



**Estrategias para la acotación de rondas hídricas en el marco del ordenamiento ambiental
en Colombia**

Caso de estudio: Quebrada La Pereira

Lily Marlhen Ríos Ocampo
Yuber Stivens Arango Blandón

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Medio Ambiente y Geoinformática

Asesor

Sebastián Ríos Cortés, Especialista (Esp) en Medio Ambiente y Geoinformática

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Medio Ambiente y Geoinformática
Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Ríos Ocampo & Arango Blandón, 2023)
Referencia	Ríos Ocampo, L., & Arango Blandón, Y. A. (2023). <i>Estrategias para la acotación de rondas hídricas en el marco del ordenamiento ambiental en Colombia. Caso de estudio: Quebrada La Pereira</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Medio Ambiente y Geoinformática, Cohorte XVIII.



Centro de documentación Ingeniería CENDOI

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga

Jefe departamento: Lina María Berrouet Cadavid

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
Objetivos	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos.....	9
Metodologías usadas.	20
Algunas metodologías usadas antes de la entrada en vigor de la guía metodológica del MADS de 2018.	20
Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia	24
Contexto, metodologías aplicadas por componente y resultados.....	27
Estudio de caso: Acotación de la ronda hídrica de la quebrada La Pereira.....	27
Componente hidrológico:.....	28
Componente geomorfológico:.....	30
Componente ecosistémico:.....	32
Componente social:.....	34
Componente integrador:.....	35
Conclusiones	38
Referencias	40

Lista de figuras

Ilustración 1. Metodología para la selección de la bibliografía	10
Ilustración 2. Componentes para la acotación de rondas hídricas.....	11
Ilustración 3. Componente hidrológico	30
Ilustración 4. Componente geomorfológico.....	32
Ilustración 5. Componente ecosistémico.....	34
Ilustración 6. Delimitación de usos en la ronda hídrica de la quebrada La Pereira	37

Resumen

Este trabajo reúne el análisis de las estrategias y herramientas utilizadas para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, conforme las dinámicas físico – bióticas de las cuencas, por medio de uso de la guía para el acotamiento de rondas hídricas, expedido por el ministerio de ambiente en el año 2018, aplicado al caso de estudio de la quebrada La Pereira, ubicada en el municipio de La Ceja, El Carmen de Viboral y Rionegro en la jurisdicción de CORNARE.

Se presentaron tres ejes estructurantes para el desarrollo del mismo, el primero, reúne el análisis bibliométrico de artículos de revisión y artículos jurídicos que dan cuenta de las causas que generaron la necesidad de crear instrumentos para proteger las zonas “ribereñas”, el trabajo conjunto entre el ordenamiento territorial y ambiental para la generación de metodologías y guías respaldadas por leyes y la ilustración de los SIG como instrumento para la delimitación física de rondas hídricas y su eficiente aplicabilidad; El segundo, describe la aplicación de cuatro metodologías de diferentes CAR en Colombia, coincidiendo en la necesidad de analizar los factores hidrológicos, geomorfológicos y los usos del suelo, como principales estudios a realizar para la definición de la ronda hídrica en tres de ellas, además, se presentan las fases y características que incluyó la guía técnica del ministerio en 2018; en el tercero, se presentan los resultados del análisis del estudio de caso donde se concluye con la definición de usos en la ronda conforme los envolventes hidrológico, geomorfológico y ecosistémico y la descripción de algunas limitantes en la normativa nacional y la aplicación de la metodología que deberían integrarse a los estudios.

Palabras clave: Ronda hídrica, ordenamiento ambiental, geomorfología, hidrología, ecología, conflicto socioambiental, CAR, La Pereira.

Abstract

This work gathers the analysis of the strategies and tools used for the delimitation of water courses in Colombia, according to the physical-biotic dynamics of the basins, through the use of the guide for the delimitation of water courses, issued by the Ministry of Environment in 2018, applied to the case study of the La Pereira stream, located in the municipality of La Ceja, El Carmen de Viboral and Rionegro in the jurisdiction of CORNARE.

Three structuring axes were presented for the development of the same, the first one, gathers the bibliometric analysis of review articles and legal articles that account for the causes that generated the need to create instruments to protect "riparian zones", the joint work between territorial and environmental planning for the generation of methodologies and guidelines supported by laws and the illustration of GIS as an instrument for the physical delimitation of water courses and their efficient applicability; The second, describes the application of four methodologies of different CARs in Colombia, coinciding in the need to analyze the hydrological, geomorphological and land use factors, as the main studies to be carried out for the definition of the water round in three of them, in addition, the phases and characteristics included in the technical guide of the ministry in 2018 are presented; The third section presents the results of the analysis of the case study, which concludes with the definition of the uses in the water roundabout according to the hydrological, geomorphological and ecosystemic envelopes and the description of some limitations in the national regulations and the application of the methodology that should be integrated into the studies.

Keywords: riparian area, environmental management, geomorphology, hydrology, ecology, socio-environmental conflict, CAR, La Pereira.

Introducción

La Ley 388 de 1997, que actualizó la Ley 9 de 1989, en su artículo 10 definió las determinantes ambientales como normas de superior jerarquía en el ordenamiento del territorio, entre las que se incluye las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, sin embargo, fue hasta el año 2011 cuando se expide la Ley Orgánica 1454, en la que se propone una reflexión obligada sobre el ordenamiento territorial e intenta relacionar lo ambiental y lo sostenible con lo urbano territorial, a pesar de que, para el año 1993 con la Ley 99, se habló de la necesidad de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y se incorporó por primera vez lo ambiental como determinante para la planeación del territorio. Si bien, con el Decreto – Ley 1450 del año 2011, se definió que las Corporaciones Autónomas Regionales eran las entidades encargadas del acotamiento de las Rondas Hídricas en el País, estableciendo diferentes metodologías para esto de acuerdo a los criterios considerados por cada Corporación, estableciendo parámetros divergentes al momento de realizar la acotación y sobre todo, la gestión de las rondas hídricas delimitadas, lo que indudablemente se convirtió en una problemática de tipo normativo y ambiental; fue hasta el año 2017, con la expedición del Decreto 2245, que se establecieron y unificaron los criterios técnicos con base en los cuales las Autoridades Ambientales competentes realizarían los estudios para el acotamiento de rondas hídricas en el área de su jurisdicción, además, se ordenó expedir la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia”, en la que se definieron los componentes que se deben tener en cuenta para realizar esta delimitación, y adicionalmente, propone estrategias de manejo y gestión del suelo en estas zonas, brindando una solución a la problemática normativa y ambiental, en la definición y gestión de las rondas hídricas en el país.

Debido a esto, y teniendo en cuenta que los Planes de Ordenamiento de primera generación fueron adoptados aproximadamente en el año 2000, y que a muchos de estos se les realizó la revisión de largo plazo antes del 2017, la definición y acotamiento de las rondas hídricas ha sido un reto para las corporaciones ambientales, debido al vacío jurídico que se tuvo hasta el año 2017 y la falta de criterios técnicos para el acotamiento de las rondas hídricas de acuerdo con sus dinámicas.

De esta manera, la Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare, Cornare, ha venido priorizando la acotación de rondas hídricas en algunos ríos y quebradas del oriente antioqueño, entre las que se encuentra la de la Quebrada La Pereira en los municipios de La Ceja, Rionegro y el Carmen de Viboral, buscando armonizar los criterios de la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia y los respectivos instrumentos de planificación y gestión del suelo, adoptados por cada una de las entidades territoriales en su jurisdicción. Para este caso, se abordaron los componentes geomorfológico, hidrológico, ecosistémico y social de la quebrada, generando así, polígonos en cada una, que después de una superposición de capas, permitieron definir la zona delimitada como ronda hídrica y su respectiva zona aferente. Posteriormente, en el componente integrador, se establecieron las estrategias de gestión y manejo de las mismas.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las estrategias y herramientas utilizadas para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, y la delimitación en la ronda de la Quebrada La Pereira, de acuerdo a los parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente.

Objetivos específicos

- Revisar las estrategias, herramientas y reglamentaciones utilizadas para el acotamiento de las cuencas hídricas de acuerdo con sus dinámicas físico – bióticas, identificando la mejor de estas.
- Caracterizar la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible en el año 2018.
- Analizar como estudio de caso la acotación de la ronda hídrica de la Quebrada La Pereira del Municipio de La Ceja.

Metodología

Para el objetivo 1: la revisión de estrategias, el uso de herramientas y las disposiciones normativas para el acotamiento de rondas hídricas, se implementó la metodología ProKnow-C, generando un portafolio bibliográfico, utilizando bases de datos como Scopus, Realyc , Science Direct, LegisExperta y Leyex, como las bases con mejor calidad de contenido relacionado a la temática, adicionalmente, se realizó un análisis sistémico para identificar las categorías o características de las diferentes metodologías aplicadas, la adopción de estos procesos desde la normativa ambiental y como ha sido el uso de herramientas, principalmente los SIG para el acotamiento de rondas hídricas.

Ambos pasos contienen diversas actividades (ver ilustración 1) que fueron necesarias para obtener los resultados propuestos, además de ilustrar la aplicación de una metodología de revisión bibliográfica por medio de la segmentación de factores de control o comparación, para aumentar la comprensión de los procesos aplicados por los autores y definir qué factores son estrictamente necesarios para la definición de una ronda, además de encontrar la metodología más eficiente para tal fin.

