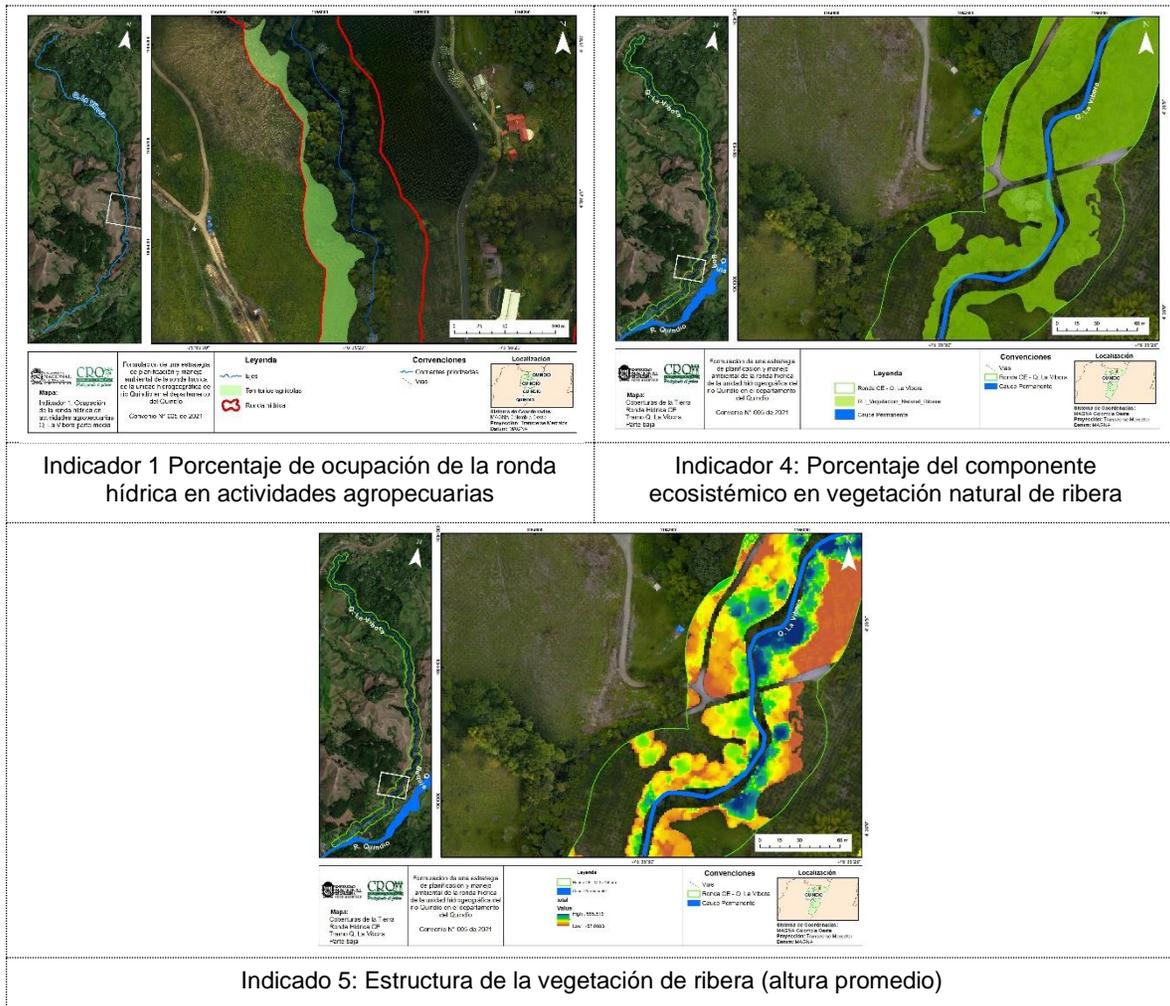


Figura 346. Espacialización de los indicadores para la quebrada La Víbora

REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal de Armenia. (2008). *Plan de Ordenamiento Territorial 2009-2023 "Armenia una Ciudad de Oportunidades para la Vida". Volumen 3: Diagnóstico Municipal Armenia 2008* (Departamen).
- Alcaldía Municipal de La Tebaida. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2000 - 2009. Tomo IV. Documento técnico. Formulación componente urbano*. <https://crq.gov.co/pot-municipales/pot-la-tebaida/>
- Alcaldía Municipal de Salento. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial de Salento. Documento componente urbano*.
- Bruno, F., Acevedo, J., Castro, L. K., & Garza, R. (2018). El Construccinismo social desde el Trabajo Social " Modelando la intervención social construccionista. *Margen: Revista de Trabajo Social y Ciencias Sociales*, 91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6771335>
- Chen, J. (1991). *Edge effects: microclimatic patterns and biological responses in old-growth Douglas-fir forests*. University of Washington.
- Chow, V. Te, Maidment, D., & Mays, L. W. (1994). *Applied Hydrology* (Primera). McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering.
- Conagua. (2007). *Guía identificación de actores clave. Serie Planeación Hidráulica en México*. Comisión Nacional del Agua (Conagua). <https://pdfslide.net/documents/guia-identificacion-de-actores-clave-conagua-mexico.html>
- Acuerdo No. 15 de octubre 31 de 2000 del Concejo de Calarcá. Por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Calarcá para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2009, Pub. L. No. 15 (2000).
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), & Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2019). *Estudio de identificación de procesos erosivos en la unidad hidrográfica del río Navarco*.
- Cowan, W. . (1956). *Estimating hydraulic roughness coefficients: Agricultural Engineering*. 37(7), 473–475.
- CRQ. (2007). *Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables. Unidad de Manejo de Cuenca: Río Quindío*. Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ).
- CRQ. (2011). *Formulación Plan de Manejo Subcuenca río Quindío*. Corporación Autónoma Regional del Quindío (Crq).

