

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA RIBERA EN EL
PIEDEMONTÉ DEL DEPARTAMENTO DEL META, COMO
HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL Y REGIONAL.**

DIANA PAOLA OSORIO RAMÍREZ

Bióloga

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE
VILLAVICENCIO**

2017

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA RIBERA EN TRES CUENCAS DEL
PIEDEMONTES DEL DEPARTAMENTO DEL META, COMO HERRAMIENTA DE
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL Y REGIONAL.**

DIANA PAOLA OSORIO RAMÍREZ

Bióloga

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Magister en
Gestión Ambiental Sostenible

Director:

Clara Inés Caro Caro

Bióloga. MSc Ecología

(c) PhD. en Ciencias Agrarias

Codirectora

Johanna Isabel Murillo Pacheco

Bióloga con énfasis en ecología.

PhD. Biodiversidad y Conservación

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE
VILLAVICENCIO**

2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de programa

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Villavicencio, _____

A mi esposo, padre, hermano y a Fabiola
por el apoyo constante e incondicional y por incentivarme
para continuar pese a las adversidades. A mi madre
que me acompaña desde el cielo,

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por presentarme este trabajo de grado como un medio, para que yo reconozca que sus obras, planes e inspiraciones son inconfundibles (Lección No 57). Amen.

Al Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana, en cabeza del profesor Marco Aurelio Torres Mora, por permitir el uso de la información generada en los convenios 5211592 y DHS 169-09, suscritos entre Ecopetrol y la Universidad de los Llanos.

A la Maestría en Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de Los Llanos, en cabeza de la profesora Sandra Liliana Parada, por mi formación como magister y el aporte didáctico y de recursos que hizo posible el desarrollo de este trabajo de grado.

A la profesora Clara Inés Caro Caro, por su acompañamiento y asesoría en el desarrollo de esta investigación.

A la doctora Johanna Murillo por la asesoría permanente y valiosos aportes, que hicieron de este trabajo una tarea más sencilla.

Al ingeniero Oscar Díaz por su apoyo profesional y asesoría en el procesamiento de la información cartográfica y construcción de las salidas gráficas.

A Paola Garzón, Nidia Clavijo, Andrés Zárate, Paula Andrea Duarte, Alberto Buitrago, Ana María Oliveros y todas aquellas personas que colaboraron de una u otra forma en la elaboración del presente trabajo y en los procesos para la culminación del mismo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. OBJETIVOS.....	9
4.1 Objetivo general	9
4.2 Objetivos específicos	9
5. MARCO REFERENCIAL.....	9
5.1 Ribera y su delimitación	9
5.2 Bosques de ribera	11
5.3 Índices para determinar el estado de las riberas de los sistemas acuáticos.....	12
5.3.1. Antecedentes el índice de calidad de ribera - QBR	17
5.4 Antecedentes normativos.....	18
5.4.1 Instrumentos de planificación y administración para las zonas de ribera	19
6. METODOLOGÍA	25
6.1 Área de estudio	25
6.2 Estaciones de muestreo.....	26
6.3 Vegetación de piedemonte y coberturas y uso del suelo.....	28
6.3.1 Descripción de la vegetación de ribera de piedemonte	28
6.3.2 Descripción de la cobertura y uso de la tierra en las cuencas de interés. ...	28
6.4 Delimitación de la zona de ribera o faja paralela.....	29
6.5 Índice de calidad de ribera - QBR.....	30
6.6 Comparación del índice de calidad de ribera <i>in situ</i> versus <i>ex situ</i> y su relación con el uso del suelo en las cuencas de interés.	35

6.7	Lineamientos para la gestión	35
7	RESULTADOS.....	37
7.1	Caracterización de la vegetación ribereña	37
7.2	Cobertura y uso de la tierra de las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y del Caño Quenane	38
7.2.1	Cobertura y uso de la tierra de las riberas (30 m a lado y lado) de los cauces de los ríos Orotoy y Ocoa y del Caño Quenane	42
7.3	Índice de Calidad de ribera – QBR	48
7.3.1	Estaciones evaluadas	48
7.3.2	Aplicación de QBR en cuencas de piedemonte	50
7.4	Comparación del índice de calidad de ribera <i>in situ</i> versus <i>ex situ</i>	52
7.5	Calidad de ribera versus cobertura y uso del suelo	58
8	DISCUSIÓN.....	62
9	CONCLUSIONES	65
10	RECOMENDACIONES.....	67
11	PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL	69
	ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de componentes, variables y formas de obtención de la información, de algunos de los índices propuestos, para calcular el estado de calidad de las riberas de los ecosistemas acuáticos.	15
Tabla 2. Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos y/o implementados que influyan en las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane,	

para la delimitación de las rondas hídricas y zonas de protección de corrientes, para la conservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico.....	22
Tabla 3. Identificación de aciertos, errores, vacíos y complementos entre los instrumentos de planificación y administración asociados a la protección de las riberas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane.	24
Tabla 4. Rango altitudinal de los cauces objeto de estudio.....	26
Tabla 5. Estaciones de muestreo propuestas para calcular el estado de calidad de ribera de cauces de piedemonte.....	27
Tabla 6. Rangos de calidad de ribera (QBR).	34
Tabla 6. Especies introducidas reportadas para el piedemonte del Meta.	38
Tabla 9. Leyenda de coberturas vegetales y uso del suelo para las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane para el año 2014. Escala de trabajo 1:25.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015. .	40
Tabla 10. Coberturas vegetales y uso del suelo en Buffer de 30 m, para las riberas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane para el año 2014. Escala 1:25.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015. .	44
Tabla 11. Estaciones donde se evaluó el estado de calidad de ribera de cauces de piedemonte del Meta.	48
Tabla 12. Valores de cada sección y del total del QBR <i>in situ</i> , para los 34 sitios de muestreo y clasificación del nivel de calidad.....	51
Tabla 13. Valores de cada sección y del total del QBR <i>ex situ</i> , para los 34 sitios de muestreo y clasificación del nivel de calidad.....	52
Tabla 14. Comparación del QBR entre cuencas. Prueba LSD Fisher Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).	54
Tabla 15. Prueba T entre valores calculados <i>in-situ</i> versus <i>ex-situ</i> dentro de cada cuenca.	54
Tabla 16. Comparación por componente del índice QBR entre cuencas. Prueba LSD Fisher Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). .	55
Tabla 17. Uso de suelo y valor del índice QBR por estación de muestreo.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación de la ribera.....	11
Figura 2. Ubicación geográfica de las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane.	25
Figura 3. Esquema de delimitación del ancho del cauce a partir de análisis multitemporal.	29
Figura 4. Elementos por evaluar en la sección grado de cobertura riparia.	31
Figura 5. Elementos por evaluar en la sección estructura del bosque.....	32
Figura 6. Elementos por evaluar en la sección grado de naturalidad del lecho del río.....	32
Figura 7. Elementos por evaluar en la sección calidad de la cobertura.	33
Figura 8. Metodología para diseñar lineamientos de gestión ambiental de riberas.....	36
Figura 10. Ganadería extensiva, en Pastos limpios manejados A). Río Ocoa (Estación Oc11), vereda El Guamo, municipio de Villavicencio. B). Río Orotoy (Estación Or10), vereda Dinamarca, municipio de Acacías. Fecha: octubre de 2016.....	43
Figura 11. Cobertura cultivos permanentes. Cultivo de palma de aceite en la ribera del río Orotoy, en la vereda El Triunfo, municipio de Acacías. Fecha: diciembre de 2010.....	46
Figura 12. Bosque de galería. A). Estación Q5, Caño Quenane, vereda Rincón de Pompeya, municipio de Villavicencio. B). Estación Or14, río Orotoy, vereda Dinamarca, municipio de Acacías. Fecha: octubre de 2016.....	46
Figura 13. Bosque denso estación A). Estación Oc1, río Ocoa Vereda San Luis de Ocoa municipio de Villavicencio. B). Estación Or1, río Orotoy Vereda El Retiro, municipio de Guamal. Fecha: octubre de 2016.	47
Figura 14. Cobertura áreas artificializadas, uso habitacional, en la ribera del río Ocoa. A). Estación Oc2 barrio Porfía. B). Estación Oc4 barrio La Rosita. Fecha: octubre de 2016.	47
Figura 15. NMDS similitud con Bray-Curtis de los puntos de muestreo de las cuencas del piedemonte con los componentes del índice QBR.	56
Figura 16. Estaciones de muestro con el nivel de calidad de vegetación ribereña calculado <i>ex situ</i>	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acciones propuestas en cada uno de los instrumentos que intervengan en la protección de las riberas para el piedemonte del departamento del Meta.....	76
Anexo 2. Formato para la calificación del índice QBR. Tomado de Munné et al (2003). ..	88
Anexo 3. Descripción de la estructura de la vegetación de ribera de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane.....	90
Anexo 4. Composición florística de bosques de galería del piedemonte del Meta.	97
Anexo 5. Especies amenazadas, casi amenazadas y con preocupación menor reportadas para bosque de galería de piedemonte del Meta.....	101
Anexo 6. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Orotoy para el año 2014, escala 1:25000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015.....	102
Anexo 7. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa para el año 2014, escala 1:25000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015.....	103
Anexo 8. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del caño Quenane para el año 2014, escala 1:25000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015.....	104
Anexo 9. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016 en la cuenca del río Orotoy. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.	105
Anexo 10. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016, en la cuenca del río Ocoa. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.	108
Anexo 11. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016, en la cuenca del caño Quenane. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.....	110

INTRODUCCIÓN

La zona ribereña incluye el área inmediata a un arroyo o río, que se caracteriza por poseer una elevada humedad del suelo, sufrir periódicamente inundaciones y ser una estructura biofísica, que establece una matriz ecológica y cultural compleja (Décamps, Naiman y McClain, 2009). Las riberas generalmente presentan vegetación boscosa, la cual recibe el nombre de bosque de galería o de ribera. Este puede ser tan ancho como las condiciones naturales lo permitan, o desde el punto de vista de la gestión, la delimitación administrativa de las riberas está asociada a las particularidades normativas impuestas por la sociedad impone sobre los sistemas fluviales (Magdaleno-Mas, 2013), para garantizar sus funciones ecológicas. Es reconocido, que la vegetación ribereña es importante porque forma parte esencial de los ecosistemas fluviales (Chara, Pedraza, Giraldo e Hincapié, 2007; Valle, Buss y Baptista, 2013; Pedreros, Guevara-Mora, Urrutia y Stehr, 2016). Es una zona de ecotono entre el medio acuático y el medio terrestre (Elosegi y Díez, 2009), que recibe la influencia de ambos y que constituye un espacio compartido para el ciclo del agua, de los sedimentos y de los nutrientes (Vigiak et al, 2007; Sepúlveda-Lozada, 2009; Cruz, Guerra y Etchevers, 2013).

En la Orinoquia colombiana, los bosques, en general, se encuentran afectados por diferentes actividades agrícolas, industriales y el crecimiento urbano, que han propiciado la degradación y deforestación de zonas boscosas (Rangel, Sánchez, Lowy, Aguilar y Castillo, 1995; Etter, 2015). Por ejemplo, para el departamento del Meta, se argumenta que se deforestan hasta 30.000 ha de bosque por año¹. Esta pérdida de cobertura vegetal se convierte en un riesgo, especialmente, en las riberas de los cuerpos de agua que desempeñan funciones vitales como: reducción de la erosión, amortiguar las crecidas e inundaciones y proporcionar alimento y hábitat a la fauna asociada (Balvanera, 2012). Dichas funciones, hacen de los bosques de ribera elementos claves para la calificación del estado ecológico de los ríos e indicadores adecuados, con los cuales se puede emprender medidas de mitigación y conservación para la gestión del territorio, como

¹ Según lo publicado el 28 de octubre del 2016, en el artículo: En el Meta deforestan hasta 30.000 hectáreas de bosque al año. <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/deforestacion-en-el-meta-37836>.

lo reportan Fajardo Johnston-González, Neira, Chara, Murgueitio, (2009), Suárez et al. (2002) y López (2015).