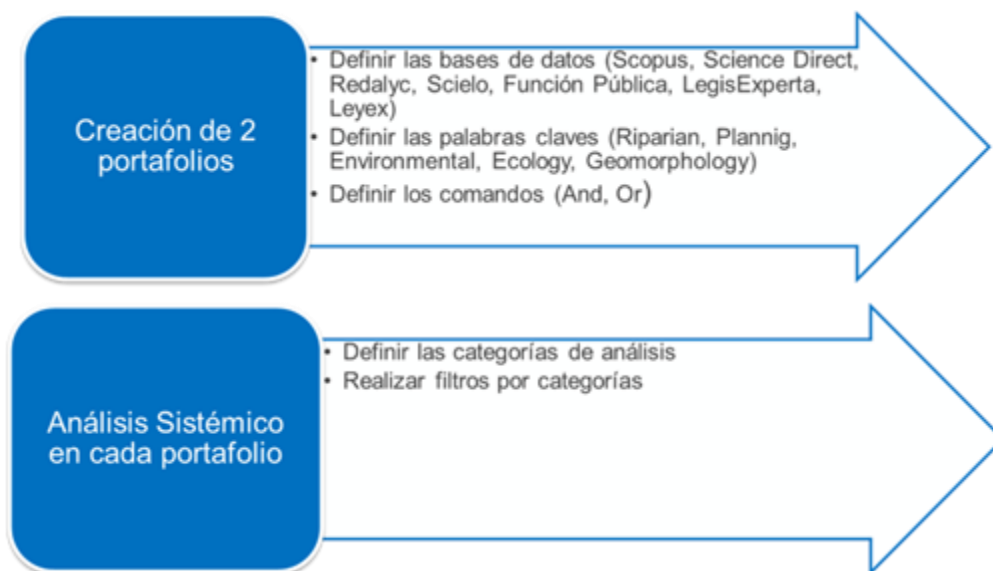
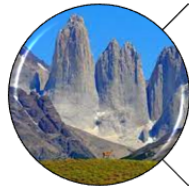


Ilustración 1. Metodología para la selección de la bibliografía

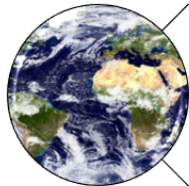
Para el objetivo 2: Se realizó el análisis y sistematización de la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de rondas hídricas en Colombia”, definida por el Ministerio de Ambiente, con la finalidad de ilustrar las fases que contiene la misma y caracterizar los

componentes de estudio presentes en la metodología que exige la guía para que las Corporaciones Autónomas Regionales realicen la definición de las rondas hídricas (Ver ilustración 2) junto con los datos a obtener y el procedimiento para la definición de estrategias para la protección de las áreas aferentes a cuerpos de agua.

COMPONENTES DE LA GUIA TECNICA PARA LA ACOTACIÓN DE RONDAS HIDRICAS EN COLOMBIA – MINISTERIO DE AMBIENTE (2018).



Geomorfológico: Define el área necesaria para garantizar los procesos morfodinámicos que soportan la función de transporte y almacenamiento de agua y sedimentos.



Hidrológico: Define el tamaño y forma del cauce, condicionada por procesos atmosféricos y climáticos, propias de las dinámicas y el ciclo del agua en Colombia.



Ecosistémico: Comprende los procesos físicos, químicos y biológicos que resultan de la interacción entre los componentes bióticos y abióticos en la zonas ribereñas.

Ilustración 2. Componentes para la acotación de rondas hídricas

Para el objetivo 3: Se realizó un análisis de la aplicación de la guía del Ministerios en la Ronda Hídrica de la Quebrada La Pereira, para lo cual se solicitó ante la Corporación Autónoma Regional el documento técnico y la cartografía utilizada para la construcción de este, posterior a obtenerlos, se estudió a fondo los resultados de los componentes geomorfológico, hidrológico, ecosistémico, social e integrador, para validar la definición de usos de la ronda, los instrumentos usados, la priorización y concluir fortalezas y debilidades del estudio.

Glosario

Corporación Autónoma Regional: son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, con autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente. (Ley 99 de 1993)

Zona Ribereña: son entornos de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos con gradientes hidrológicos, suelos y hábitats diferenciados y estrechamente relacionados con su funcionamiento.

Factor hidrológico: niveles máximos alcanzados por los cuerpos de agua en condiciones de régimen hidrológico considerando la variabilidad climática. Dinámica de los flujos de agua (y con ellos los de sedimentos y nutrientes) a lo largo de la red de drenaje de la cuenca hidrográfica.

Factor geomorfológico: Geoformas y procesos morfodinámicos asociados al flujo y almacenamiento temporal de agua – sistemas lenticos y loticos y sedimentos, ajuste de la forma del cauce y sus patrones de alineamiento.

Factor ecosistémico: Papel de la vegetación de ribera en las condiciones microclimáticas y las condiciones de hábitat en los cuerpos de agua, corredor biológico, filtro de contaminantes que por escorrentía podrían llegar al cuerpo de agua, estabilidad de las orillas del cuerpo de agua, entre otras.

Estrategias para el manejo ambiental: considerando la distinción entre los elementos de la ronda hídrica se definen unas condiciones para caracterizar las fajas aferentes a las fuentes hídricas conforme la capacidad de ocupación de las mismas, definiendo tres estrategias (conservación, restauración y uso sostenible).

Marco teórico

La Estructura Ecológica Principal es el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, con el objetivo de preservar, conservar, restaurar, y garantizar un uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables (Valdés, Castro, Pérez, & Escobar, 2017). El agua es un elemento regulador del equilibrio del sistema natural global, que cumple un ciclo dinámico a través de varios fenómenos, es el único líquido vital que recircula por un proceso de renovación. (Quintero, 2014), de esta manera, los cuerpos de agua y los corredores riparios relacionados a ellos, cumplen funciones como reguladores, proveedores y productores, tanto de servicios ecosistémicos para las actividades humanas, como para la contribución y equilibrio de la biodiversidad. (Ortega, Becerra, & Camargo, 2021), por lo cual deben ser tenidos en cuenta para la definición de la Estructura Ecológica Principal dentro de los planes y políticas para el ordenamiento del territorio.

Para la conservación del agua y del suelo, las zonas ribereñas desempeñan el papel más importante, tienen una rica biodiversidad y se consideran corredores ecológicos con muchas funciones cruciales en la mejora de las cuencas fluviales, como la disminución de la carga de sedimentos y contaminantes, el aumento de la calidad del agua, la ayuda a despejar el flujo de nitrógeno del agua, la retención de agua, la prevención de inundaciones y la regulación del flujo de materiales y energía entre la tierra y los cuerpos de agua (Eishoei, Miryaghoubzadeh, & Shahedi, 2022). Por esto, la degradación de la biodiversidad en estas zonas puede causar impactos negativos en los ecosistemas acuáticos con alteraciones de temperatura, los flujos de sedimentos, la escorrentía de nutrientes y la biodiversidad (Chellaiah & Kuglerová, 2021).

Las rondas hídricas son consideradas como una zona ribereña en donde se dan interacciones entre los medios terrestre y acuático, es decir, son las franjas adyacentes a los cuerpos de agua, ya sean naturales o artificiales, que están o no en movimiento. (Ortega, Becerra, & Camargo, 2021), y que según (Vásquez, 2019), permite formar barreras para gestionar el impacto de los fenómenos de inundación, y a su vez, mitigar y proteger las poblaciones. Dada la interrelación entre la corriente de agua y la ronda hídrica, la alteración de alguna de las dos puede afectar los procesos comunes a ellas por lo cual el cambio de la vegetación nativa en estos corredores influye en la calidad y cantidad del recurso hídrico. (Daza & Sanabria, 2008)

Estos ecosistemas con frecuencia presentan llanuras de inundación físicamente complejas, con largos periodos de inundación, migración lateral de sedimentos, una comunidad vegetal diversa y suelos húmedos (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013). Es importante resaltar que la llanura de inundación es una zona de disipación de energía de los cuerpos de agua, que en presencia de lluvias fuertes y continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, presentan inundaciones lentas y temporales (Vásquez, 2019).

Los ecosistemas riparios proveen importantes servicios a la sociedad humana, almacenan agua y regulan su calidad, reducen la erosión, mitigan los efectos de las inundaciones, recargan los acuíferos, proveen refugio y alimento para la fauna y una amplia gama de servicios culturales. Además, soportan una importante diversidad y conectan el territorio a varias escalas espaciales y temporales. (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013). De esta manera, son una gran variedad de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales (Ortega, Becerra, & Camargo, 2021) que estos ecosistemas brindan a las comunidades, interviniendo directamente en los procesos mediante los cuales los ecosistemas y las especies que habitan en ellos mantienen la vida humana y son determinantes para la contribución al bienestar humano. Es así, como algunos estudios han destacado que la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los servicios ecosistémicos contribuyen (directa o indirectamente) a deteriorar aspectos del bienestar humano como la salud y la seguridad alimentaria, incrementado la vulnerabilidad y riesgo (Valdés, Castro, Pérez, & Escobar, 2017).

Por lo anterior, la conservación y recuperación de las rondas hídricas, a partir de la identificación de áreas de intervención prioritaria, son aspectos necesarios para asegurar la disponibilidad y sostenibilidad del recurso hídrico y por ende la calidad de vida de las comunidades. (Daza & Sanabria, 2008). Es así como se reconoce la necesidad de establecer una franja de ronda hídrica pertinente que permita el desarrollo de la dinámica del río sin afectar las poblaciones, en la que se aborden aspectos como: el análisis de la amenaza, la vulnerabilidad, la exposición, la estabilidad de las márgenes del río, y un análisis socioeconómico (Vásquez, 2019), y que, adicionalmente, permitan la conservación y recuperación de las comunidades vegetales que influyen en las propiedades de los ecosistemas ribereños y, por ende, soportan numerosas funciones, incluyendo: la estabilización de los márgenes del río, la deposición de sedimentos, retención nutrientes, favorecimiento al secuestro de carbono y por ende la regulación del clima, la provisión de reservorios de biodiversidad y el soporte de cadenas tróficas terrestres y acuáticas, que finalmente

redundan en interacciones bióticas y a veces en la provisión de alimento o materias primas de origen animal. Al mismo tiempo, la vegetación ribereña, al controlar la deposición y erosión de sedimentos, es clave en las funciones geomorfológicas y ecológicas que ocurren en los cuerpos de agua (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013).

Por otro lado, en las dos últimas décadas se ha tenido en cuenta la acción del hombre como modificador de las formas del terreno (Carvajal, 2012), interviniendo en las dinámicas e interacciones en las rondas hídricas debidamente definidas, considerando una alta conflictividad en el uso de la tierra, que directamente está asociada con una alta degradación ambiental. Los conflictos de uso del suelo se presentan cuando hay discrepancia entre el uso que debería tener el suelo, de acuerdo con su oferta ambiental, y aquel al que está expuesto por las actividades humanas (Daza & Sanabria, 2008), aumentando así, los procesos de erosión y sedimentación, que si bien, son procesos naturales, en condiciones de intervenciones externas pueden ocasionar impactos negativos como la reducción de la productividad agrícola, la contaminación de cuerpos de agua superficiales, entre otros. (Valdés, Castro, Pérez, & Escobar, 2017). Finalmente, si las actividades humanas afectan la vegetación ribereña, modifica de forma relevante las cantidades y la relación entre los nutrientes del suelo, del agua y de la atmósfera, así como la deposición de sedimentos, afectando su capacidad de transportar, retener y procesar contaminantes y elementos tóxicos, y, por ende, la cantidad y calidad de recurso hídrico para el consumo humano. (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013).