- Crq, Jardín Botánico Medellín, & Universidad del Tolima. (2014). *Documento Técnico: Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Vegetación; Incluyendo la Cuantificación de Varios Servicios Ecosistémicos, Especialmente de Regulación Hídrica, Almacenamiento de Carbono y Conservación de la Biodiversidad* (Corporació).
- CRQ, & Universidad del Tolima. (2018a). *Evaluación Regional del Agua del Departamento del Quindío*. Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ).
- CRQ, & Universidad del Tolima. (2018b). *Priorización de cuerpos de agua para el acotamiento de su ronda hídrica en jurisdicción de la CRQ*. Corporación Autónoma Regional del Quindío (Crq).
- Cvc, Minambiente, Carder, CRQ, Fondo de Adaptación, & Consorcio POMCA Quindío. (2015). *Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja. Fase de Diagnóstico* (Consorcio POMCA Quindio (ed.)).
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA). (2003). *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación* (MEA (ed.)). <https://millenniumassessment.org/es/Framework.html>
- Fao, & Minambiente. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible del suelo en áreas rurales. Construcción participativa del diagnóstico de suelos diseño de planes de intervención prácticas de manejo sostenible de los suelos*. (Fao), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente). <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>
- Forec, & Ingeominas. (2000). *Zonificación de Amenazas Geológicas para Los Municipios del Eje Cafetero Afectados por el Sismo del 25 de Enero de 1999*. Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero (Forec). <https://recordcenter.sgc.gov.co/B22/11003002502488/documento/nativos/apoyo/info-prelimi/0101024791116000.pdf>
- Gobernación del Quindío. (2015). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Quindío*. Gobernación del Quindío.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- ICANH. (2021). *Atlas Arqueológico de Colombia* (Instituto).
- Ideam. (2002). *Páramos y ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot y Global Climatic Tensor* (C. Castaño (ed.)). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17806&shelfbrowse_itemnumber=18790
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*.

<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/publicaciones-ideam>

Ingeominas. (1985). *Reseña explicativa del mapa geológico Plancha 243 Armenia. Escala 1:100.000.*

INGEOMINAS. (1999). *Terremoto del Quindío, informe técnico-científico. Volumen II: Zonificación sismogeotécnica indicativa para la reconstrucción de Armenia.*

Jardín Botánico Medellín, CRQ, & Universidad del Tolima. (2015). *Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Quindío.* Corporación autónoma Regional del Quindío (CRQ).

Leopold, L., & Madock, J. T. (1953). *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications.*

Leopold, L., Wolman, M. ., & Miller, J. . (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology* (Diver Earth Science (ed.)).

Resolución No. 1922 de diciembre 27 de 2013. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2ª de 1959 y se toman otras determinaciones, Pub. L. No. 1922 (2013). <https://www.cornare.gov.co/SIRAP/Paramo-Humedales/resolucion-1922-de-2013-minambiente.pdf>

Minambiente. (2014a). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente).

Minambiente. (2014b). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente).

Minambiente. (2018a). *Documento de lineamientos para la elaboración del plan de manejo ambiental y la zonificación y régimen de usos aplicable a páramos delimitados* (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Conservación Internacional Colombia, & Empresa de Acueducto de Bogotá (eds.)). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). https://santurban.minambiente.gov.co/images/Pdf_santurban/antecedentes/Documentos-Lineamientos.pdf

Minambiente. (2018b). *Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente).

Palacio, D. (2015). *Redes, actores y gobernanza desde un enfoque relaciona.*

Sgc. (2015). Plancha 5 – 8 Del Atlas Geológico De Colombia. Escala 1: 500 000. In : *Servicio Geológico Colombiano. Servicio Geológico Colombiano* (Sgc). https://www2.sgc.gov.co/MGC/Documents/Atlas_2015/agcpl08/Plancha_5-08_AGC_2015.pdf

- Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA). (2022). *Reporte Registros de Catálogo*.
- Universidad Nacional de Colombia. (2019). *Catálogo de plantas y Líquenes de Colombia* (R. Bernal, S. R. Gradstein, & M. Celis (eds.)). <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- US Army Corps of Engineers. (2010). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual*.
- USACE. (2022). *HEC-RAS 2D sediment technical reference manual*. <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/d2sd/ras2dsedtr>
- ValuES. (2021a). *Methods for integrating ecosystem services into policy, planning and practice. Method profile. Different interview formats*. Methods for Integrating Ecosystem Services into Policy, Planning and Practice. www.aboutvalues.net.
- ValuES. (2021b). *Methods for integrating ecosystem services into policy, planning and practice. Method profile. Focus group discussion*. Methods for Integrating Ecosystem Services into Policy, Planning and Practice. www.aboutvalues.net.
- Yang, C. T. (1981). *Hydraulic Geometry and Minimum Rate of Energy Dissipation*. 17(4), 1014–1018.
- Yochum, S. E., Comiti, F., Wohl, E., David, G. C. L., & Mao, L. (2014). Photographic guidance for selecting flow resistance coefficients in high-gradient channels. *USDA Forest Service - General Technical Report RMRS-GTR, GTR-323*(July), 1–91.