Minorta- Cely y Rangel-Ch (2014) clasifican el piedemonte como una unidad fisiográfica con nueve tipos de vegetación, de las cuales siete están clasificadas en peligro, una vulnerable y una con baja preocupación, con estado de intervención alta y media. Cifras que reflejan la fragmentación del hábitat y la pérdida de coberturas vegetales originales. Esto, producto de ser una zona de colonización importante, que alberga las ciudades más pobladas de la región, con modelos agroindustriales y de explotación petrolera, que implican fragmentación del hábitat (Correa, Ruiz y Arévalo, 2006).

La disminución de la vegetación presente en el piedemonte, rompe la conexión entre los bosques de montaña, de piedemonte y de altillanura y el soporte que estos brindan, a gran cantidad de especies de animales acuáticos y terrestres y a las orillas de los ríos como por ejemplo los ríos Guayuriba y Guatiquía. Esta pérdida de cobertura se ve reflejada en cuencas pequeñas como la de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane, cauces tributarios de la cuenca alta del río Meta, zona que ha sido referenciada y propuesta como de importancia y prioritaria para la conservación (ANH, IAvH, TNC e IDEAM, 2007; Andrade y Corzo, 2011), en la que se pueden implementar mecanismos complementarios para la conservación *in situ* dentro de la planeación territorial (Corzo, 2011).

El principal propósito de este proyecto de grado fue evaluar el estado actual de la calidad de las riberas de tres cuencas, de interés ambiental del piedemonte del Meta, con el fin de proponer lineamientos de gestión ambiental de las cuencas y sus ecosistemas boscosos. Estos resultados se convierten en insumos claves y una herramienta de alerta temprana para los actores y autoridades ambientales, que toman decisiones en la planificación y gestión integral de los recursos naturales, en el ámbito local y regional.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El bosque de ribera tiene gran importancia en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas fluviales (Elosegi y Díez, 2009). Algunos estudios muestran la importancia de la vegetación ribereña y la interacción con las comunidades acuáticas (Mancilla, Valdovinos, Azocar, Jorquera y Figueroa, 2009; López-Delgado, 2013; Vásquez- Ramos Guevara-Cardona y Reinoso-Flórez, 2014), con las comunidades terrestres (Cáceres y Urbina, 2009) y con la calidad del recurso hídrico (De Souza, Fonseca, Libório, y Tanaka, 2013; Tanaka, Teixeira de Souza, Moschini y Kannebley de Oliveira, 2016). Meza, Días y Walteros, (2012) evidencian que áreas protegidas y provistas de vegetación ribereña presentan mejor estado de calidad del agua que las zonas sin vegetación, al influir sobre la dinámica de la vida que sucede dentro del río, al ejercer un papel fundamental en la cadena trófica de estos ambientes (Corbacho, Sánchez, Costillo, 2003). De esta forma, los bosques de ribera se constituyen en ecotonos entre ambientes acuáticos y terrestres con características singulares, que entre otros, desempeñan servicios ecosistémicos, por ejemplo de regulación (control de erosión, regulación climática e hídrica, depuración del agua, purificación del aire y mantenimiento de hábitat) favorables para el bienestar social (Magdaleno-Mas, 2013).

No obstante, su importancia ha sido ignorada y generalmente esta franja se encuentra altamente degradada (Ríos y Bailey, 2006), reflejado en la reducción de la cobertura vegetal, producto de la ocupación del suelo en términos de ampliación del perímetro urbanizable (Alonzo y González, 2010; Larsen, 2016) y del desarrollo de actividades agropecuarias. Estas actividades aumentan la pérdida de biodiversidad, la introducción de especies exóticas (Pennington et al., 2010; Da Silva et al., 2014; López, 2015), la erosión, la pérdida de productividad primaria y la disminución de la capacidad de infiltración, efectos que evidencian la vulnerabilidad de la calidad de los recursos hídricos, ante estos disturbios potenciales, para el bienestar social.

Originalmente, el piedemonte de la Cordillera Oriental vertiente oriental era un sistema continuó y muy boscoso (Bates, 1948) que se abría en galerías, sobre los abanicos aluviales de Villavicencio, que se constituye como una zona de transición ecológica entre bosques montanos y sabanas de altillanura, abastecida por numerosas redes hídricas que drenan

de la vertiente oriental de la cordillera (op.cit.). Sin embargo, el piedemonte se ha transformado por constituirse, desde la década de los 50's, como la principal fuente de abastecimiento de madera y por ser la zona donde se han establecido los principales centros de desarrollo agrícola y pecuario de la región desde los años 80 (Gonzáles, Guillot, Miranda y Pombo, 1989) y posteriormente por la ampliación de asentamientos urbanos y las actividades asociadas a la exploración, extracción y producción de hidrocarburos.

En el departamento del Meta, los ríos de piedemonte suelen estar bordeados por bosques de galería, últimos remanentes de la franja de bosque o selva casi continua que los cubría (Ramírez-Gil, Ajiaco-Martínez y Lasso, 2014), que comprende una zona de transición ecológica entre bosques montanos, amazónicos y sabanas de altillanura (IGAC, INDERENA y CONIF, 1984; Fernández et al, 2010). Estos bosques, permiten la interconexión de elementos faunísticos y surten de recursos energéticos las corrientes que bajan de la cordillera. Sin embargo, estos bosques han experimentado cambios estructurales y funcionales acelerados como respuesta a la intervención humana en la región (Gonzáles et al., 1989; IGAC, 1991; Lasso et al., 2011; Briceño, 2015).

Varios estudios, por ejemplo ANH et al. (2007), Lasso, Usma, Trujillo y Rial (2010) y Andrade y Cardozo (2011), han establecido como áreas prioritarias para la conservación, la zona alta de la cuenca del río Meta, especialmente áreas asociadas a los sistemas hídricos. No obstante, se carecen de estudios que den una estimación del estado de los bosques ribereños, teniendo en cuenta que el departamento del Meta, en el 2015, ocupó el primer puesto entre los departamentos con mayor área deforestada (15.369 ha)².

Ahora bien, las comunidades asentadas en las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane, han manifestado su preocupación por el deterioro de estas cuencas, que han perdido área de bosques (Caro, Torres y Ramírez, 2011 y Osorio-Ramírez, Díaz-Celis, Caro-Caro y Duque-Cabrera, 2015). En la cuenca del río Orotoy el bosque ocupa el 12,6% del área de la cuenca, en el río Ocoa el 21,03% y en el caño Quenane el 12%. Por lo que

² Según lo publicado el 21 de abril del 2016, en el artículo: Los siete puntos de mayor deforestación en Colombia. <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/los-siete-puntos-de-mayor-deforestacion-colombia-articulo-628404>.

resulta pertinente, establecer el estado de las riberas de los cauces y proponer lineamientos de gestión, de acuerdo el contexto local y regional.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El índice de calidad de ribera sirve como herramienta para la gestión ambiental de las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane?

3. JUSTIFICACIÓN.

La transformación de los ecosistemas como resultado de actividades humanas, puede ser causada por múltiples factores que actúan en diferentes escalas de tiempo y espacio (Almeida et al., 2007). Así, los entornos naturales se han convertido en paisajes fragmentados por actividades como la agricultura, la ganadería y la extracción de recursos naturales, causas principales de afectación de la diversidad biológica (Sala et al., 2000) y motores directos de transformación, que reflejan la manera en que la sociedad se desempeña en el territorio (MADS y PNUD, 2014). De esta manera, las diferentes formas de apropiación de la tierra modifican el uso del suelo y por ende las coberturas, lo que implica cambios sustanciales en ámbitos políticos y de acción, con lo que se expresan las interdependencias entre las actividades humanas y los ecosistemas. En este contexto, se hacen necesarios procesos de planeación y diseño de acciones que aseguren el bienestar de la sociedad (MADS, 2012; Galán, Balvanera y Castellarini, 2013) y garanticen la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (MEA, 2005).

En Colombia, según el Decreto 1076 de 2015, en concordancia con el Artículo 3 del Decreto 1449 de 1977, son consideradas áreas forestales protectoras los 100 metros (m) alrededor de los nacimientos de fuentes de agua y una franja de al menos 30 m a partir de la cota máxima de inundación de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no. Estas áreas forestales protectoras, de acuerdo con el Artículo 204 del Decreto 2811 de 1974 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio

Ambiente, deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o plantados para la protección de los recursos naturales renovables.

El zonobioma húmedo tropical en la cuenca del Orinoco ocupa 10.268.991 hectáreas (ha), del cual el 0,8% corresponde a Zonobioma Húmedo Tropical (ZHT) del Piedemonte del Meta (Romero, Galindo, Otero y Armenteras, 2004) que presenta la mayor densidad de fragmentos (0,31 por km²) a nivel de bioma (MAVDT, 2010). El piedemonte del departamento del Meta, hace parte de la megacuenca de sedimentación de la Orinoquia, donde está la transición entre los ecosistemas de sabana y cordillera (Bates, 1948). Esta zona del piedemonte conserva relictos de bosque altamente diversos en riqueza de especies de plantas arbóreas y acuáticas (Murillo-Pacheco et al., 2016), por lo que se puede considerar como banco genético, encargado de la renovación y mantenimiento de los bosques de galería, además de área de refugio y protección de la fauna Orinocense y hábitat de la fauna Andina (Gobernación del Meta y IGAC, 2004).

Sin embargo, en la Orinoquia, en el periodo del 2000 al 2007 se perdieron 255.493 ha, con un promedio de deforestación de 36.499 ha/año (SIAC, 2011), donde el piedemonte con una alta tasa de deforestación, es uno de los ecosistemas más transformados (Wyngaarden y Fandiño-Lozano 2005; Correa et al., 2006; Etter, McAlpine, Pullard y Possingha, 2006), así, para el 2004 el piedemonte del departamento del Meta perdió 120.000 ha de bosque de ribera (Gobernación del Meta e IGAC, 2004). En general para el 2010, el departamento perdió 500.000 ha de bosque (CORMACARENA, 2011), condición que sigue en aumento, ya que para el año 2015 se reportó que el departamento del Meta ocupa el tercer puesto de área deforestada, con 15.369 ha, y el primer puesto con mayor concentración de alertas por deforestación.

Los bosques ribereños representan un papel importante en la regulación de los flujos hidrológicos, en la reducción de la sedimentación, son fuente de provisión de agua de mejor calidad, cumplen funciones ecológicas como corredores biológicos y sustentadores de la biodiversidad que adicionalmente, tienen valor paisajístico y turístico (Granados-Sánchez, Hernández-García, López-Ríos, 2006). No obstante, estos beneficios son difusos y no siempre son percibidos por la sociedad, aunque todos se benefician de alguna u otra forma. De esta forma el valor económico del bosque ribereño, desde un punto de vista de la gestión

sostenible de los ecosistemas naturales, es considerable, al ofrecer servicios ambientales que suponen un enorme ahorro en inversiones para el mantenimiento de los cauces (Arcos, Jiménez y León, 2006).

Para este estudio se consideraron las riberas de los ríos Orotoy y Ocoa y el caño Quenane, debido a su importancia ambiental. El río Orotoy al ser ordenador del territorio, como límite natural de cuatro municipios (Guamal, Acacías, Castilla La Nueva y San Carlos de Guaroa) y provee de agua al acueducto urbano de Guamal y a los rurales de algunas veredas de Guamal y Acacías, al igual que a áreas de cultivos ubicados en la zona media y baja de la cuenca. Además, de albergar una gran riqueza de peces ornamentales que han sido aprovechados por las comunidades locales (Caro et al, 2011). El río Ocoa, según el plan de ordenamiento territorial de Villavicencio del 2010, también está catalogado como el ordenador primario del territorio y ser una cuenca con un alto valor estratégico por su potencial hídrico, al ser fuente alterna de abastecimiento del acueducto municipal y a la vez receptor de vertimientos de aguas residuales en todo el municipio, al nacer y desembocar dentro del territorio (Acuerdo No 287 - POT Villavicencio). En cuanto a la microcuenca del caño Quenane, el 9% de su área hace parte de una reserva natural de la sociedad civil (Peñuela y Castro 2007), tener potencial para el avistamiento de aves (Márquez et al 2005), tener sectores para el disfrute de turistas y habitantes de la zona, a lo largo de su cauce y ser proveedor de agua para el desarrollo de actividades como piscicultura y la ganadería. (Alonso et al., 2012).