Ante la necesidad de proteger el recurso hídrico, y la biodiversidad de las zonas ribereñas, se deben implementar acciones para lograr el mantenimiento y recuperación de la provisión de servicios ecosistémicos de los ecosistemas ribereños, en el contexto de una política transversal de gestión desde diversos sectores, orientada hacia tres líneas estratégicas: conservación, manejo o aprovechamiento sustentable y restauración ecológica (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013), que además, este acompañada de planes específicos adaptados a las condiciones locales, en los que se tengan en cuenta parámetros ecológicos, sociales y económicos (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013).

La conservación y restauración de los ecosistemas ribereños dependen no sólo de factores ecológicos, sino también de la regulación jurídica y la percepción social, por esto, es importante que en las riberas sujetas a uso o manejo, se delimiten franjas o áreas de amortiguamiento entre la ribera y las zonas intervenidas de manera antrópica, teniendo en cuenta al propietario de la tierra y

considerando actividades de uso sustentable en estas franjas, aunque, más allá de las estrategias y técnicas de restauración concretas implementadas, siempre será imprescindible eliminar los factores que provocan la degradación de estas zonas (Meli, Benayas, Carabias, Ruiz, & Ramos, 2013)

Si bien, Colombia es un país con una buena disponibilidad de agua dulce, no es ajeno a la presión ambiental ejercida ante la búsqueda de fuentes hídricas consumibles para su población, además, de las tradicionales causas de deterioro del recurso hídrico, tales como la tala indiscriminada de bosques especialmente en áreas de nacimientos, la colonización desordenada por el deseo de expandir la frontera agrícola, la urbanización causada por fenómenos de desplazamiento por violencia o fenómenos culturales, el aumento de vertimientos sin control o tratamiento, el aumento de residuos sólidos y el aumento demográfico desproporcionado, motivando así, una gran preocupación para las instituciones ambientales del país. Sin embargo, los vacíos y ambigüedades en el ámbito normativo para la protección del recurso hídrico y la zona aferente, ha llevado al deterioro y despilfarro de este, generando disminución en la cantidad y calidad del recurso hídrico, (Quintero, 2014).

A pesar de que la normatividad colombiana considera las rondas hídricas como bienes inalienables e imprescindibles del Estado y como áreas de conservación y preservación del recurso hídrico en general en el país, (Daza & Sanabria, 2008) y que desde el artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974 se estableció , el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua y el área de protección o conservación aferente, para lo cual deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno Nacional, fue hasta el año 1997, con la expedición de la Ley 388, donde se incluye las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, dentro de las determinantes ambientales como normas de superior jerarquía en el ordenamiento del territorio. Posteriormente, el Decreto 3600 de 2007, dispone sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, que las rondas hidráulicas, hacen parte de la categoría de Áreas de Conservación y Protección Ambiental, por lo tanto, se consideran como áreas de especial importancia ecosistémicas. (Barrios & Guzmán, 2015). A pesar de esto, no se había establecido la manera de incorporar estas determinantes dentro del ordenamiento ambiental y territorial, por ello, en la Ley 1450 de 2011 en el artículo 206, se establece 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 Decreto-Ley 2811 de 1974. (Republica de Colombia, 2011)

La planificación y ordenamiento del territorio representa un reto para las ciudades actuales, donde el crecimiento poblacional, el aumento de las actividades económicas y las crecientes necesidades humanas, ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales (Rodríguez, Alejandra, Diana, & Libardo, 2015), por esto, se expidió la Ley Orgánica 1454 del año 2011, en la que se propone una reflexión obligada sobre el ordenamiento territorial e intenta relacionar lo ambiental y lo sostenible con lo urbano territorial (cita del decreto), generando que las diferentes autoridades ambientales del país empezaran a expedir diferentes guías con criterios para la protección y conservación de las rondas hídricas.

Teniendo en cuenta esta información, la corporación Autónoma CORNARE construye una metodología para la determinación de retiros a fuentes hídricas en el acuerdo 251 de 2011, donde mediante procesos de en un software de SIG, se logra estandarizar la metodología mínimamente para el valle de San Nicolás (Quintero, 2014). A esta metodología se suman, las establecidas por diferentes autoridades ambientales en el país, como Corpocaldas en el año 2012, Cortolima con la Resolución 3793 de 2015, Corponor y la Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca - Car , por mencionar algunas, donde se empiezan a vislumbrar la importancia de tener en cuenta aspectos ecosistémicos, geomorfológicos, hidráulicos, zonificación de usos del suelo y diferentes procesos propios de las dinámicas de las zonas de amortiguación ribereña, como la erosión, la contaminación y la inundación, definiendo además, un ancho de 30 metros de protección adyacente a los cuerpos de agua.

No obstante, las condiciones climáticas y geomorfológicas del país, generan la necesidad de definir una metodología que no unifique criterios, sino que, por el contrario, se realice un estudio minucioso de las condiciones y dinámicas de cada una de las fuentes de agua, que permita delimitar una ronda hídrica coherente, por ejemplo, no se tiene en cuenta que en algunas zonas del país tienen mayores precipitaciones (Quintero, 2014), que con las dinámicas de escorrentía superficial se generan desbordamientos en las llanuras de inundación, siendo una de las amenazas más comunes ocasionando daños en cultivos y viviendas. (Vásquez, 2019).

Por otro lado, el componente ecosistémico de la ronda hídrica está asociado a las funciones ecosistémicas del cuerpo de agua y los componentes bióticos y abióticos de la ribera, siendo su

vegetación un elemento fundamental para dicho funcionamiento. En tal sentido, la vegetación de ribera será el indicador del estado de funcionalidad de la ronda hídrica, buscando establecer, conservar o recuperar las coberturas vegetales características de la región en los cuerpos de agua, de tal manera que se restablezcan sus funciones ecosistémicas teniendo en cuenta los demás elementos asociados a los componentes hidrológicos y geomorfológicos. (Ortega, Becerra, & Camargo, 2021), siendo las dinámicas ecosistémicas diferentes en todo el territorio, de acuerdo a las condiciones climáticas y geomorfológicas.

Ante esto, para el año 2018, según lo establecido en el Decreto 2245 del año 2017, en Colombia se expidió la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas, donde se busca asegurar el desarrollo adecuado de los ríos y la seguridad de las poblaciones ubicadas en la rivera, expuestas a sufrir daños frente a la amenaza por inundación, al desarrollar actividades productivas, agropecuarias, industriales, económicas, y sociales en la zona de ronda hídrica y área aferente de protección y conservación ambiental. (Vásquez, 2019).

Esta Guía, establece los criterios para definir el orden de prioridades para el inicio del acotamiento de las rondas hídricas, desarrolla los criterios para definir desde donde se acota y hasta dónde llega su límite físico y define las directrices para su manejo ambiental por parte de las Autoridades Ambientales competentes. El enfoque metodológico para el desarrollo de los criterios tiene como principio rector la funcionalidad de las rondas hídricas, en la medida que éstas son áreas en que se dan los intercambios de agua, sedimentos y nutrientes que dan sustento a la interacción de diferentes procesos físicos, químicos y biológicos a lo largo de las cuencas hidrográficas, tanto en los ecosistemas loticos como en los lenticos. Considerando que su objeto es de protección y conservación, las mismas deben tener un manejo ambiental que permita orientar aprovechamientos sostenibles de los recursos naturales renovables y evitar la generación de condiciones de riesgo evitando la exposición de personas, bienes y servicios en dichas áreas que, en general, son frecuentemente inundables. Para la definición del límite físico se deben tener en cuenta como mínimo tres aspectos físico-bióticos relacionados con el entendimiento de la dinámica natural del cuerpo de agua: el geomorfológico, el hidrológico y el ecosistémico. Dentro del análisis, se deberán considerar las intervenciones antrópicas en las que afectan la funcionalidad para los tres aspectos físico-bióticos. (Cortolima, 2015)

La riqueza hídrica que posee Colombia aporta significativamente al desarrollo del país, de ahí la importancia de las rondas hídricas. Así, surge la necesidad de realizar el acotamiento de estas

como normativa, función que deben cumplir las Autoridades Ambientales Competentes, tal como se establece en el artículo 206 sobre Rondas hídricas (Ley 1450, 2011), deben tener en cuenta los diferentes criterios geomorfológicos, hidrológico y eco sistémico, establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, adoptada por resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2018, y adicionalmente se considera que se debe incluir como parte importante de la evaluación para la determinación de la ronda hídrica, la amenaza, exposición y vulnerabilidad que conlleva al riesgo. (Vásquez, 2019).

Metodologías usadas.

Algunas metodologías usadas antes de la entrada en vigor de la guía metodológica del MADS de 2018.

Por medio de la Resolución 3793 de 2015 la **Corporación Autónoma Regional del Tolima** definió mediante el referido instrumento la forma de acotar las rondas hídricas, basados en los instrumentos normativos que se tenían en su momento a nivel nacional, que daban cuenta de la importancia de factores como el hidrológico, geomorfológico y ecosistémico principalmente.

La justificación de la metodología adoptada por CORTOLIMA se basó en la definición de ronda hídrica a la cual hace referencia el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, de la siguiente manera “zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua”, se inició la estrategia de definición de la ronda hídrica por medio de talleres realizados con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), sobre el acotamiento de las rondas hídricas urbanas, quienes estaban para el 2015 trabajando en la estrategia de definir una guía técnica para la delimitación de rondas, pero que la misma no sería publicada hasta el año 2017.

En razón a lo anterior, la corporación expuso la dificultad de llevar a cabo la metodología de los avances técnicos que presentaba el MADS en su momento, argumentando que llevar a cabo estudios de detalle para cada cuerpo de agua en su jurisdicción representaba un costo muy alto y no era posible cubrirlo con los recursos que se tenían, así las cosas, presentan una estrategia provisional hasta tanto no se adoptara legalmente la guía metodológica del ministerio conforme lo dispuesto por la Ley 1753 de 2015 (PND 2014-2018).

La corporación adopta la clasificación de drenajes por su orden (*Clasificación de Horton*), teniendo como base el estudio denominado “*Estimación de las áreas de protección ambiental en la zona urbana del vergel - municipio de Ibagué, cuenca del río Chípalo*”, realizado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) para todo el departamento de Tolima así: (i) Drenajes Orden 3, son drenajes receptores de drenajes orden 2 y que bordean o atraviesan las cabeceras municipales; a estos drenajes se les debe acotar una faja de protección de 30 metros, a partir del cauce permanente, (ii) Orden 2, son drenajes receptores de drenajes orden 1 y que bordean o atraviesan las cabeceras municipales; a estos drenajes se les debe acotar una faja de protección de 20 metros, a partir del cauce permanente y (iii) Orden 1, se clasifican así todos aquellos drenajes clasificados

por la metodología propuesta por Horton con este orden, desembocan o tributan sus aguas a un drenaje de orden 2 y bordean o atraviesan las cabeceras.

Por su parte, **la Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca – CAR**, expidió la guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda en toda su jurisdicción, la cual incorpora un nivel de detalle y estudios básicos de mayor complejidad en relación con la anterior, la metodología tiene en cuenta los siguientes factores:

Topografía y MDT: en este paso se realiza un levantamiento topográfico y batimétrico en toda la zona de estudio conforme los posicionamientos definidos por la guía para la generación del MDT posterior a la carga del shape de puntos y el modelo de triángulos TIN.

Posicionamiento geodésico: los resultados del factor anterior deberán enlazarse a la red nacional con la precisión del orden B, conforme los parámetros de precisión utilizados por el IGAC, se deberá usar el método estático, utilizando un GPS fijo en punto base.

Levantamiento topobatimétrico: por medio del levantamiento topográfico se leen los ángulos y distancias para la delimitación de la altura, para validar la diferencia de altura que con las correcciones se obtiene el valor de la altura de la posición media, el levantamiento batimétrico, teniendo en cuenta que las fuentes no son profundas se realiza por vadeo con la estación total, se puede usar el sistema lidar “Light Detection and Ranging” que como radar laser emite pulsos de luz infrarroja para ubicar puntos en el terreno contrapuesto con sensores para tener un mayor número de puntos que validen los ajustes del MDT.

Análisis ecosistémico: Se deberá considerar la cobertura vegetal próxima a los cuerpos de agua y la que impacte sobre una comunidad con servicios ecosistémicos, conforme sus cualidades de protección definidas por las zonas de vida desarrollada por Holdridge (1971) y de esta manera el componente ecosistémico corresponderá al área definida por la distancia H medida a partir del límite del cauce permanente para cada comunidad de vegetación definida.

Estudio hidrológico: Para la delimitación de la faja de protección se requiere una determinación del caudal de creciente para el período de retorno deseado, en razón a esto y para la validación de cantidad y calidad del recurso se deberá realizar registros de caudal, transposición de datos de caudal, análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales, modelos lluvia, mediante método racional y método de hidrograma de escorrentía superficial y realizar la modelación sistemática.

Estudio hidráulico: será obtenido a través de dos insumos de entrada que serán la topología de la modelo obtenida mediante la geomorfología del cauce para definir las orillas y el eje del canal y los caudales a transitar; mediante un motor de cálculo se analizan los datos para obtener el modelo hidráulico y las fronteras del modelo.

Análisis básico predial: por medio de la intersección de capas validar el área de afectación de cada predio por la ronda hídrica definida según los estudios anteriores, para la elaboración de una lista de predios que están total o parcialmente ocupados por la zona de protección de la ronda.

Zonificación y usos recomendados del suelo: para la metodología de Cundinamarca, la zonificación será la adoptada por el Acuerdo 16 de 1998 que define un uso principal de conservación y restauración ecológica, unos usos compatibles para la recreación pasiva o contemplativa, unos usos condicionados para captación o vertimiento de aguas y construcción de infraestructuras institucionales o recreacionales y por ultimo usos prohibidos como usos agropecuarios, industriales, urbanos de minería o cualquier actividad que vaya en contra de la protección de la ronda.

Otra metodología estudiada es la de la **Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR** que si bien, no expidió una guía expresa para la delimitación de zonas de ronda en toda su jurisdicción, si definió determinantes para determinar las rondas hídricas dentro de los planes de ordenamiento y manejo de las cuencas hídricas priorizando los siguientes factores para su delimitación:

Componente hídrico: este componente reúne la necesidad de representar los datos de caudal máximo y mínimo conforme la variabilidad climática en el año, integrando además los índices de demanda hídrica, la ecuación de balance hídrico y el ciclo hidrológico, la calidad y cantidad de agua junto con datos batimétricos de cada caso de estudio.

Componente suelos: en este se integran la geomorfología del suelo en cuanto a modelos digitales que revelan la forma del relieve, la geología para validar los materiales superficiales y placas de ubicación de los cuerpos de agua, las amenazas en puntos vulnerables de intersección entre la modelación hidrológica y geomorfológica.

La hidrogeología: el estudio de las propiedades físicas de porosidad y permeabilidad para el estudio de la movilidad y los flujos de agua para la solución de problemas de irrigación, drenaje, recarga y conservación del suelo.

Componente biótico: diagnóstico del componente ecológico, mediante la recolección de información secundaria y datos tomados en campo para la generación de inventarios florísticos, faunísticos, y de índices de biodiversidad y ecología para definir la longitud y área de conservación en las zonas cercanas a cuerpos hídricos que hacen parte de la estructura principal y son estratégicas para la preservación de especies en peligro de extinción.

Por su parte **la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – CORNARE**, expidió mediante el Acuerdo 251 de 2011, *las determinantes ambientales para la reglamentación de las rondas hídricas y las áreas de protección o conservación aferentes a las corrientes hídricas y nacimientos de agua en el oriente del departamento de Antioquia, jurisdicción de CORNARE*. Respaldados en lo dispuesto por el artículo 206 de la ley 1450 del 2011 y su acuerdo 250 de 2011 que define los determinantes ambientales para el ordenamiento de los territorios de su jurisdicción. En esta y por medio del anexo 1, correspondiente al método matricial para el establecimiento de las rondas hídricas se estableció una matriz por medio de la cual se establece el retiro o ronda hídrica que *debe respetar un uso del suelo localizada en una unidad geomorfológica definida para evitar afectaciones ambientales por inundación, torrencialidad, erosión o contaminación respectivamente*. A continuación, se identifican los factores de la matriz:

El geomorfológico: se clasifica en las siguientes unidades geomorfológicas relacionadas directamente por la litología y clasificadas así principalmente por sus pendientes promedio: vegas y terrazas bajas, colinas bajas, colinas altas, laderas y vertientes largas y empinadas, escarpes.

Los usos del suelo: los definidos por el PBOT, según las determinantes ambientales de los POMCAS, DRMI o reservas nacionales protectoras, haciendo énfasis en la clasificación de coberturas terrestres y su valor de importancia en la preservación o restauración de corredores ecológicos, ejemplo de esto son entonces los usos forestales, agrosilvopastoriles, cultivos, agricultura, explotación minera, industrias, pecuario, áreas urbanas y zonas de protección y restauración ecológica.

Los factores de control: obtenidos a partir de estudios hidrológicos e hidráulicos son: (i) el índice de inundación tomado como el desbordamiento de la fuente hídrica sobre un espacio que puede ser obtenido mediante diferentes periodos de retorno y evaluado según la susceptibilidad de inundación, (ii) la torrencialidad como el desbordamiento repentino de una fuente caracterizado por llevar material de arrastre que pueden ser generados por fenómenos hidrológicos y climatológicos evaluado según la susceptibilidad a la torrencialidad, (iii) la erosión como el

desprendimiento, carga y descarga del suelo evaluado mediante una distancia que mitigue los efectos de arrastre de partículas u erosión de orillas y (iv) la contaminación por la disminución de la calidad del agua evaluado mediante la distancia de precaución que mitigue o retarde el flujo de contaminantes.

Conforme lo anterior, la definición de ronda hídrica para fuentes y nacimientos teniendo en cuenta los factores de control referidos estarán dados por una variable X que es la distancia a partir de la orilla equivalente a dos veces el ancho de la fuente, tomada o medida en forma perpendicular entre ambas orillas, X siempre será mayor o igual a 10 metros, SAI susceptibilidad alta a la inundación, SAT susceptibilidad alta a la torrencialidad y R es el radio tomado desde el punto del afloramiento de agua hasta el borde exterior del área de encharcamiento será mayor o igual a 10 metros, las operaciones se harán siguiendo la matriz del anexo uno del acuerdo.

Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió en 2018, La guía, con el propósito de establecer los criterios para el acotamiento de las rondas hídricas por parte de las autoridades ambientales, por medio de un enfoque metodológico compuesto por fases con el objetivo de definir el límite físico de las rondas hídricas y establecer para las mismas unos usos que permitan la conservación de las zonas de retiro y convirtiéndose estos en un determinante ambiental para el desarrollo de las zonas de influencia de fuentes o cuerpos de agua.

El marco metodológico de la guía para definir el límite físico de la ronda, toma en primer lugar la perspectiva funcional, considerando las condiciones actuales de su funcionalidad, define las estrategias pertinentes para el manejo ambiental, esa funcionalidad en tara mediada en función de tres aspectos, el primero será la geomorfología como los procesos morfodinámicos asociados al flujo de agua y el ajuste de la forma del cauce, el segundo es el hidrológico como la dinámica de los flujos de agua junto con sus sedimentos y nutrientes y el tercero es el ecosistémico como la vegetación de las riberas en condiciones climáticas de los cuerpos de agua, los corredores biológicos y los filtros de contaminación.

El acotamiento de la ronda hídrica y el establecimiento de las estrategias para el manejo ambiental dentro de la misma se divide en varias fases: fase 0: acciones previas, fase 1: delimitación del cauce permanente o de la línea de mareas máximas, fase 2: definición del límite físico y de estrategias para el manejo ambiental de la ronda hídrica.