Las comunidades asentadas en las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane, hacen parte del piedemonte, con la misma dinámica de colonización y ocupación del territorio asociados a ganadería, cultivos de arroz, palma y actividades mineras (extracción a cielo abierto e hidrocarburos), además de ser muy receptivas y dispuestas a participar. Prueba de ello, su vinculación a proyectos como los realizados por la Universidad de los Llanos con Ecopetrol y el Instituto Alexander von Humboldt. Proyectos que se han generado por la preocupación de estas comunidades, respecto al deterioro de la integridad ambiental de estas cuencas, reflejado en la disminución de caudal y en la recurrencia de situaciones de riesgo como la pérdida de ladera por efectos de remoción en masa y amenaza por inundaciones en periodo de lluvias (Acuerdo No 07 - EOT Guamal, Acuerdo No 184 -PBOT Acacías, Acuerdo No 287 - POT Villavicencio), producto de la pérdida de la cobertura

vegetal. Situaciones que en conjunto afectan el recurso hídrico, la biodiversidad, el paisaje y la oferta de servicios ecosistémicos causados por el desarrollo de diferentes actividades antrópicas como ampliación del área para el cultivo de palma de aceite y de arroz, la ganadería, el crecimiento urbanístico, la extracción de material de cantera y la industria petrolera (FOXI, 2005; Gutiérrez, Pulido, García-Rubio, Rojas y García- Gómez, 2010; Guzmán et al., 2011; Caro- Caro, Torres-Mora y Ramírez-Gil, 2011; Alonso et al., 2012).

Las comunidades asentadas en estas cuencas, son usuarias y beneficiarias de los bienes y servicios ambientales que ofrecen los bosque de ribera, por lo que tienen un conocimiento ecológico local, que les permite ser co-gestoras o administradoras de los territorios, cada vez, que tengan en sus manos herramientas que permitan incidir como aliados en los espacios de participación de la institucionalidad ambiental y en el manejo y uso equilibrado de los recursos naturales (Cárdenas y Maldonado, 2013).

Por lo anterior, se propone implementar un índice que permita determinar el estado de las riberas, a nivel local (para cada una de las cuencas) y regional (el conjunto de cuencas en el piedemonte), al constituirse como componente fundamental para el conocimiento integral de las cuencas hidrográficas, que sea fiable, sencillo y que pueda ser implementado por las comunidades locales, como estrategia rápida y fácil de usar. Adicionalmente, que de información concreta para determinar alertas de estados de coberturas ribereñas en áreas donde su intervención es moderada o donde ha cambiado o desaparecido completamente. Con esta información se pueden identificar zonas que deben ser objeto de protección o de medidas de manejo especial y así, diseñar acciones y establecer responsabilidades en pro del funcionamiento de los ecosistemas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar la condición de la ribera en el piedemonte del Meta en los ríos Orotoy y Ocoa y el caño Quenane, mediante un índice de calidad, como base para su gestión ambiental a escala local y regional.

4.2 Objetivos específicos

- ~ Aplicar un índice de calidad de ribera, en los ríos Orotoy y Ocoa y el caño Quenane, como mecanismo de valoración de su estado.
- ~ Evaluar diferencias entre el cálculo del índice de calidad de ribera *in situ* y *ex situ*, y determinar su complementariedad.
- ~ Determinar la relación existente entre el índice ajustado de calidad de la ribera calculado *ex situ* y el uso del suelo en las riberas objeto de estudio.
- ~ Formular una propuesta de lineamientos de gestión ambiental a escala local y regional, para la recuperación y mantenimiento de los bosques ribereños del piedemonte del Meta, a partir de índice de calidad de ribera.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Ribera y su delimitación

Se entiende por ribera o faja paralela el espacio más adyacente al curso fluvial y funcionalmente conectado con el cauce (Camprodon, Ferreira y Ordíex, 2012). En Colombia, en el Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.3.2.3.4. Titulación de tierras, establece que para efectos de aplicación del artículo 83, letra d) del Decreto-ley 2811 de 1974 “se consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce

permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros es un bien inembargable e imprescriptible del Estado”, cuando el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), pretenda titular tierras aledañas a ríos o lagos, la autoridad ambiental competente deberá delimitar la franja o zona a que se refiere este artículo, para excluirla de la titulación.

Por otro lado, los terrenos de propiedad privada situados en las riberas de los ríos, arroyos o lagos, en los cuales no se ha delimitado la zona, cuando por mermas, desviación o desecamiento de las aguas, ocurridos por causas naturales, quedan permanentemente al descubierto todo o parte de sus cauces o lechos, los suelos que los forman no accederán a los predios ribereños sino que se tendrán como parte de la zona o franja a que alude el Artículo 83, letra d, del Decreto-Ley 2811 de 1974, que podrá tener hasta treinta (30) metros de ancho (*Decreto 1541 de 1978, Artículo 14*).

Además, en el Artículo 2.2.1.1.18.7, entre otros, establece informar a la autoridad ambiental competente en forma inmediata si dentro de sus predios o predios vecinos, o en aguas ribeñas, se producen deterioros en los recursos naturales renovables por causas naturales o por el hecho de terceros, o existe el peligro que se produzcan, y a cooperar en las labores de prevención o corrección que adelante la autoridad ambiental competente (*Decreto 1449 de 1977, artículo 8º*)

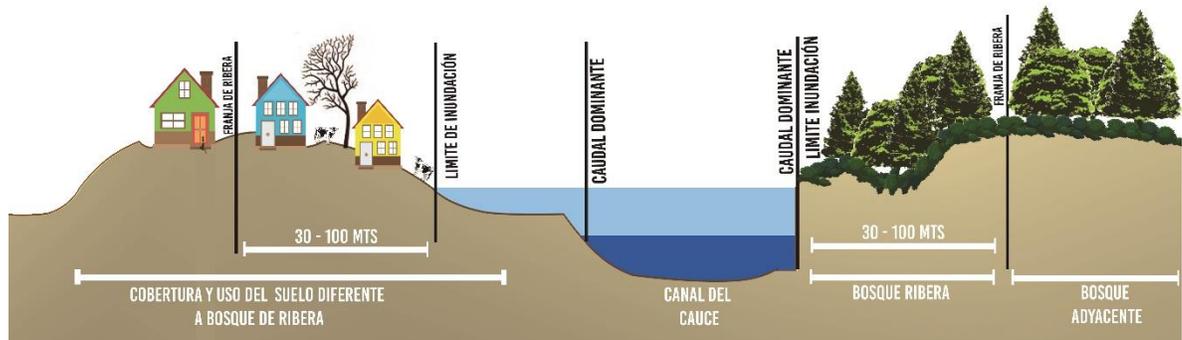
Para la delimitación de las riberas, en la Ley 1450 de 2011: Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, en su artículo 206 se establece que corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela 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 se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que especifique el gobierno nacional, que están en proceso de definición (Barrios y Guzmán, 2015).

Para una adecuada delimitación de la ronda hídrica y de la faja paralela se debe contar, entre otros requerimientos, con información como: levantamiento altiplanimétrico con precisión en la vertical de 20 cm o mayor precisión, imágenes LIDAR y sus correspondientes productos (modelo digital del terreno - MDT y modelo digital de superficie -MDS), series

hidroclimáticas, con registros superiores a 15 años, de estaciones localizadas en la corriente en estudio, con información sobre niveles y caudales diarios, bases de datos sobre inundaciones y niveles de las mismas (MADS, 2014).

Para su delimitación es importante tener claridad en:

- *Cauce natural*: Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias (artículo 11, Decreto 1541 de 1978).
- *Lecho*: Los depósitos naturales de agua, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efecto de lluvias o deshielo (artículo 11, Decreto 1541 de 1978).
- *Faja paralela*: Zona de terreno aledaña a ambos lados de un sistema lótico o léntico, paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros, el cual es un bien inembargable e imprescriptible del Estado (Figura 1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Delimitación de la ribera.

5.2 Bosques de ribera

Los bosques de ribera son aquellas formaciones boscosas que crecen en las márgenes de los ríos o en sus llanuras de inundación, donde las características del suelo, en especial el nivel freático tienen una amplia influencia por la dinámica fluvial (Elosegi y Díez, 2009). La

composición florística, como la estructura y disposición, varía progresivamente a lo largo del eje longitudinal del río, por lo que es posible diferenciar una vegetación característica de los tramos altos, medios y bajos.

Los bosques de ribera son ecotonos entre el ambiente acuático y el terrestre, con características singulares para el funcionamiento del sistema acuático. Proveen numerosos servicios ecosistémicos, proporcionan sombra, ayudan a regular la temperatura del agua y a mantenerla bien oxigenada. Adicionalmente, hacen las veces de filtro, al retener partículas y nutrientes que llegan por escorrentía, lo que tiene un efecto directo sobre la calidad del agua (Meza et al., 2012; De Souza et al., 2013; Tanaka et al., 2016). Pueden aumentar la cantidad de agua retenida durante las crecidas y disminuir su velocidad lo que limita la erosión en sus márgenes e inciden sobre la forma del cauce (Elosegi y Díez, 2009; Collantes, Castellanos, León y Tamaris-Turizo, 2014). También proveen materia orgánica como hojas, frutos, flores, recursos alimentarios para los organismos lóticos y ramas y troncos que aumentan la complejidad estructural, al favorecer la retención de partículas y la creación de nuevos hábitats. Los bosques de ribera ofrecen hábitats a especies que están ligadas a los ríos y a la vez actúan de corredores para el movimiento entre parches de vegetación en un paisaje fragmentado (Robert, Naiman, Bilby, Peter y Bisson, 2000; Granados-Sánchez et al., 2006).

Por las razones expuestas anteriormente, los bosques de ribera son elementos claves, a los que se les debe aplicar herramientas sencillas, a la hora de realizar diagnósticos, para la toma de decisiones, que permitan mantenerlos como elementos clave en la calidad de los ríos y su integridad biológica (Fernández, Rau y Arriagada, 2009).

5.3 Índices para determinar el estado de las riberas de los sistemas acuáticos

Pese a su importancia, las áreas ribereñas son ecosistemas amenazados por la pérdida de cobertura vegetal que afecta las funciones, servicios y bienes que proporciona. Por tanto, la importancia de tener herramientas que permitan realizar análisis, para cuantificar y calificar el estado de los sistemas ribereños, por lo que diferentes autores han propuesto metodologías, como por ejemplo:

- ~ **Índice Hidrogeomorfológico (IHG):** Propuesto por Ollero et al., (2008), es una herramienta que complementa índices de ribera no específicamente hidrogeomorfológicos. Permite valorar la calidad funcional del sistema fluvial, del cauce y de las riberas de los sistemas fluviales. Es un índice basado en las presiones e impactos antrópicos sobre los elementos, procesos y funciones hidrogeomorfológicas. Para su aplicación se requiere la participación de expertos en dinámica fluvial, tener conocimiento previo del sistema y realizar observaciones y mediciones sobre fotografía aérea actuales y antiguas o tener datos hidrológicos.

- ~ **Índice de Calidad de las Zonas Riparianas (RQI):** considera la estructura y dinámica de la zona riparianas en un contexto hidrológico y geomorfológico, considerando aspectos como la interconexión río-acuífero (González del Tánago, García De Jalón, Lara y Garilleti, 2006). Es funcional en cauces pequeños.

- ~ **Índice del Bosque de Ribera (RFV):** propuesto para ríos permanentes, fue desarrollado por Magdaleno, Martínez y Roch (2010). Este índice se centra en la evaluación de la integridad ecológica del bosque ripario, considerando entre sus componentes la continuidad longitudinal, la continuidad transversal, la complejidad del bosque de ribera y regeneración del bosque ripario. Dentro de la aplicación del RFV incluye la utilización de métodos de sistemas de información geográfica (SIG) y percepción remota, en particular la utilización de datos LIDAR. Sin embargo, señala la necesidad de realizar la validación de los datos en terreno.