La fase 0: Esta fase busca preparar las condiciones óptimas para iniciar la delimitación de áreas alrededor de cuerpos de agua, considerando la diversidad de procesos naturales y humanos que afectan las orillas de las fuentes, por lo que se establecen prioridades para intervenciones a largo plazo. La Autoridad Ambiental comienza el proceso según estas prioridades y recopila información sobre aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente esta información guía la estrategia de participación con partes interesadas y determina necesidades de personal y adquisición de datos, este paso, llamado alistamiento institucional, sienta las bases para la delimitación de áreas alrededor de cuerpos de agua.

La fase 1: La delimitación de la ronda hídrica se basa en la “línea de mareas máximas o del cauce permanente de ríos y lagos”. Para hacerlo, se consideran las particularidades de sistemas lóticos (como ríos) y lénticos (como lagos):

i) En sistemas lóticos, el cauce permanente se refiere al lecho que puede contener el flujo de caudales en eventos de crecientes anuales. La delimitación se guía por criterios geomorfológicos y dinámicos de la cuenca.

ii) En sistemas lénticos, el cauce permanente es el límite del lecho ocupado frecuentemente por el agua, necesario para el funcionamiento del ecosistema. Se determina según criterios geomorfológicos y niveles máximos asociados a la dinámica hidrológica.

iii) En cuerpos de agua continentales con influencia marina, se considera la elevación máxima anual por mareas ordinarias (alta o pleamar y viva o sicigial).

La fase 2: La ronda hídrica se compone de dos elementos principales: una franja de hasta treinta metros de ancho, paralela a la línea de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos, y el área de protección o conservación asociada. El primer paso es establecer el límite físico, definiendo estrategias para su gestión ambiental, esto implica caracterizar y fijar los límites a partir del cauce permanente en sistemas lénticos o lóticos, o de la línea de mareas máximas en cuerpos de agua continentales afectados por la dinámica marina, esto se hace considerando aspectos físico-bióticos, que incluyen criterios geomorfológicos, hidrológicos y ecosistémicos.

La definición de estrategias tiene como objetivo establecer pautas para la gestión ambiental de la zona alrededor de cuerpos de agua, se busca preservar, restaurar o utilizar de manera sostenible estas áreas. Para lograrlo, se deben identificar los actores involucrados y los servicios ecosistémicos, también se consideran componentes esenciales, como la franja de hasta treinta metros de ancho paralela a la línea de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos, y el

área de protección o conservación asociada, estos elementos se determinan mediante el proceso de delimitación del límite físico y la elaboración de estrategias de participación.

Las metodologías presentadas fueron avaladas y aplicadas por las CAR referidas, es importante precisar que se marcan dos momentos relevantes en el análisis, el primero, es la autonomía otorgada a las corporaciones para la definición de sus propios criterios y metodologías para la delimitación física de rondas hídricas antes del año 2018, en el estudio de las mismas se pudo observar una diferencia significativa en su descripción, justificación y aplicación. Cortolima fue clara en las dificultades que presentaba para adaptar una metodología instrumentalizada en su jurisdicción por lo que simplemente eligen unos ordenes de jerarquía para las fuentes y en base a su orden toman referentes nacionales generalizados para la delimitación física de las cuencas teniendo en cuenta la suma de afluentes y la especulación del ancho de las fuentes, justificando esta aplicación en la necesidad de capital económico y humano, agregando también que aplicarían lo dispuesto hasta tanto el Ministerio expidiera una guía general nacional.

A su vez, la Corporación de Cundinamarca, Corponor y Cornare coinciden en estudiar los tres aspectos necesarios para la delimitación que son el factor hidrológico, el geológico y el ecosistémico, difiriendo en las formas de interpolación y el levantamiento batimétrico y altiplanimétrico, Cornare estudia su componente ecosistémico desde el uso de los suelos definido en los Pomcas y las otras integran usos, coberturas y lo biótico tendiente a la fauna y la conectividad ecológica, el Acuerdo 251 de 2011 incluye cuatro criterios de control para el estudio hidrológico e hidráulico que no tienen las demás que son por índice de inundación, torrencialidad, erosión y contaminación para en base a esto con los datos de la matriz definir la ronda, otro aspecto que se resalta es el análisis básico predial que realiza la CAR de Cundinamarca, necesario para determinar los predios que tendrán afectación por conservación de las fuentes.

El segundo momento, es lo sucedido a partir del 2018 posterior a la expedición de la guía de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia, iniciativa que nace de la necesidad de implementar un instrumento que integre un solo procedimiento para la protección y preservación de los cuerpos de agua en Colombia, que además tuviera lo necesario para ser un modelo eficiente, práctico y que además su aplicación se convierta en determinantes ambientales para el ordenamiento territorial en la definición de usos y aprovechamientos en suelos rurales y urbanos, de esta manera el Ministerio integra todo lo contenido en las metodologías presentadas, englobando sus características en tres grandes componentes, el geomorfológico, el hidrológico y

el ecosistémico, y estableció su fórmula de aplicación por medio de tres fases, la primera para el alistamiento institucional dirigido a la recolección de información y participación, la segunda para la definición de mareas máximas y cauce permanente de los sistemas hídricos y la tercera, para la delimitación física de la ronda hídrica integrando los componentes, la identificación de los actores que participan en la zona de influencia y adicional a esto, estableciendo estrategias para la gestión y conservación de las rondas hídricas.

Así las cosas, la metodología desarrollada por el Ministerio, reúne lo contenido en las metodologías anteriormente aplicadas, pero además incluye especificaciones técnicas e instrumentales para su desarrollo, aclara los requisitos que deben tenerse en cuenta a la hora de formular el documento técnico, brinda los factores para que las CAR realicen la priorización conforme las características físicas e intereses en su jurisdicción, adhiere la necesidad de incorporar un componente social para el estudio de actores que influyen en la protección de las rondas y un componente integrador que produce estrategias sociales, económicas e institucionales para la protección y preservación de las rondas hídricas, cuyos resultados serán integrados en los POT y planes de desarrollo municipales y departamentales cuando aplique, en tal sentido la metodología del Ministerio se considera la mejor en cuanto a su aplicación y buenos resultados teniendo en cuenta las características principales de los cuerpos de agua, su geoforma y el sistema biótico –abiótico presente, su valor agregado se establece por una delimitación integral y una definición de estrategias a considerar por los entes territoriales.

Basados en la consideración anterior, propone esta monografía el desarrollo de un estudio de caso, en la aplicación de la metodología del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, realizado por CORNARE para la Quebrada La Pereira.

Contexto, metodologías aplicadas por componente y resultados

Estudio de caso: Acotación de la ronda hídrica de la quebrada La Pereira.

La quebrada La Pereira tiene una longitud de aproximadamente 32,5 km, desde la zona urbana del municipio de La Ceja hasta la confluencia con el río Negro, atravesando también el Municipio de El Carmen de Viboral, los tres municipios ubicados en la subregión del Oriente Antioqueño dentro de la subregión del Valle de San Nicolas. Esta fue priorizada por Cornare, de acuerdo con lo establecido en la guía técnica de criterios para la delimitación de rondas hídricas en

Colombia, para la cual fue necesario realizar un estudio de la zona de ribera desde los componentes hidráulico, ecosistémico y geomorfológico, para después definir los criterios de manejo, enmarcados desde la preservación, la restauración y la definición de usos sostenibles.

Para llevar a cabo lo dispuesto anteriormente, los insumos para el análisis del estudio de caso fueron: a) la guía técnica de criterios para la delimitación de rondas hídricas en Colombia, como un documento clave en la sistematización del contenido que debe tener la definición de la ronda hídrica de la quebrada la Pereira, b) el documento técnico “delimitación de la ronda hídrica de la quebrada La Pereira”(convenio interadministrativo 198-2021 Cornare - Politécnico colombiano Jaime Isaza Cadavid), c) la cartografía que incluye el documento técnico de soporte (Modelo de Elevación Digital con resolución de 30 x 30 cm, modelación en los periodos de retorno 15 y 100 años, red de drenaje, unidades geomorfológicas, material superficial, coberturas, georreferenciación de especies, envolventes hidrológico, geomorfológica y ecosistémica y ortofoto) d) documentos para el análisis social (instrumentos de encuestas y entrevistas, guía de recorrido territorial, guía de cartografía social, instrumento para grupos focales, formato PQRS y formato de evaluación de actividades) y e) la Resolución "*Por medio de la cual se establece el acotamiento de la ronda hídrica de la Quebrada La Pereira en los municipios de El Carmen, La Ceja y Rionegro – Antioquia*".

A continuación, se muestran las metodologías y los resultados obtenidos por cada componente que estudio Cornare para la quebrada la Pereira, con la finalidad de delimitar físicamente la ronda hídrica y posterior a eso definir los usos para su conservación y restauración:

Componente hidrológico:

Inicialmente, se realizó un análisis de los parámetros morfométricos, obtenidos a partir de un Modelo Digital de Elevación la cuenca del Rio Negro, con una resolución espacial de 10 m. Para esto se determinaron 16 puntos donde, además, se estimaron los caudales para cada periodo de retorno (2.33 – 15 y 100). Para la determinación de la precipitación sobre la cuenca, se utilizó el método de Thiessen, el cual tiene en cuenta la no uniformidad en la distribución espacial de los registros pluviométricos; para esto, se utilizaron estaciones pluviográficas con influencia dentro de la cuenca La Pereira, que pertenecían a EPM y el IDEAM.

En cuanto al tiempo de concentración, se obtuvo un TC: 3.73 horas, aplicando 12 metodologías que dependen de los parámetros morfométricos, y ajustes realizados dependiendo de

las condiciones climáticas; para obtener el TC se promediaron los resultados de las diferentes metodologías. Así mismo, para calcular la intensidad de la lluvia, se obtuvo información de las curvas IDF de EPM y se realizó un escalamiento de las estaciones del IDEAM, con el método de Wilches. Para la distribución temporal de la precipitación se utilizó el método de Huff, mientras que, la precipitación efectiva se calculó con el Método SCS (Soil Conservation Service). Esta última, corresponde a la fracción de la precipitación total que no se infiltra en el suelo y está relacionada con la escorrentía superficial directa, y para calcularla, se tuvieron en cuenta factores externos, como: usos del suelo, condición hidrológica del suelo, el grupo hidrológico y los antecedentes de humedad, lo que permitió determinar las diferentes texturas y estructuras del suelo, como lo son: arenas profundas, limos agregados, arcillas margosas, margas arenosas superficiales, suelos con arcillas de alta plasticidad, suelos salinos y suelos con bajo contenido de materia orgánica.

Adicionalmente, para hallar los caudales máximos se utilizaron 4 métodos, el racional, el método SCS, el método de Williams & Heenn y el de Sneyder, además, se tuvo en cuenta la información definida en el POMCA. Finalmente, para la simulación hidráulica se consideraron 15 afluentes y 4 humedales, influyentes en el comportamiento hidráulico de la corriente, para las manchas de inundación de 15 y 100 años. Se obtuvieron caudales máximos para cada uno de los periodos de retorno, $2.33 = 38.2 - 15=93.5 - 100= 155.4$

Con estos insumos, más el coeficiente de rugosidad el suelo, se pudo calcular la envolvente de la componente hidrológica, donde de acuerdo a la descripción de la guía, si existe conexión natural entre el río y su ribera, se establecerá la mancha de 15 años, y en las zonas urbanas o donde se haya interrumpido esta conexión, se establecerá la mancha de 100 años. A continuación, se muestra la componente hidrológica definida para la Quebrada La Pereira. (Ilustración 3).

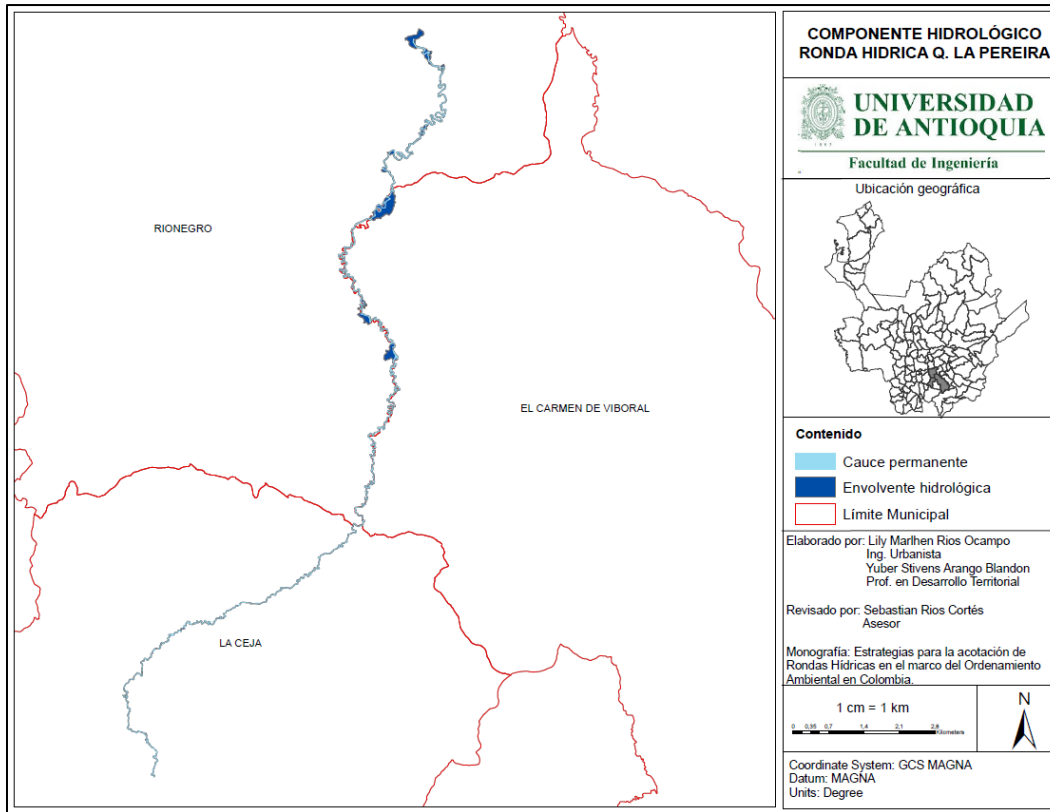


Ilustración 3. Componente hidrológico

Componente geomorfológico:

La envolvente geomorfológica, hace referencia a aquella zona o franja en la cual se desarrolla la dinámica fluvial de la corriente que comprende los procesos morfodinámicos que permiten a la corriente realizar las funciones de transporte y sedimentación (Politécnico JIC, 2020). Para su delimitación se tuvieron en cuenta 3 criterios fundamentales: geoformas, variaciones del cauce y antecedentes de inundación. Sin embargo, en el informe final entregado por la CAR, también se realizó un análisis de los procesos morfodinámicos

Para la definición de las geoformas se realizó una separación de aquellas que son propias de la dinámica fluvial y que están relacionadas con la llanura de inundación de la ronda hídrica. Se incluyeron la geoforma de llanura aluvial, las terrazas en 5 niveles, la barra central, la barra lateral, el cauce permanente, el cauce afluente y los meandros abandonados, que corresponden a las expresiones dejadas por la quebrada en los recorridos con su naturaleza sinuosa y que, al ser modificado, deja fragmentos sinuosos de acuerdo a las variaciones de la corriente. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las geoformas denudacionales, que corresponden al suelo residual, depósitos

de vertientes y las vaguadas, para las geoformas antrópicas, se analizaron las coberturas antrópicas y los lagos superficiales.

Respecto a las variaciones del cauce, se consideraron ambientes antrópicos, que, de acuerdo a las visitas realizadas en campo, permitieron identificar que están asociados generalmente a la agroindustria y tienen alturas aproximadas de dos metros; adicionalmente, se realizó la debida identificación de lagos artificiales, que están ligados a usos de paisaje y turismo. De esta manera, se estudiaron las variaciones longitudinales y transversales del cauce.

Para obtener los antecedentes de inundación se tomaron como fuentes de información manchas de inundación suministradas por Cornare y entrevistas en campo con la población que habita en las zonas contiguas a la quebrada, que posteriormente mediante un análisis cartográfico, se identificó que los puntos reportados por la comunidad coinciden con la mancha establecida por Cornare en sus modelaciones y las realizadas en el componente hidrológico, logrando así, delimitar las zonas de amenaza y las zonas de condición de riesgo.

En cuanto a los procesos morfodinámicos se relacionaron con procesos de deslizamientos, desgarres, erosión, socavación lateral y procesos antrópicos.

Por último, para establecer la envolvente geomorfológica, se fijaron anchos mayores cuando la corriente tiene una sinuosidad más alta o cuando tiene un valle fluvial muy bien definido, ocupándolo en este último caso en su totalidad. (Politécnico JIC, 2020)

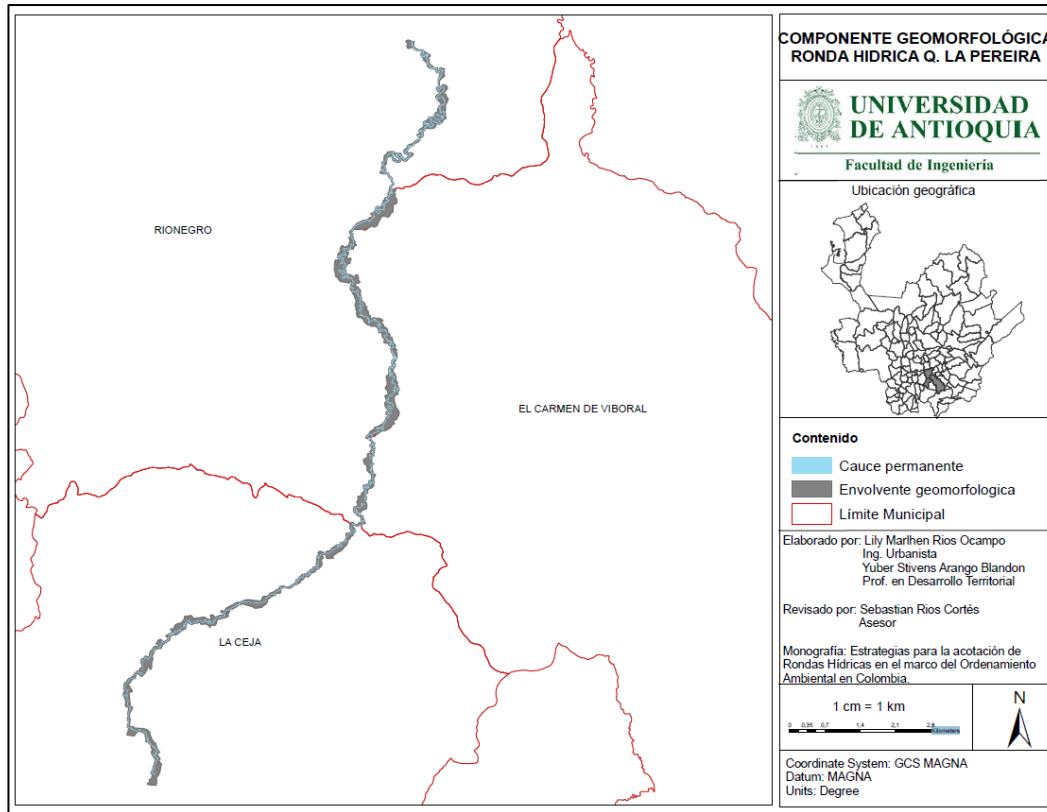


Ilustración 4. Componente geomorfológico

Componente ecosistémico:

El componente ecosistémico de la ronda hídrica busca establecer, mantener o recuperar las coberturas vegetales propias de la región en los cuerpos de agua, de tal forma que se mantengan o restablezcan sus funciones ecosistémicas considerando los demás aspectos relacionados desde los componentes geomorfológico e hidrológico. (Politécnico JIC, 2020)

En este componente, las zonas adyacentes a la quebrada son consideradas hábitats para las especies que migran o se desplazan en su interior. Bajo esta definición, se implementaron 2 fases para definir el área de importancia ecosistémica alrededor del cuerpo de agua, en la primera de ellas, se realizó un análisis multitemporal de las coberturas vegetales y su biodiversidad, a partir de información secundaria. En la segunda fase, se realizó la identificación de coberturas vegetales actuales, mediante imágenes satelitales, para realizar una selección de puntos de muestreo de la vegetación y las zonas de vida, para lo cual se hizo necesario hacer una caracterización florística y de la fauna.