- ~ **Índice de Calidad de Ribera (qualitat del bosc de ribera - QBR):** es un índice sencillo. Se centra en cuatro aspectos fundamentales: grado de cubierta vegetal de la zona riparia, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Estos aspectos se califican independientemente y generan un valor del estado del bosque como indicador de conservación y generador de servicios ambientales. Se debe tener en cuenta que para el cálculo del QBR, se consideran las dos márgenes del sistema lótico, como una única unidad (Munné, Sola, Rieradevall y Prat, 1998; Munné, Prat, Solà, Bonada y Rieradevall, 2003).

Algunos de estos métodos requieren el concepto de expertos en los temas, contar con registros históricos de información, tecnologías específicas, cubrir grandes áreas que requieren mayor esfuerzo y tiempo (Tabla 1), situaciones que limitan su uso. Sin embargo, índices como el QBR permiten dar un estado de la calidad de ribera, al valorar las condiciones de la ribera con elementos como cobertura riparia, calidad de la cobertura y estructura del bosque y las condiciones del cauce al valorar la naturalidad del cauce, de forma sencilla, rápida y práctica. Además, quien lo aplica, como mínimo debe tener claridad sobre algunos conceptos y reconocer las especies alóctonas presentes.

Tabla 1. Comparación de componentes, variables y formas de obtención de la información, de algunos de los índices propuestos, para calcular el estado de calidad de las riberas de los ecosistemas acuáticos.

	Índice de Calidad de Ribera (QBR) ¹			Índice Hidrogeomorfológico (IHG) ²			Índice de Calidad de las Zonas Riparianas (RQI) ³			Índice del Bosque de Ribera (RFV) ⁴			
	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención	
Condiciones de la ribera	Cobertura riparia	Cobertura	Terreno Fotointerpretación										
		Conectividad	Terreno Fotointerpretación	Conectividad transversal	Infraestructuras longitudinales permanentes o no permanentes	Fotointerpretación	Dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río	Extensión vegetación ribereña	Fotointerpretación	Continuidad transversal	Extensión de la vegetación arbórea y arbustiva	Tecnología LiDAR Fotointerpretación Terreno	
	Conectividad lateral de la ribera con el cauce						Inundabilidad de las orillas	Terreno Análisis multitemporal con imágenes					
	Estructura del bosque	Cobertura	Terreno				Composición y estructura de la vegetación riparia	Grupos funcionales presentes	Terreno	Complejidad del bosque	Composición y estructura de la vegetación	Tecnología LiDAR o Fotointerpretación Terreno	
		Cobertura arbustiva y helófitas	Terreno				Condición de las orillas	Vegetación en límite del bankfull	Terreno				
		Distribución de los árboles	Terreno				Regeneración natural de la vegetación riparia	Coexistencia individuos diferentes edades	Terreno	Regeneración del Bosque	Ejemplares jóvenes de especies arbóreas y arbustivas	Tecnología LiDAR o Fotointerpretación Terreno	
	Calidad de la cobertura	Número de árboles nativos	Terreno										
		Continuidad de la comunidad	Terreno Fotointerpretación	Continuidad longitudinal	Infraestructuras transversal recuperable o no recuperable	Fotointerpretación	Continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural	Cobertura arbórea y arbustiva	Terreno	Continuidad longitudinal	Cobertura arbórea y arbustiva autóctonos	Tecnología LiDAR ó Fotointerpretación Terreno	
		Construcciones	Terreno	Anchura, estructura y naturalidad	Anchura	Terreno							
					Presiones antrópicas	Terreno							
Presencia de comunidades introducidas	Terreno												

	Índice de Calidad de Ribera (QBR) ¹			Índice Hidrogeomorfológico (IHG) ²			Índice de Calidad de las Zonas Riparianas (RQI) ³			Índice del Bosque de Ribera (RFV) ⁴										
	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención	Componente	Variable	Forma de obtención								
Condiciones del cauce	Grado de naturalidad del lecho del río	Modificación del cauce (canalización)	Terreno	Naturalidad del régimen	Régimen de caudales	Hidrograma (datos aforos) y Fotointerpretación	Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario	Nivel de compactación de las orillas	Terreno	Determinación del nivel bankfull	Morfología de los caudales aluviales	Datos históricos								
				Disponibilidad y movilidad de sedimentos	Disponibilidad de sedimentos	Fotointerpretación														
					Movimiento de sedimentos	Fotointerpretación														
					Afluentes	Fotointerpretación														
				Estructuras rígidas	Terreno	Naturalidad del trazado y de la morfología en planta							Trazado de planta	Fotointerpretación Terreno						
													Cambios retrospectivos	Fotointerpretación						
		Estructuras transversales	Terreno			Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral							Estabilidad de orillas	Fotointerpretación						
				Dinámica lateral	Terreno															
				Funcionalidad de la llanura de inundación	Obstáculos en la llanura de inundación	Fotointerpretación														
		Grado de impermeabilización del suelo	Terreno																	
		Ventajas	Es un instrumento económico y de rápida aplicación. Es un índice que se puede adaptar a diferentes tipos de ecosistemas. Se utiliza en tramos de 100 m			Puede ser utilizado de forma completa o bien parcialmente, para evaluar en exclusiva funcionalidad, calidad del cauce o calidad de la ribera							Valora la calidad ambiental de las riberas a través de los procesos y la dinámica riparia			Es un índice adaptado a diferentes tipos de cauces y valles fluviales.				
		Desvent	Sin modificaciones, no es aplicable sobre los 1500 m de altitud.			Requiere la participación de expertos en dinámica fluvial Se emplea para tramo de 1 km							Requiere del establecimiento de condiciones de referencia			El RFV evalúa la integridad ecológica del bosque de ribera, por tanto, de forma directa no es un índice de calidad de la zona ribereña				

Fuente: 1.Munné et al., (1998); 2. González del Tánago et al., (2006); 3. Ollero et al., (2008); 4. Magdaleno, Martínez y Roch (2010).

5.3.1. Antecedentes el índice de calidad de ribera - QBR

El índice de calidad de ribera - QBR (qualitat del bosc de ribera = calidad del bosque de ribera) (Munné et al., 1998; Munné et al., 2003) se ha aplicado con buenos resultados en ríos españoles (Munné et al., 1998; Prat, Rieradevall, Munné, Solá y Bonada, 1999; Suárez y Vidal-Abarca 2000; Bonada et al., 2002; Suárez et al., 2002; Munné et al., 2003), portugueses (Moreira 2006), turcos (Tüzün y Albaryak, 2005) y norteamericanos (Colwell, 2007).

En América Latina se ha realizado aplicación y modificaciones del índice, como es el caso del Índice de la calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR –And) en ríos ecuatorianos y peruanos, situados sobre los 2000 msnm (Acosta, Ríos, Rieradevall y Prat, 2009), adaptado para comunidades arbóreas y para comunidades de pajonales de páramos y punas. Para bosques subantárticos, Kutscher, Brand y Miserendino (2009) proponen el Índice de Calidad de Bosques de Ribera para ríos andino-patagónicos (QBRp), caracterizados por la presencia de bosques monoespecíficos. Las modificaciones incluyen, el cambio del número óptimo de especies y un listado de especies arbóreas/arbustivas nativas y exóticas presentes en este tipo de bosques.

Peredo, Martínez, Parada, Quevedo y Olea (2012) en la cuenca del río Maipo, en Chile, desarrollaron un índice ripariano, basado en la adaptación de los índices QBR e IHG, en el que se incorporaron aspectos de los índices RQI, RFV, AusRivAs y RHS. En otros trabajos se han combinado el índice de calidad del bosque de ribera con otros índices, como es el caso de Palma, Figueroa y Ruiz (2009), quienes evaluaron la condición ecológica de la parte alta del estero Nonguén con la aplicación del índice de calidad de ribera (QBR) y el índice de hábitat fluvial (IHF). Gualdoni, Duarte y Medeot (2011) establecieron estados de calidad, en arroyos serranos del sur de Córdoba (Argentina), con la combinación del QBR con índices métricos de calidad biológica del agua. Villamarín, Prat y Rieradevall (2014) caracterizaron los ríos en la zona altoandina tropical de Ecuador y Perú mediante el uso de parámetros físico y químicos e hidromorfológicos (QBR, IHF, entre otros).

Aplicado por diferentes investigadores con el fin de dar una aproximación al estado de conservación de las riberas y ser información base para futuras investigaciones están los

estudios realizados por mexicanos como Rodríguez-Téllez et al. (2012) en Durán, en el río El Tunal, de gran importancia para los habitantes de la región, al ser una fuente fundamental para el abastecimiento de recursos hídricos para múltiples usos. En Chile, Fernández et al. (2009) aplican el índice en el río Maullín, de interés para la conservación al albergar asociaciones endémicas, y Carrasco et al. (2014) evalúan la efectividad del índice QBR como indicador ambiental en dos cuencas costeras al sur de Chile.

En Colombia, Torres (2007) diagnostica la calidad del agua, en la microcuenca Sancotea (Santander), con la combinación de índices de calidad del agua y el QBR. Bustamante – Toro, Marín-Villegas y Corredor-Coy (2011) aplican el QBR-And como una herramienta complementaria para valorar el estado de calidad ambiental en una quebrada del departamento del Quindío. Vásquez et al. (2014) aplica el índice QBR para relacionarlo como uno de los factores que influyen con la preferencia de hábitat de larvas de tricópteros y Posada y Arroyave (2015) implementan el índice QBR, para establecer la calidad del retiro ribereño en un tramo de la cuenca del río La Miel, para disponer de elementos para la formulación de estrategias de restauración ecológica.

Para el piedemonte se han realizado dos trabajos en los que se ha aplicado el índice QBR como lo proponen Munné et al. (1998) y Munné et al. (2003). Uno fue para el caño Quenane (Gutiérrez et al., 2010) para establecer la calidad del agua y el otro fue por Caro et al. (2011b) en la cuenca del río Orotoy, en la que encontró que el 82% de la cuenca presenta alteraciones fuertes con estado de mala calidad.

5.4 Antecedentes normativos

El primer antecedente respecto al a protección de las riberas, estuvo determinada por las políticas estatales agrarias y de desarrollo económico, que data de 1912 con la Ley 110, en la que se “...prohibía la tala y quema de bosques a los lados de los cuerpos de agua en una distancia menor a 50 metros, los cuales estuviesen situados en bosques nacionales o en terrenos baldíos...”. Otro marco normativo importante, fue el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección el Medio Ambiente (Decreto - Ley 2811 de 1974), en el que entre otras, se establece como bienes inalienables e imprescriptibles “Una

faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho”, además de las condiciones de explotación, ocupación y solicitud de autorizaciones.

Posteriormente, con la Ley 99 de 1993, en el título VI, se determinan las funciones de las CAR´s, entre ellas otorgar concesiones, permisos, autorizaciones o licencias ambientales requeridas por la ley, para el uso de los recursos naturales o actividades que puedan afectar el medio ambiente, ordenar y establecer normas para el manejo de cuencas hidrográficas, promover acciones para la mitigación del riesgo y promover programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación. Con el Decreto 2099 de 2016 se aclara la destinación de inversión forzosa del 1% en pro de la protección de las cuencas hidrográficas y recientemente, se establece el pago por servicios ambientales (Decreto 870 de 2017) con el fin de incentivar a la conservación, para el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos (como las riberas), a través de acciones de preservación y restauración.

5.4.1 Instrumentos de planificación y administración para las zonas de ribera

El ordenamiento ambiental territorial establece que las rondas hídricas son suelos de protección por su importancia ecosistémica o por el riesgo que conlleva su ocupación para la vida y bienes. Además, son áreas declaradas como elementos constitutivos naturales del espacio público (Ley 388 de 1997, Decreto 1504 de 1998 y Decreto 3600 de 2007). Sin embargo, haciendo caso omiso a la normatividad, bajo distintas modalidades (económicas, culturales y políticas), se ocupan y usan las rondas hídricas.

De los instrumentos se extrajeron las acciones propuestas en cada uno de los instrumentos, para el manejo, protección, conservación o delimitación de las rondas hídricas y zonas de protección de corrientes, para la conservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico (Tabla 2 y Anexo 1). De la información consultada, es importante resaltar que en los talleres realizados con las comunidades para la elaboración del Plan de Acción 2016 -2019 de Cormacarena (Cormacarena, 2016), entre otros, se identificó como alta la necesidad de

protección y mejoramiento de rondas hídricas, lo cual indica que es un tema reconocido como importante para las comunidades.