Con las unidades geomorfológicas, la longitud de drenaje asociada a la unidad geomorfológica y el área de la de misma, se calculó la densidad de drenaje por unidad geomorfológica, lo que arrojó una densidad que varía entre 1 y 2.5, correspondientes a una densidad de drenaje media.

En cuanto al inventario de flora y fauna, se pudo identificar 182 especies de flora, encontrando, además, que son comunes plantas introducidas voluntaria o accidentalmente; en algunas parcelas aledañas a la ronda de la quebrada, se encontraron 171 individuos arbóreos y arbustivos. En cuanto a la distribución de la fauna se encontró 100 especies de avifauna, 23 de masto fauna y 15 especies de herpetofauna. Para cada uno de estos grupos se realizó un estudio que permitiera precisar el uso de hábitat y las redes tróficas.

Finalmente, con el inventario florístico, se calculó el índice de valor de importancia, con el fin de comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. En este caso, La especie más abundante es *Pipercabellense*, la más dominante es *Eucalyptus globulus* y las especies más frecuentes son *Besleria solanoides*, *Toxicodendron striatum* y *Piper cabellense*.

Con esta información, se calculó la franja ecosistémica, dando como resultado una ronda de 22.5 metros a cada lado del cauce de la quebrada La Pereira, de esta manera, se podrá garantizar que se puedan desarrollar las funciones de conectividad y la recuperación de las funciones ecosistémicas y las cadenas tróficas en estas franjas ribereñas.

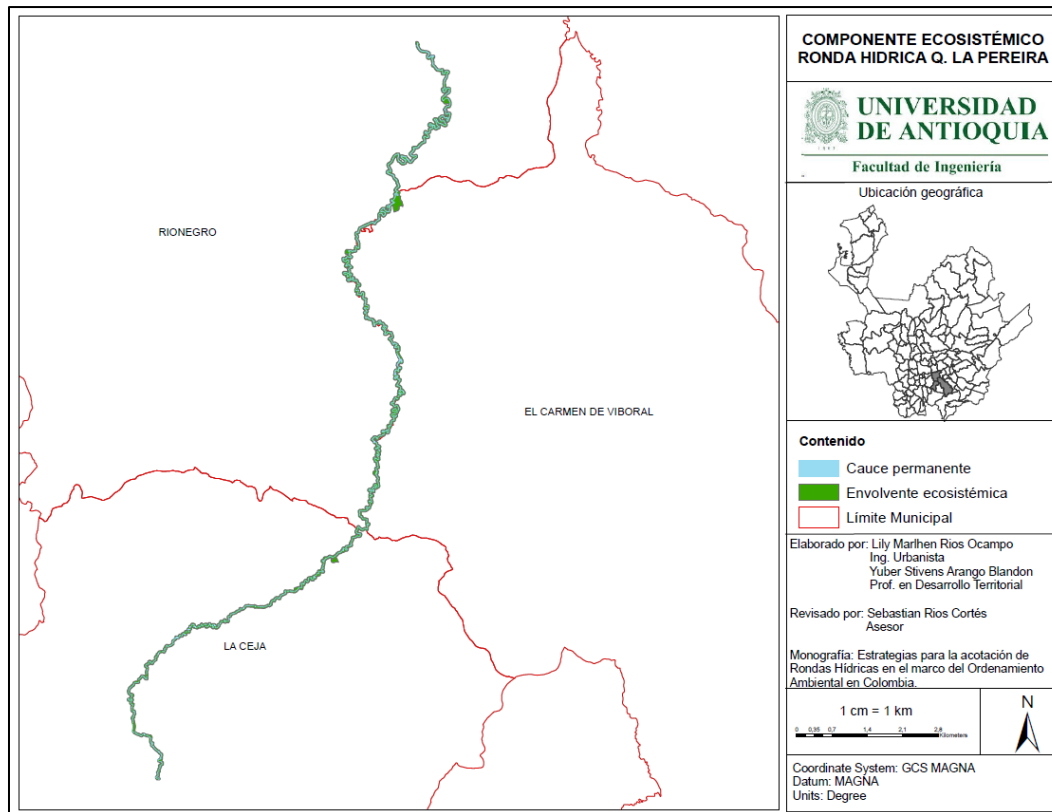


Ilustración 5. Componente ecosistémico

Componente social:

Las dinámicas sociales, culturales y económicas de los municipios varían de acuerdo a su vocación y proyección dentro de la subregión del oriente antioqueño. Por ejemplo, el Municipio de Rionegro se ha venido consolidando como el centro del oriente, con una amplia oferta de servicios e industria, asociado también al aeropuerto internacional José María Córdoba, mientras que los municipios de La Ceja y el Carmen de Viboral, se caracterizan por la destinación del suelo para el desarrollo de la actividad floricultora de exportación, y conservando parcialmente actividades relacionadas con el agro. No obstante, los 3 municipios han sobresalido en la subregión por sus procesos de urbanización a causa del desplazamiento de los habitantes del Valle de Aburrá, generando una fuerte demanda de suelo para parcelaciones.

Desde el componente social, se abordaron las problemáticas socio ambientales para dar a conocer las afectaciones que ha sufrido la zona ribereña y la comunidad aledaña, a causa de la concepción de desarrollo y progreso, la expansión urbana y demográfica, los nuevos usos del suelo,

la poca conciencia ambiental y el débil control estatal, generando afectaciones como la deficiencia del saneamiento básico, prácticas indebidas en el sector agrícola y pecuario, falencia de las instituciones para realizar un debido control y expansión urbana sin planificación, consolidando así un panorama de desequilibrio ecosistémico.

El diagnóstico de la quebrada La Pereira, arrojó un estado de deterioro que ha producido un desequilibrio ecosistémico, en el que se pudo identificar como principales causas la contaminación del agua, sedimentación en la zona ribereña, uso inadecuado de agroquímicos, irrespeto a los retiros y manejo inadecuado de residuos sólidos, lo que indudablemente ha deteriorado la calidad del recurso hídrico de manera progresiva. Igualmente, se evidenciaron usos residenciales, comerciales, de servicios (educativos, recreativos y turísticos), cultivos agroforestales (floricultivos) y empresariales, dentro de la zona de influencia de la quebrada.

Con los 27 actores que participaron en el proceso de estudio para la delimitación de la ronda, desde los sectores público, local y privado, se logró establecer los conflictos socioambientales por el uso del suelo en La Pereira, siendo estos: Construcciones, invernaderos y parcelaciones en los retiros de la red hídrica, deforestación, procesos de conurbación y loteo, gentrificación, intensificación de invernaderos, privatización del agua, y debilidades en el control y aplicación de los distintos instrumentos de planificación.

Por último, en aras de fortalecer la democracia ambiental, se sugieren algunas estrategias que incentivar la participación, la pedagogía, educación ambiental y cultura ciudadana, la comunicación pública y el conocimiento de los determinantes ambientales: fortalecer las esferas públicas, a partir del incentivo del diálogo público ciudadano; incentivar espacios de educación socioambiental; colocar en el centro el cuidado de la vida desde un punto de vista no antrópico; gestión social del agua, generar un nuevo modelo con buenas prácticas ambientales por parte de las empresas asentadas en el territorio; reconocimiento del patrimonio material e inmaterial; y conocimiento e investigación para el cuidado de los sistemas de vida como base para la toma de decisiones.

Componente integrador:

Como lo define el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011, la faja paralela se constituye como uno de los dos elementos de la ronda hídrica. Esta fue delimitada tomando como factor fundamental

el límite de la envolvente correspondiente a la componente hidrológica, y condicionada a que su extensión no es mayor a 30 metros lineales, a partir del cauce permanente (Politécnico JIC, 2020).

Para este caso de estudio, se determinó una faja paralela con un área de 47.6 Ha, con variaciones en su distancia lineal al cauce permanente, por ejemplo, en la zona urbana del municipio de La Ceja, la faja paralela se mantiene dentro de las dimensiones del cauce permanente, ajustándose a la definición del límite físico correspondiente a la componente hidrológica, mientras que en las demás zonas, se establecieron extensiones mayores al criterio base de 30 metros, obteniendo así, un área aferente de 231 Ha.

El proceso para delimitar físicamente la ronda hídrica de la quebrada La Pereira, se lleva a cabo mediante la superposición cartográfica de los resultados del componente hidrológico, más la delimitación del componente geomorfológico y ecosistémico, teniendo esta un área total de 279 Ha.

Después del acotamiento de la Ronda Hídrica desde los 3 componentes que define la guía técnica de criterios del Ministerio de Medio Ambiente, y de la información recopilada en el componente social, se definen unas estrategias de preservación, restauración y uso sostenible, con el fin de gestionar el suelo y recuperar las dinámicas ecológicas en la zona de ribera de la quebrada.

En el informe final de la quebrada, se estipularon como estrategias de preservación, que básicamente, es delimitada por la envolvente hidrológica: proyectos o programas encaminados a la conservación los nichos biológicos y corredores ecológicos; valoración particular de casos de viviendas o infraestructura que se encuentren dentro de esta zona, para una potencial reubicación en función de la situación geográfica del predio o infraestructura respecto a la envolvente hidrológica; establecimiento de medidas de restricción parcial o total, según sea el caso, a la ocupación e intervención humana con infraestructura en la zona de preservación; adopción como zonas de prioridad a la preservación, de aquellas que puedan ser susceptibles a la erosión, sea el caso de orillas o laderas, complementado con medidas de prevención y control necesarias según las particularidades de cada caso; y permitir la implementación de infraestructura de servicios públicos, parques lineales e infraestructura de movilidad, en la medida de lo posible con carácter sostenible, que se fundamenten en estudios y diseños técnicos previamente concertados con Cornare.

Por otro lado, como estrategias de restauración, que se delimitan de acuerdo a la envolvente ecosistémica, se definieron: reforestación con especies nativas; rehabilitación de áreas degradadas

por actividad humana; rehabilitación de áreas erosionadas, dando manejo a este evento en orillas y laderas; actividades enfocadas en la educación ambiental; uso de viveros transitorios integrando a la comunidad; e infraestructura que permita la convivencia de la comunidad con la biodiversidad de la ronda hídrica.

Finalmente, dentro de las estrategias de uso sostenible, que son aquellas zonas que no fueron definidas como preservación o restauración, se establecieron: mejorar prácticas agrícolas; reducción de uso de agroquímicos; evitar la labranza intensiva del suelo; zonas de recreativas que propicien el ecoturismo; se permite la intervención o mejoramiento de infraestructura ya existente sin tener ampliaciones que aumenten el porcentaje de ocupación; además de las actividades permitidas con base en la zonificación generada en la zona urbana, allí se deberá propender por la utilización de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en los desarrollos urbanísticos e infraestructura vial, evitando al máximo la ocupación del cauce de la quebrada La Pereira; e implementación de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenibles (SUDs) enfocados al amortiguamiento de picos de caudal en partes altas y medias de la cuenca de La Pereira.

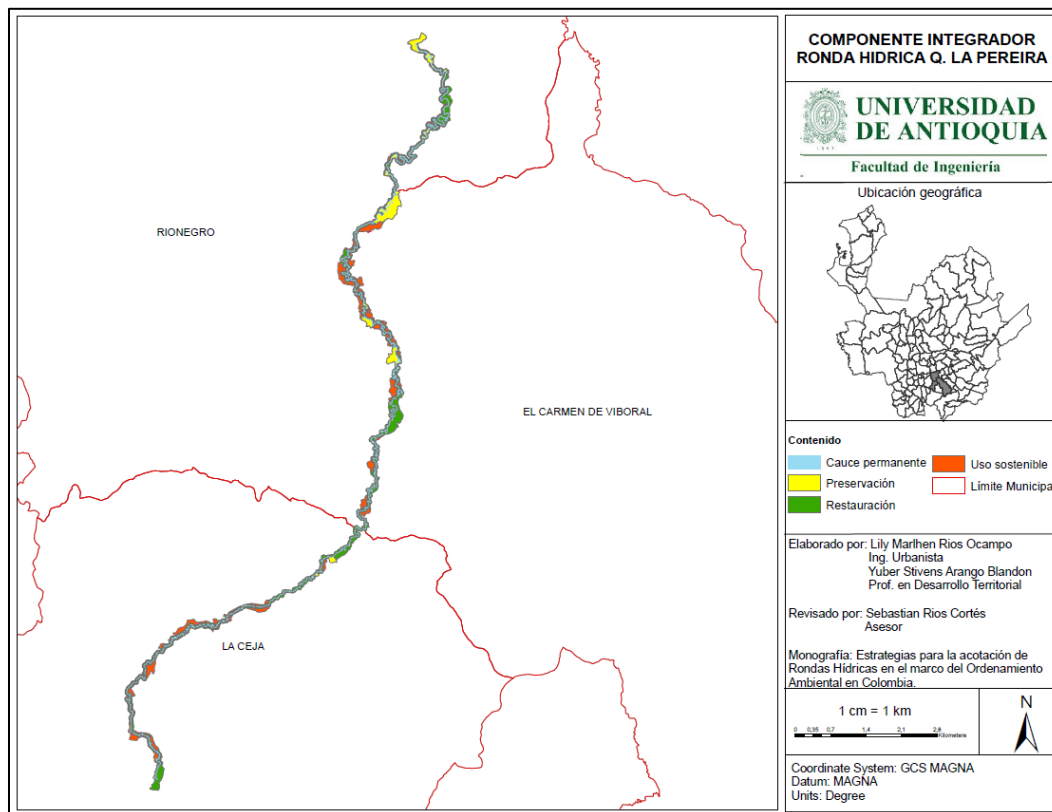


Ilustración 6. Delimitación de usos en la ronda hídrica de la quebrada La Pereira

Conclusiones

En términos generales, se reconoce la necesidad de establecer una franja contigua a las fuentes hídricas, que permita el desarrollo de la dinámica de los cuerpos de agua sin afectar las poblaciones, en el análisis se identificó que la normatividad colombiana presenta limitantes al momento de determinar el acotamiento de las rondas hídricas, y su posterior regulación mediante la definición de usos del suelo e incorporación en los instrumentos de planificación de las entidades territoriales.

Entre las metodologías estudiadas, la más básica es la de Cortolima que define una jerarquización de las fuentes basado en la suma de afluentes que recibe la misma para con base en esto definir un retiro no mayor a 30 metros, las metodologías de Conorte, Cundinamarca y Cornare trabajan sobre los mismos factores, difiriendo en los instrumentos utilizados para las modelaciones y la obtención de curvas y batimetrías para el DEM, se resaltan aspectos que no están contenidos explícitamente en la guía del Ministerio, pero que en la aplicación se están implementando, estos son: el factor de control por contaminación que traía el acuerdo 251 de 2011 y el análisis básico predial de la metodología de Cundinamarca.

Si bien la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente en el año 2018 unificó los criterios, con el fin de que cada autoridad ambiental pudiera delimitar las rondas hídricas bajo los mismos parámetros, está se vuelve inviable logística y económicamente, debido a la escala de detalle que se propone para todos los cuerpos de agua, sin discriminar su capacidad o importancia ecosistémica. Así mismo, la incorporación del concepto de un buffer de 30m como ronda hídrica, es insuficiente, máxime cuando en muchos casos esta zona de protección es mucho mayor, y más aún, cuando el área mayor a 30 m es considerada como una zona aferente, que también es categorizada como protección. Esto genera una gran problemática no solo para las autoridades ambientales, sino también para las entidades territoriales, puesto que es una ley que, además, es determinante ambiental para el ordenamiento territorial.

En cuanto a la delimitación de la ronda hídrica de la quebrada la Pereira, desde su envolvente geomorfológica, se encuentran ambigüedades para la definición y determinación del concepto de geofoma. Así mismo, para la determinación de la envolvente hidrológica, se realiza

el análisis a nivel de cuenca, calculando la precipitación con el método de los polígonos de Thiessen, sin especificar la escala y tamaño de los polígonos delimitados, sugiriendo que la precipitación es la misma al interior de cada polígono, situación que genera distorsión en la información capturada, motivo por el cual, algunos especialistas han definido este método como obsoleto, sugiriendo otros métodos más efectivos para esto.

En los componentes hidrológico y geomorfológico los resultados de los cálculos en el estudio de caso, pueden variar de acuerdo con las metodologías de modelación e interpolación de los datos, aunque existen varios aplicativos y funciones la guía no esclarece cual será la mejor para que las entidades realicen los estudios y el resultado será el que se obtenga a través de la priorización y las matrices que construyan los contratistas, además, los estudios deben incluir estrategias para la recuperación ecológica de las fuentes hídricas y definir los criterios del establecimiento de los usos de la ronda hídrica más allá de definirlo como la suma de los envolventes hidrológico, geomorfológico y ecosistémico.

A modo de cierre, se pudo observar en el componente social, que la ausencia de control y presencia institucional, y la falta de conciencia ambiental, han marcado un hito importante para el deterioro y degradación ecosistema en torno a la zona ribereña de la quebrada La Pereira, situación que se ve reflejada en el conflicto de usos identificado en estas zonas y que debe ser saneado mediante los POT de los municipios, la actualización de los POMCAS y los planes de gestión integral del recurso hídrico (PGIRH).

Referencias

- Barrios, A., & Guzmán, C. (2015). *ESTADO DEL ARTE DE LAS METODOLOGÍAS PARA DELIMITACIÓN DE RONDAS HÍDRICAS EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL Y LOCAL*. Bogotá.
- Carvajal, J. H. (2012). *Propuesta de estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia*. Bogotá.
- Chellaiah, D., & Kuglerová, L. (2021). Are riparian buffers surrounding forestry-impacted streams sufficient to meet key ecological objectives? A Swedish case study. *Elsevier*.
- Cornare. (10 de Agosto de 2011). Acuerdo 251. El Santuario.
- Corponor. (2011). Cuenca del Río Pamplonita. Cucuta.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2015). Guía metodológica para la delimitación de zonas de ronda en la jurisdicción de la CAR. Bogotá.
- Cortolima. (2015). Resolución 3793. Ibagué.
- Daza, O., & Sanabria, R. (2008). Identificación de conflictos de uso de suelo en rondas hídricas: herramienta para manejo ambiental. Caso de estudio municipio de Paipa*. *Perspectiva geográfica*.
- Eishoei, E., Miryaghoubzadeh, M., & Shahedi, K. (2022). A novel knowledge base method in Riparian Buffer Zone (RBZ) delineation with remote sensing imagery. *Elsevier*.
- Lara, A., Laterra, P., Manson, R., & Barrantes, G. (2013). Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y El Caribe. Valdivia, Chile: Imprenta América.
- Meli, P., Benayas, J. M., Carabias, J., Ruiz, L., & Ramos, M. M. (2013). *Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe: Restauración de los ecosistemas ribereños y sus servicios ecosistémicos: meta-análisis global y un estudio de caso en Chiapas, México*. Valdivia, Chile.
- Ministerio de Ambiente. (2018). Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente. (2020). Circular 8000-2-1322. Bogotá.
- Ortega, J., Becerra, D., & Camargo, W. H. (2021). *Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia*. Bogotá.

- Perico, J. H. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía Geomorfológica en Colombia*. Bogotá.
- Politécnico JIC. (2020). Delimitación de ronda hídrica de la quebrada La Pereira.
- Quintero, A. R. (2014). *Implementación de un sistema de información geográfica para la delimitación de rondas hídricas – Colombia*. Quito.
- Republica de Colombia. (1974). Decreto 2811. Bogotá.
- Republica de Colombia. (2011). Ley 1450. Bogotá.
- Republica de Colombia. (2011). Ley 1454. Bogotá.
- Republica de Colombia. (2017). Decreto 2245. Bogotá.
- Rodríguez, E. V., Alejandra, C. G., Diana, C. G., & Libardo, F. A. (2015). *Ordenamiento territorial como instrumento, para la zonificación ambiental a través de la Estructura Ecológica Principal, como apoyo a la formulación de los POTs y los POMCAS en Colombia*.
- Valdés, J., Castro, C., Pérez, H., & Escobar, J. (2017). Procesos de Geoprocesamiento en la Espacialización de Servicios Ecosistémicos en Áreas de Interés Local, Caso de Estudio: Cuenca la Presidenta. *Ingenierías USBMed*.
- Vásquez, C. L. (2019). *Estudio comparativo del componente hidráulico en la determinación de la ronda hídrica, desde las perspectivas nacional e internacional*. Medellín.