De los instrumentos revisados, solo el Plan de ordenamiento de Recurso Hídrico (PORH) del río Orotoy (UT Gestión ambiental y desarrollo y Cormacarena, 2011), carece de acciones específicas para la protección de las riberas de esta cuenca. El resto de los instrumentos, contienen acciones vinculadas, en algunos casos de forma implícita, en aras de su protección. Por ejemplo, del ámbito nacional, instrumentos como el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 - 2020 y las Metas AICHI (CDB y PNUMA, 2011) y la Política Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (MADS, 2012), proponen acciones en pro de la protección y conservación de la diversidad biológica y para salvaguardar los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, que si bien vincula las zonas de ribera de los cauces, carecen de programas o estrategias específicas en el tema.

Del ámbito regional, entre otros están el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2010 – 2019 (Cormacarena, 2010), el Plan de acción de Cormacarena 2016-2019 (Cormacarena, 2016), el Plan de Desarrollo Económico y Social del Departamento del Meta (Ordenanza No 902 de 2016), los Planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCAS) y la Visión Meta 2032: territorio integrado e innovador (DNP, 2011), en los que se proponen acciones más puntuales como la recuperación y conservación de áreas para mantener la oferta natural y para la preservación y recuperación de las fuentes hídricas, específicamente en zonas de nacedores, en los cauces abastecedores de acueductos, sin precisar o priorizar las cuencas de forma que se pueda hacer seguimiento al avance.

Del ámbito local están los instrumentos de ordenamiento territorial: para los municipios vinculados dentro del área de estudio, se establecen los anchos de retiros de ronda, que van desde los 30 m como mínimo, hasta los 200 m y los usos de suelo permitidos. El POT del municipio de Villavicencio (Acuerdo No 287 del 2015), para el río Ocoa, establece un retiro de 45 m donde los primeros 30 m serán destinados para la protección hídrica y los 15 m restantes para recreación pasiva y movilidad no motorizada; en este POT no se establece un criterio puntual para el caño Quenane o para los cauces menores. Para el caso del río

Orotoy, en el PBOT del municipio de Acacías (Acuerdo 184 del 2011), se establece un ancho de ronda de 50 m y en el EOT del municipio de San Carlos de Guaroa (Acuerdo No 20 del 2015), establecen un ancho entre 50 a 100 m a cada lado, para ríos de mayor caudal; para el caso de los EOT de Guamal (Acuerdo No 007 del 2000) y Castilla La Nueva (Acuerdo No 56 del 2000) se limitan a definir el uso del suelo permitido para la zona de ronda, pero carece de una definición específica en la que determinen el área mínima. Los planes o esquemas de ordenamiento territorial son el marco normativo de organización político administrativa del territorio, por ello, es importante su incorporación con los planes municipales de desarrollo, donde las acciones propuestas para el periodo 2016 – 2019 en los municipios de jurisdicción del área de estudio, están limitados a la adquisición de áreas de interés para acueductos municipales, para dar cumplimiento al artículo 111 de la ley 99 de 1993. Sin embargo, carecen de acciones que protejan las zonas de ronda a lo largo de los cauces, de forma tal que se estructuren corredores biológicos y así recuperar la funcionalidad del ecosistema ribereño, para generar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y mejorar la provisión de servicios ecosistémicos para satisfacer las necesidades humanas.

De estos instrumentos, en la Tabla 3 se identifican los aciertos, errores, vacíos y complementos, que sirven de base para diseñar líneas de gestión para la protección de las riberas del piedemonte del Meta.

Tabla 2. Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos y/o implementados que influyan en las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane, para la delimitación de las rondas hídricas y zonas de protección de corrientes, para la conservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico.

Instrumento	Norma	Cumplimiento del instrumento	Incidencia espacial		Año o Vigencia
Bosques con plan de ordenamiento forestal		NR	NR	-	NR
Áreas de reserva forestal protectora	Ley 2 de 1959	Resolución 2103 de 2012 - Por la cual se realindera el área de Reserva Forestal Protectora “Quebrada Honda y caño Parrado y Buque” y se toman otras determinaciones	Local o regional	Ocoa	2012
Cuerpos de agua o acuíferos con plan de ordenamiento del recurso hídrico.	Decreto 3930 de 2010*	PORH Acacias, Acaciitas y Orotoy	Regional	Orotoy	2011
		PORH río Ocoa Upín y Caney, Caños Buque, Maizaro , Iriqueé, Sibao, Camoa, Cural, Curalito, Seco y Caraño.	Regional	Ocoa	2011
Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas -POMCA	Decreto 1640 de 2012*	POMCA del río Guatiquía	Regional	Ocoa	2009
		POMCA del río Acacias – Pajure	Regional	Orotoy	2011
Ordenamiento Territorial	Ley 1454 de 2011	POT del municipio de Villavicencio	Local	Ocoa y Quenane	2015
		PBOT del municipio de Acacias	Local	Orotoy	2011
		EOT del municipio de Castilla La Nueva	Local	Orotoy	2000
		EOT del municipio de Guamal	Local	Orotoy	2000
		EOT del municipio de San Carlos de Guaroa	Local	Orotoy	2015
Instrumentos de planificación ambiental	Decreto 1200 de 2004*	Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR)	Regional	-	2010-2019
		Plan de acción – Cormacarena	Regional	-	2016-2019
Plan de desarrollo municipal	Ley 152 de 1994	PM de Villavicencio	Local	Ocoa Quenane	2016-2019
		PM de Acacias	Local	Orotoy	2016-2019
		PM de Castilla La Nueva	Local	Orotoy	2016-2019
		PM de Guamal	Local	Orotoy	2016-2019
		PM de San Carlos de Guaroa	Local	Orotoy	2016-2019
Plan de desarrollo departamental		Plan de Desarrollo Económico y Social del Departamento del Meta	Regional	Orotoy Ocoa Quenane	2016-2019

Instrumento	Norma	Cumplimiento del instrumento	Incidencia espacial		Año o Vigencia
Cuerpos de agua o acuíferos con declaratoria de reserva o agotamiento		NR	NR	-	NR
Cuerpos de agua priorizados para la definición de ronda hídrica.		NR	NR	-	NR
Adquisición de Áreas de Interés para Acueductos Municipales.	Artículo 111 de la ley 99 de 1993.	Proyecto: implementación de estrategias para la conservación del recurso hídrico para consumo humano en el departamento del Meta. Caracterización, determinación de zonas de importancia y amenaza que pueden afectar o contribuir en el soporte y conservación de los servicios ecosistémicos, sugerencia de compra predial y líneas estratégicas.	Local	Ocoa	2017
Pago por servicios ambientales	Decreto 870 de 2017	-	Nacional	-	2017
Otros instrumentos	-	Región administrativa y de planeación estratégica (RAPE)	Regional	-	2017
	-	Política nacional para la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémico (PNGIBSE)	Nacional	-	2012
	-	Plan estratégico para la diversidad biológica 2011 - 2020 y las metas Aichi	Nacional – Internacional	-	2011 -2020
	-	Plan nacional para la gestión del recurso hídrico - PNGIRH	Nacional	-	2010-2022
	-	Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco - Colombia	Regional	-	2005 -2015
	PNGIRH	Plan Estratégico de la Macrocuenca del Río Orinoco	Regional	-	2013
	-	Visión Meta 2032: territorio integrado e innovador	Regional	-	2032
	-	Visión de visiones del desarrollo sostenible de los Llanos Orientales	Regional	-	2030
	Resolución No 0470 del 28 de febrero de 2017	Programa “Bosques de Paz”	Nacional	-	2017

NR. No registra información

* Derogadas por el Decreto 1076 de 2015

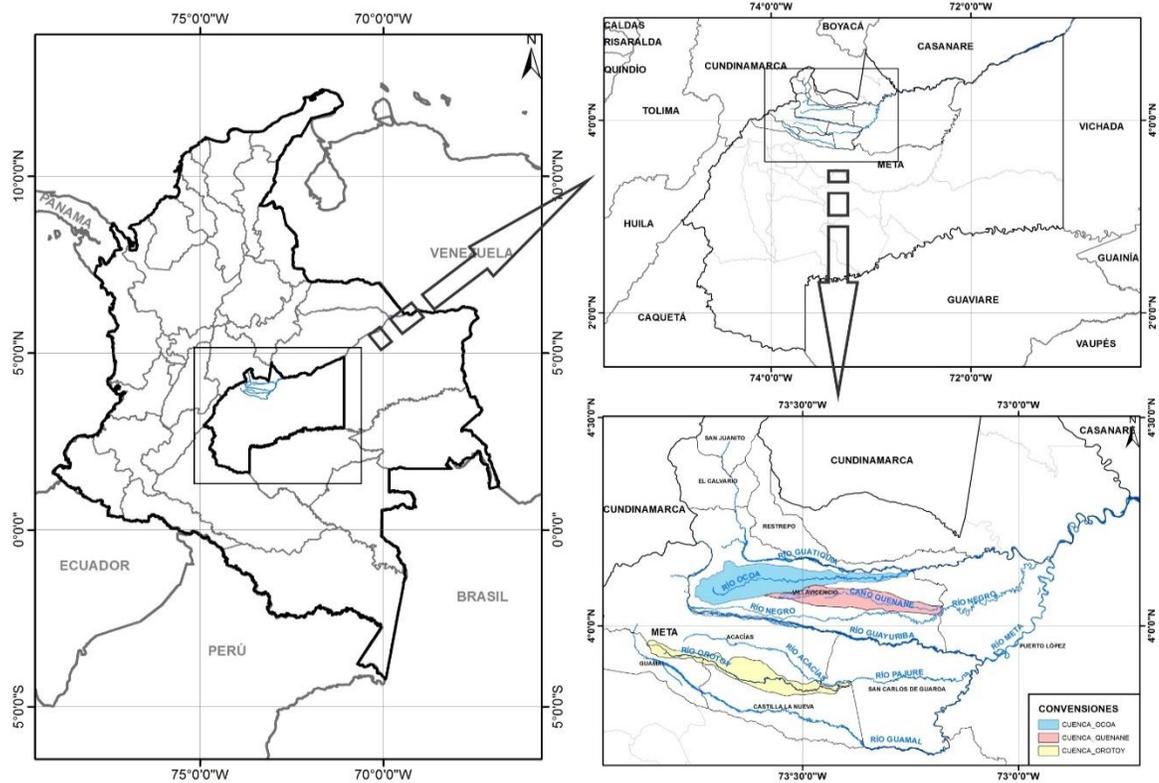
Tabla 3. Identificación de aciertos, errores, vacíos y complementos entre los instrumentos de planificación y administración asociados a la protección de las riberas de los río Orotoy y Ocoa y caño Quenane.

Cauce	Instrumento	Aciertos	Errores	Vacíos	Complementos
Río Orotoy	EOT Guamal	Declaran como ecosistema estratégico y de protección ambiental las cuencas de las fuentes proveedoras de aguas de los acueductos urbanos y rurales	Carece de la armonización de todos los instrumentos en pro de la protección de las zonas de ribera para la cuenca del río Orotoy	En los diagnósticos falta evidenciar la composición florística asociada de riberas. Lineamientos específicos para la protección de las rondas Si bien se establecen las riberas como áreas de protección ambiental, carecen de una delimitación precisa para su control y seguimiento. Estrategias de PSA para la protección de áreas de ribera	Proponen formular programas de protección y manejo para las áreas forestales protectoras de ronda de protección hídrica y relictos boscosos Recuperación de rondas hídricas como medida de contención ante fenómenos riesgo Propuestas de vinculación a la comunidad en programas ambientales
	PBOT Acacias				
	EOT Castilla La Nueva				
	EOT San Carlos de Guaroa				
	PDM Guamal				
	PDM Acacias				
	PDM Castilla La Nueva				
	PDM San Carlos de Guaroa				
	POMCA del río Acacias – Pajure				
PORH río Orotoy					
Río Ocoa	POT Villavicencio	Definición específica del área de ribera y determinación de los usos de suelo para el río Ocoa	Carece de la armonización de todos los instrumentos en pro de la protección de las zonas de ribera para la cuenca del río Orotoy	En los diagnósticos falta evidenciar la composición florística asociada de riberas. Lineamientos específicos para la protección de las rondas Propuestas de vinculación a la comunidad en programas ambientales Estrategias de PSA para la protección de áreas de ribera	Gestionar la caracterización de los caños y quebradas de las cuencas del municipio de Villavicencio Gestionar la recuperación de caños y quebradas
	Áreas de reserva forestal protectora	En el POT se reconoce e incluye la Reserva Forestal Protectora “Quebrada Honda y caño Parrado y Buque” Proponen adquirir y administrar predios para la conservación del recurso hídrico.			
	PDM Villavicencio				
	PORH río Ocoa				
	POMCA del río Guatiquía				
Caño Quenane	POT Villavicencio	NR	NR		
	PDM Villavicencio				

6. METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

En el departamento del Meta, el piedemonte comprende tierras con elevaciones entre los 200 y 1000 msnm (IGAC, 1991). Según Romero et al. (2004) en esta zona se encuentra el Zonobioma Húmedo Tropical del Piedemonte del Meta (ZHT), ecosistema de gran interés regional por su reducida extensión y alta diversidad. Para el área de estudio se consideraron las riberas de los ríos Orotoy y Ocoa y el caño Quenane (Figura 2), debido a su importancia ambiental para la zona y por la presencia de relictos de Bosque. Los ríos Orotoy y Ocoa. Los dos primeros tienen formación de montaña pero la mayor parte de las cuencas están en zona de piedemonte, y el caño Quenane nace y tributa en la planicie aluvial del piedemonte.



Elaborador por SIG ICAOC, 2016.

Figura 2. Ubicación geográfica de las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane.

El río Orotoy se distribuye administrativamente en los municipios de Acacías, Guamal, Castilla La Nueva y San Carlos de Guaroa; posee una longitud de 53,5 km que forma una cuenca alargada, rectangular y angosta con una superficie de 188,23 km² (Caro et al., 2011a). El río Ocoa nace y tributa en el municipio de Villavicencio, con una longitud de 54,8 km, la cuenca tiene forma más ancha en la zona alta y angosta en la zona baja, con un área de 282,9 km² (Osorio-Ramírez et al., 2015). El caño Quenane pertenece a los municipios de Villavicencio y en menor proporción a Puerto López (0,3%) tiene una longitud de 45,9 km, de forma más ancha en la zona media y angosta en la zona alta y baja, con un área de 166,6 km² (*op cit.*).

La zona de estudio presenta un régimen climático monomodal con una época de lluvias de abril a octubre, donde junio y julio son los meses más lluviosos y una época de sequía entre noviembre y marzo, siendo enero el más seco. Presenta variación de la parte más baja a la más alta así: Temperatura entre los 33,5 °C a 15,5 °C, humedad relativa que cambia de 75% hasta el 95% y una precipitación que aumenta de 2550 mm a 5250 mm (Caro et al., 2011a; Osorio-Ramírez et al., 2015).

6.2 Estaciones de muestreo

Para definir las unidades de muestreo, se partió de seleccionar el paisaje el cual corresponde al zonobioma húmedo tropical del piedemonte del Meta (ZHT) (Romero et al., 2004; IGAC, 1991). De allí, el sistema a trabajar son tres cauces que entran en la clasificación de ríos de piedemonte, montaña y abanicos trenzados (Ramírez-Gil et al., 2014) (Tabla 4).

Tabla 4. Rango altitudinal de los cauces objeto de estudio.

Cauce	Rango altitudinal	Descripción
Río Orotoy	1620 – 225 msnm	Mezcla de río de montaña, piedemonte y abanico
Río Ocoa	1125 – 210 msnm	
Caño Quenane	375 – 200 msnm	Planicie aluvial del piedemonte

La selección de las estaciones de muestreo se realizó sobre cartografía con escala 1:25000. Para definir las estaciones, se tuvo como referente Acosta et al., (2009), quienes

recomiendan distancias entre 5 a 10 km aproximadamente, ya que en distancias mayores los aspectos que se describan no tendrían continuidad, los valores resultantes serían muy variados y quedaría sin evaluar gran parte de la vegetación ribereña existente. Por ello, se propusieron estaciones cada 5 km, donde el criterio de selección de la primera estación dependía de la facilidad de acceso a la misma. De esta forma se propusieron 17 estaciones para el río Orotoy, 16 para el río Ocoa y 10 para el caño Quenane (Tabla 5).

Tabla 5. Estaciones de muestreo propuestas para calcular el estado de calidad de ribera de cauces de piedemonte.

Estación	Coordenadas		Estación	Coordenadas	
	Latitud	Longitud		Latitud	Longitud
Río Orotoy					
Or1	3° 57' 18,850" N	73° 50' 44,400" W	Or 10	3° 52' 15,105" N	73° 33' 12,248" W
Or 2	3° 56' 4,147" N	73° 48' 40,290" W	Or 11	3° 51' 46,649" N	73° 32' 13,883" W
Or 3	3° 55' 52,363" N	73° 46' 29,434" W	Or 12	3° 50' 58,058" N	73° 30' 49,472" W
Or 4	3° 55' 24,792" N	73° 44' 22,851" W	Or 13	3° 50' 37,476" N	73° 29' 9,467" W
Or 5	3° 54' 42,936" N	73° 42' 12,397" W	Or 14	3° 51' 15,931" N	73° 27' 17,710" W
Or 6	3° 53' 21,318" N	73° 40' 25,066" W	Or 15	3° 50' 36,697" N	73° 25' 27,273" W
Or 7	3° 52' 14,882" N	73° 38' 33,772" W	Or 16	3° 51' 17,684" N	73° 24' 31,141" W
Or 8	3° 51' 55,022" N	73° 36' 19,404" W	Or 17	3° 51' 54,978" N	73° 23' 23,230" W
Or 9	3° 52' 32,499" N	73° 35' 3,098" W			
Río Ocoa					
Oc1	4° 5' 16,156" N	73° 42' 31,097" W	Oc9	4° 6' 53,060" N	73° 26' 32,710" W
Oc2	4° 4' 41,383" N	73° 40' 43,293" W	Oc10	4° 6' 56,400" N	73° 24' 36,981" W
Oc3	4° 5' 46,049" N	73° 38' 37,707" W	Oc11	4° 6' 41,293" N	73° 23' 17,111" W
Oc4	4° 6' 38,574" N	73° 36' 42,216" W	Oc12	4° 6' 47,356" N	73° 21' 14,984" W
Oc5	4° 6' 51,663" N	73° 34' 31,541" W	Oc13	4° 6' 39,263" N	73° 19' 6,604" W
Oc6	4° 6' 48,282" N	73° 32' 35,593" W	Oc14	4° 7' 6,032" N	73° 17' 55,989" W
Oc7	4° 6' 23,670" N	73° 30' 54,567" W	Oc15	4° 7' 40,905" N	73° 15' 39,497" W
Oc8	4° 6' 46,552" N	73° 28' 43,692" W	Oc16	4° 6' 46,431" N	73° 18' 59,418" W
Caño Quenane					
Q1	4° 4' 33,989" N	73° 28' 3,849" W	Q6	4° 3' 7,750" N	73° 17' 8,870" W
Q2	4° 5' 2,146" N	73° 25' 57,309" W	Q7	4° 2' 45,400" N	73° 15' 2,735" W
Q3	4° 4' 35,076" N	73° 23' 2,019" W	Q8	4° 2' 24,101" N	73° 12' 45,177" W
Q4	4° 4' 6,037" N	73° 21' 26,250" W	Q9	4° 2' 44,060" N	73° 10' 50,135" W
Q5	4° 3' 9,244" N	73° 19' 31,727" W	Q10	4° 3' 12,838" N	73° 17' 29,624" W

6.3 Vegetación de piedemonte y coberturas y uso del suelo.

6.3.1 Descripción de la vegetación de ribera de piedemonte

Se describió la estructura vertical y horizontal de la vegetación de ribera de piedemonte siguiendo lo propuesto por Arozeno (2000) y Emberger (1983) respectivamente. Adicionalmente, para conocer la composición se consultó información secundaria de estudios realizados en bosques de galería de piedemonte del Meta y se listaron las especies exóticas con presencia y distribución potencial para la zona.

Estructura vertical (Arozeno, 2000):

Estrato arbóreo	Estrato herbáceo
Estrato arbustivo	Estrato muscinal

Estructura Horizontal - recubrimiento según Emberger (1983):

Cerrada: con un recubrimiento del suelo mayor al 90%

Poco abierta: entre el 75 y el 90%

Semiabierta: entre el 50 y el 75%

Abierta: entre el 25 y el 50%

Muy abierta: entre el 10 y el 25%

Extremadamente abierta: entre el 1 y el 10%

Totalmente abierta: con un recubrimiento total prácticamente nulo

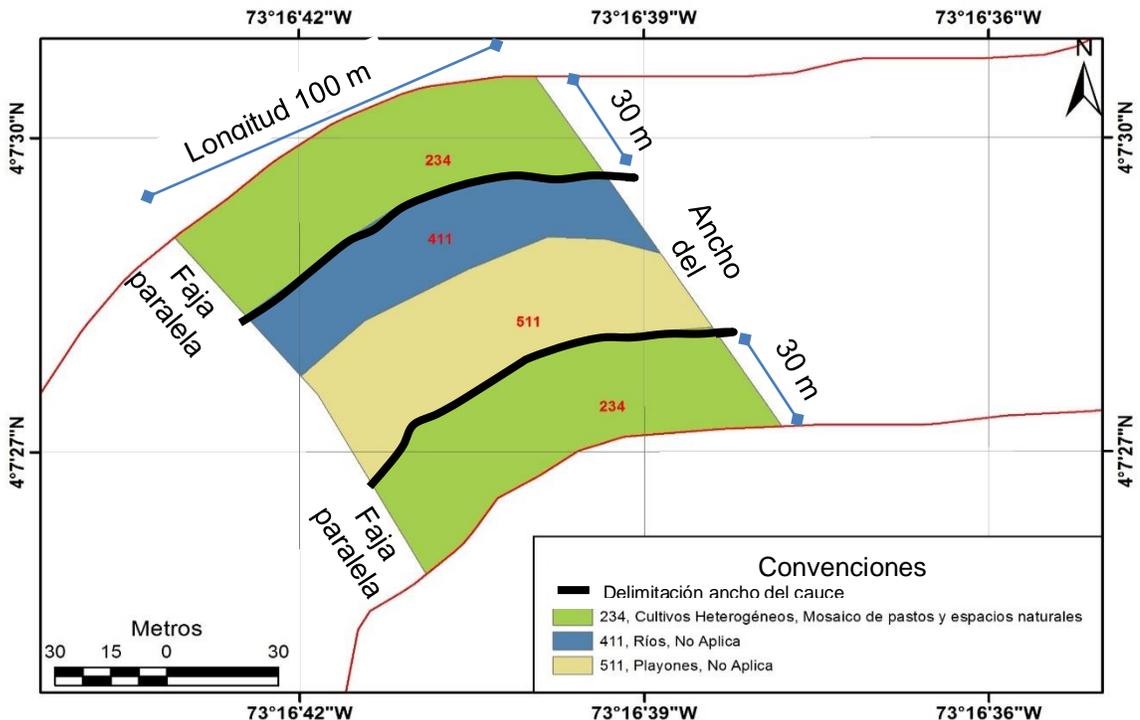
6.3.2 Descripción de la cobertura y uso de la tierra en las cuencas de interés.

Se describió la cobertura y el uso del suelo, a escala 1:25.000. La información geográfica temática utilizada y generada se referenció al sistema de coordenadas GCS MAGNA Bogotá con proyección Transverse Mercator, con el fin de estandarizarlos con la cartografía oficial del país. Para el río Ocoa y el caño Quenane se tomó la información generada en el convenio 5211592 suscritos entre Ecopetrol y la Universidad de los Llanos. Para el río Orotoy se generó la información, por lo que se interpretaron imágenes satelitales RapidEye, de resolución espacial de 5m. Se aplicó el método de clasificación supervisada (Chuvieco, 2002) por medio del software ENVI 5.0, se depuro la información y se verificó en campo las

unidades no identificables. Para ello, se trabajó con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, 2010), en la que se consideraron las unidades de las coberturas de uso del suelo hasta el nivel 4. Los niveles 3 y 4 se establecieron según las definiciones dadas en Osorio et al. (2015).

6.4 Delimitación de la zona de ribera o faja paralela

Para efecto de este trabajo, se delimitó el cauce permanente según el MADS (2014). Este corresponde a la zona de terreno sobre la cual fluye la corriente de agua con sus sedimentos en condiciones promedio. Para ello, se realizó un análisis multitemporal de la variación del cauce a partir de imágenes satelitales RapidEye 2007 y 2014, de resolución espacial de 5m y las imágenes de Google Earth disponibles. Con esta información se marcó la zona por la que fluye la corriente de agua con sus sedimentos (río, código 411 y playones, código 511). A partir de estas marcas, se estimaron los 30 metros para realizar la valoración de la calidad de la ribera, en un tramo con longitud de 100 m (Figura 3).



Fuente: Elaboración propia

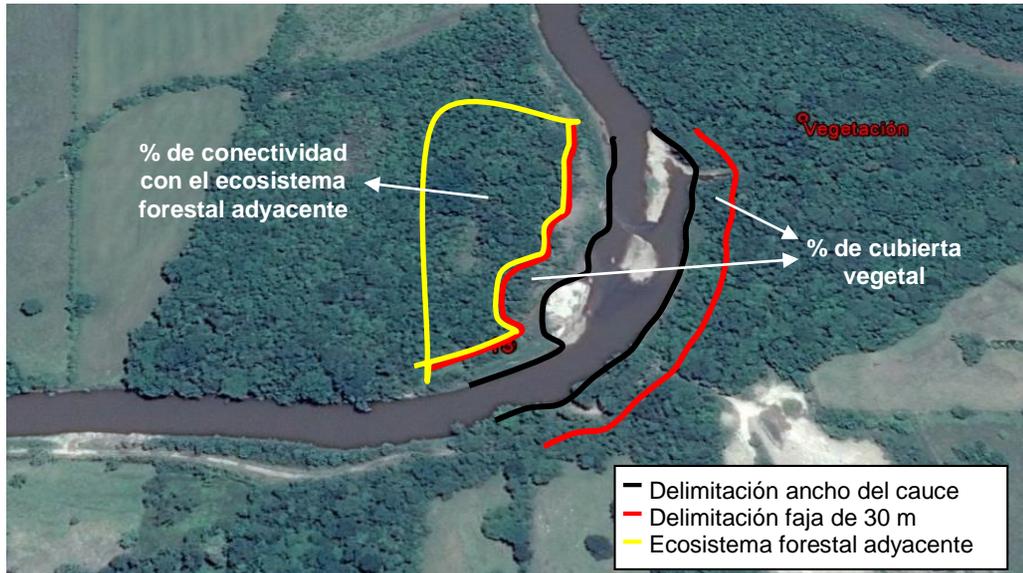
Figura 3. Esquema de delimitación del ancho del cauce a partir de análisis multitemporal.

6.5 Índice de calidad de ribera - QBR

Para determinar la calidad del bosque de ribera con el índice QBR (Munné et al., 1998; Munné et al., 2003), se debe diligenciar el formato de calificación del QBR (Anexo 2), el cual contiene los elementos a evaluar en cada una de las cuatro secciones que componen el índice, que además, se califican independientemente. Cada sección está compuesta por uno o varios factores, a los cuales se les asigna una puntuación de 0, 5, 10 o 25 según el estado de la zona. También existe la posibilidad de aumentar o disminuir el total, mediante la suma o resta de 5 o 10 puntos, si se presentan unas características específicas. En cualquier caso, la puntuación final de la sección no puede ser negativa ni mayor de 25, los puntos en exceso o por defecto no se contabilizan. A continuación, se presenta la manera como se califican cada uno de los bloques:

- **Grado de cobertura riparia:** Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta y se tiene presente la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, para sumar o restar puntos (Figura 4).

En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera; por lo tanto, interesa dar puntaje al cubrimiento vegetal del terreno, sin tener en cuenta su estructura vertical. Es necesario aclarar que los caminos sin asfalto de menos de 4 m de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Elementos por evaluar en la sección grado de cobertura riparia.

- **Estructura del bosque:** En este bloque se evalúa la complejidad de la vegetación, lo que a su vez puede estar determinando una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. La puntuación se realiza según el porcentaje de cubrimiento de árboles y, en ausencia de estos, de arbustos, sobre la totalidad de la zona a estudiar (Figura 5).

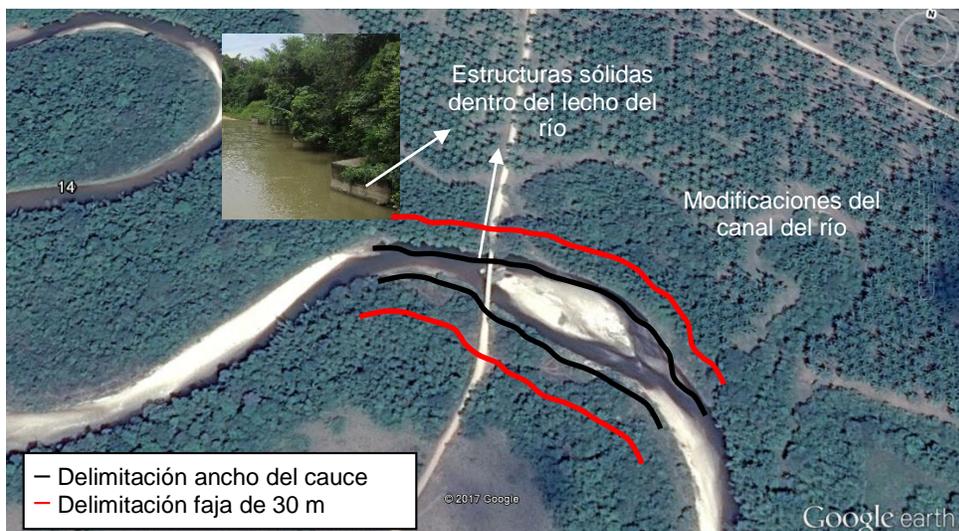
Es necesario considerar las riberas de ambos márgenes del río; enseguida se califican elementos como la linealidad al pie de los árboles (síntomas de plantaciones), o coberturas distribuidas no uniformemente y que forman manchas, se penalizan en el índice, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.

- **Grado de naturalidad del lecho del río:** Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas presentes producen modificaciones de las terrazas adyacentes al río. Esto puede reducir el cauce y aumentar la pendiente de los márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, entre otros, los signos de alteración son más evidentes y la puntuación disminuye (Figura 6).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Elementos por evaluar en la sección estructura del bosque.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Elementos por evaluar en la sección grado de naturalidad del lecho del río.

- **Calidad de la cobertura:** El paso inicial es determinar el tipo geomorfológico. En esta parte se asigna puntuación al margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambos márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores (si es necesario). La presencia de islas en el río disminuye la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, la incrementa. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico se cuenta el número de especies arbóreas autóctonas presentes en la ribera.

Los bosques en forma de túnel a lo largo del río aumentan la puntuación, dependiendo del porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado. La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, es decir, en grupos que se van enlazando, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, también aumentan el valor del índice (Figura 7).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Elementos por evaluar en la sección calidad de la cobertura.

Tipo geomorfológico: para determinar el tipo geomorfológico hay que tener en cuenta las siguientes características:

- ~ Se asigna puntuación a la margen izquierda y a la margen derecha, en función de su desnivel y forma de la zona riparia (la puntuación final se obtiene sumando los valores de ambas márgenes y complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores “si es necesario”).
- ~ La presencia de islas en el río disminuye la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera, la incrementa.

El resultado de la operación indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y se usa para seguir por una u otra columna de este mismo bloque. Las especies introducidas en la zona y las especies naturalizadas se penalizan en esta parte del índice.

Cada sección tiene la misma importancia, en la cuantificación final del estado de la zona ribereña y la suma de las cuatro secciones genera el resultado final del índice, que permite establecer el rango de calidad del sistema de ribera comparándola según los niveles de calidad (Tabla 6). Esto permite, representar en un mapa los rangos de calidad de forma estándar y compararlo con otros lugares o constatar la evolución de un mismo punto frente a perturbaciones naturales o antrópicas.

Tabla 6. Rangos de calidad de ribera (QBR).

Nivel de calidad	Puntuación	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	≥ 95	<i>Azul 5</i>
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-95	<i>Verde 4</i>
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	<i>Amarillo 3</i>
Alteración fuerte, calidad mala	30-50	<i>Naranja 2</i>
Degradación extrema, calidad pésima	≤ 25	<i>Rojo 1</i>

Fuente: Munné et al., 2003.

6.6 Comparación del índice de calidad de ribera *in situ* versus *ex situ* y su relación con el uso del suelo en las cuencas de interés.

Posterior a haber aplicado el índice de calidad de ribera *in situ*, se procedió a realizar una verificación cartográfica, especialmente para los bloques grado de cobertura de la ribera y calidad de la cubierta. Para ello, sobre el mapa de cobertura y uso del suelo, se demarcó el buffer de 30 m de cada lado del cauce y se trazó el tramo (100 m) evaluado por estación de muestreo. Este procedimiento evidenció el estado de conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente y si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial. Elementos, que en algunos casos, por el acceso son difíciles de delimitar *in situ*.

Para establecer las diferencias observadas entre los valores de QBR *in situ* y *ex situ*, se calculó un análisis de la varianza no paramétrico con la prueba Kruskal-Wallis y se hicieron comparaciones de a pares entre las medias de los rangos. Para evaluar las diferencias entre los valores calculados para el índice de QBR *in-situ* y *ex-situ*, se hizo una Prueba T apareada bilateral, que permitió probar diferencia de medias muestrales.

La similitud entre puntos de muestreo de las riberas de los cauces se ordenó mediante un escalamiento multidimensional no métrico –NMDS (Kruskal, 1964) para los componentes del índice QBR *in-situ* y *ex-situ*, el índice de similitud de Bray Custis y el árbol de recorrido mínimo – ARM (Gower y Ross, 1969). Finalmente, para evaluar asociaciones entre el QBR y el uso del suelo, utilizando el área y el valor del índice, se calculó una prueba chi-cuadrado. Para los cálculos estadísticos se empleó el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2015) y para los NMDS el software Past (Hammer et al., 2001); ambos software de acceso libre.

6.7 Lineamientos para la gestión

Con el fin de encontrar una forma de reducir el impacto de la relación hombre - naturaleza, que en la mayoría de las oportunidades, ha generado la degradación de las riberas y con ello del recurso hídrico y su dinámica, es importante establecer lineamientos de gestión ambiental para su recuperación y manejo. Además, que estos puedan ser implementados

tanto a nivel regional como local. Para ello, se plantea realizar una diagnosis mediante la aplicación del índice QBR, lo cual permite conocer el estado de las riberas. Con estos resultados y con la revisión de los instrumentos de planificación y administración del territorio, se pueden identificar vacíos de información, aciertos, errores y/o complementos, para diseñar estrategias que garanticen la gestión ambiental de las zonas de riberas (Figura 8).

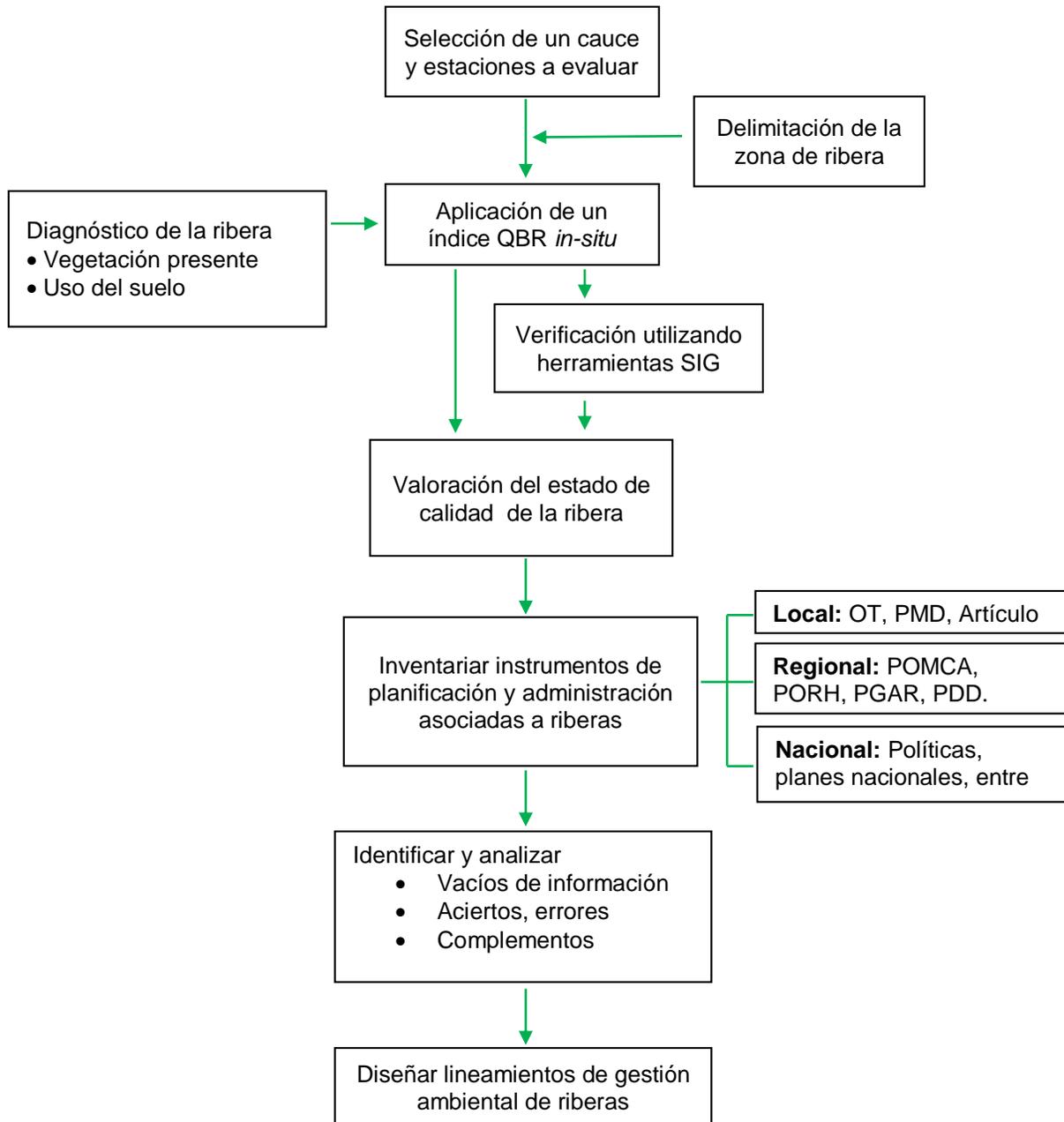


Figura 8. Metodología para diseñar lineamientos de gestión ambiental de riberas.

7 RESULTADOS

7.1 Caracterización de la vegetación ribereña

La estructura de la vegetación de las riberas de río Orotoy se caracteriza en la zona alta y baja por estar constituidos por una combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo con recubrimiento poco abierto o semiabierto y en la zona media conformado por estratos arbustivos y herbáceo especialmente, con recubrimiento abierto o extremadamente abierto. En el río Ocoa solo la primera estación presenta una combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, con recubrimiento poco abierta y el resto de la estaciones con estrato arbustivo y especialmente herbáceo con recubrimiento abierto o muy abierto. Mientras que para el caño Quenane, las riberas de las estaciones evaluadas, la estructura vertical está conformada por el estrato arbóreo y arbustivo con recubrimiento poco abierto (Anexo 3).

En cuanto a la flora nativa presente en el piedemonte del Meta, con base en los inventarios realizados por Gutiérrez- Bohórquez, Caro-Caro, Osorio-Ramírez, y Oliveros-Monroy (2011), Cárdenas (2014) y López (2015) para los bosques de galería, se han reportado 49 familias, en 90 géneros y 118 especies (Anexo 4), donde el 22% de las especies reportadas están catalogadas en alguna categoría de amenaza (Anexo 5), de las cuales 22 se encuentran en la categoría de Preocupación Menor, dos en Vulnerable y una para Casi Amenazada y En Peligro. Razón por la cual es importante establecer el estado de calidad de los bosques de ribera.

Adicionalmente, como producto de procesos de reforestación y restauración, por ejemplo las realizadas por ECOPETROL S.A (Convenio DRI 057-05 y DHS 156-08) en las veredas Montelíbano, Patio Bonito, La Primavera, San Isidro de Chichimene, El Triunfo, Montebello (río Orotoy), Las Mercedes, La Unión, San Juan de Ocoa, El Carmen, Samaria (río Ocoa), se han plantado especies nativas y especies introducidas. En la Tabla 7 se enlistan algunas las especies introducidas, que para efectos de este proyecto, se tomarán como las posibles especies alóctonas a encontrarse.

Tabla 7. Especies introducidas reportadas para el piedemonte del Meta.

Nombre científico	Nombre común	Origen
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Melina	India y sudeste de Asia
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq. Walp)	Matarraton	América central y México
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acacia	Noreste de Australia, del este de Indonesia
<i>Eucalyptus pellita</i>	Eucalipto	Australia

Fuente: Alcaldía de Acacias y Ecopetrol, 2011.

7.2 Cobertura y uso de la tierra de las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y del Caño Quenane

En total se determinó la cobertura y uso del suelo para un área de 63.749,68 ha, que equivale al 0,74 % del departamento del Meta y aproximadamente el 76% del zonobioma húmedo tropical del piedemonte del Meta (ZHT). En la Tabla 8 y en los Anexos del 6 al 8, se describen las siete coberturas del nivel 1 y 17 de nivel 2 encontradas y 30 tipos de uso del suelo para el área de estudio, con sus respectivas áreas y porcentajes. La cobertura con mayor área corresponde a áreas agrícolas (74,15%), con siete tipos de coberturas, donde los pastos limpios manejados, ocupan la mayor área (35.322,45 ha). Otra cobertura con menor área que la anterior, pero por ello no menos representativa, es la de cultivos permanentes (6.124,46 ha), en la que se determinaron tres tipos de uso: Palma de aceite, cítricos y otros, donde el primero de ellos tiene la mayor área y ocupa el 26,6% de la cuenca del río Orotoy, el 2,29% de la cuenca del caño Quenane y el 0,17% de la cuenca del río Ocoa. En la cobertura de áreas agrícolas, predomina el uso del suelo de ganadería extensiva, al ocupar el 61,7% distribuido en coberturas como pastos y arbustales, pastos enmalezado/rastrojo, pastos limpios y pastos arbolados. Este uso ocupa el 73% del área de las cuencas del caño Quenane, el 59% del río Ocoa y el 55% del río Orotoy.

Respecto a la cobertura Bosques y arbustales está representada en un área de 10.913,56 ha (17%), con cinco coberturas de nivel 2, donde el bosque de galería y el bosque denso ocupan 5.628,52 ha y 3.957,58 ha respectivamente. De las tres cuencas el río Ocoa aporta la mayor área para bosque denso (3,276 ha). En cuanto al bosque de galería, las tres

cuencas tienen un área similar, con 1.769,59 ha para el río Orotoy, 1.887,91 ha para el caño Quenane y 1.971,02 ha para el río Ocoa.

Del área objeto del presente estudio, el 6,82% corresponde a áreas artificializadas en zonas urbanas y rurales, con siete tipos de uso, donde el uso habitacional prevalece con 3.404,61 ha, siendo común para las tres cuencas, al igual que el uso industrial y turismo. Por el contrario, los usos en minería, avicultura y otros, solo se reportan para la cuenca del río Ocoa.

Es de destacar, que ya se identifican en la cobertura de suelos desnudos, los suelos erosionados, específicamente para las cuencas del río Orotoy (33 ha) y del Ocoa (72,7 ha). Aunque esta cobertura presenta en menor proporción, es importante proponer e implementar medidas de remediación.

Tabla 8. Leyenda de coberturas vegetales y uso del suelo para las cuencas de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane para el año 2014. Escala de trabajo 1:25.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al. 2015.

COBERTURA		USO DEL SUELO		RÍO OROTOY		RÍO OCOA*		CAÑO QUENANE*	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%
1. Áreas Artificializadas	1.1. Zonas Urbanas y Rurales	1.1.1. Habitacional	---	47,57	0,25	2970,17	10,50	386,87	2,32
		1.1.2. Minería	---	-	-	2,58	0,01	-	-
		1.1.3. Industria	---	194,90	1,04	133,83	0,47	144,88	0,87
		1.1.5. Avicultura	---	-	-	9,44	0,03	-	-
		1.1.6. Turismo y/o Recreación	---	6,67	0,04	209,93	0,74	74,61	0,45
		1.1.7. Aeropuertos/ Pistas Aéreas		-	-	-	-	46,85	0,28
		1.1.8. Otros	---	-	-	121,57	0,43	-	-
2. Áreas Agrícolas	2.1. Cultivos Transitorios	2.1.1. Cereales: Arroz, Sorgo, Maíz	---	77,04	0,41	214,83	0,76	338,32	2,03
	2.2. Cultivos Permanentes	2.2.1. Palma de Aceite	---	5020,56	26,67	48,89	0,17	381,98	2,29
		2.2.2. Cítricos	---	2,57	0,01	50,28	0,18	604,07	3,62
		2.2.3. Otros	---	-	-	5,35	0,02	10,76	0,06
	2.3. Cultivos Heterogéneos	2.3.1. Mosaicos de Cultivos	---	-	-	14,49	0,05	197,89	1,19
		2.3.2. Mosaico de Pastos y Cultivos	---	102,60	0,55	129,60	0,46	9,52	0,06
		2.3.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	---	2,31	0,01	285,42	1,01	-	-
		2.3.4. Mosaico de pastos y espacios naturales	---	101,55	0,54	200,47	0,71	-	-
	2.4. Pastos y Arbustales	2.4.1. Ganadería	2.4.1.1. Extensiva	-	-	507,99	1,80	67,83	0,41

COBERTURA		USO DEL SUELO		RÍO OROTOY		RÍO OCOA*		CAÑO QUENANE*	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%
	2.5. Pasto Enmalezado/Rastrojo	2.5.1. Ganadería	2.5.1.1. Extensiva	499,18	2,65	1267,49	4,48	230,23	1,38
			2.5.1.2. Semiextensiva	-	-	20,44	0,07	-	-
			2.5.1.4. Semiintensiva	-	-	96,17	0,34	-	-
	2.6. Pastos Limpios/ Manejados	2.6.1. Ganadería	2.6.1.1. Extensiva	9762,96	51,87	13884,26	49,08	11675,23	70,04
2.7. Pastos Arbolados	2.7.1. Ganadería	2.7.1.1. Extensiva	110,00	0,58	1112,48	3,93	237,85	1,43	
3. Bosques y Arbustales	3.1. Bosque Denso	3.1.1. Conservación y/o Protección	---	567,75	3,02	3276,00	11,58	113,83	0,68
	3.2. Bosque de Galería	3.2.1. Protección	---	1769,59	9,40	1971,02	6,97	1887,91	11,33
	3.4. Bosques Fragmentados	3.4.1. Producción	---	33,27	0,18	702,86	2,48	-	-
	3.5. Arbustos y Matorrales	3.5.1. Protección	---	-	-	149,81	0,53	-	-
	3.6. Vegetación Secundaria	3.6.1. Protección	---	96,31	0,51	162,91	0,58	182,30	1,09
4. Superficies de Agua	4.1. Ríos	4.1.1 No Aplica	---	187,39	1,00	289,53	1,02	-	-
	4.3. Estanques y/o Represas	4.3.1. Piscicultura	---	17,89	0,10	98,50	0,35	32,29	0,19
		4.3.2. Turismo	---	-	-	11,04	0,04	13,86	0,08
		4.3.3. No Aplica	---	32,81	0,17	9,42	0,03	-	-
5. Suelos Desnudos	5.1. Playones	5.1.1. No Aplica	---	156,39	0,83	260,62	0,92	-	-
	5.2. Suelos Erosionados	5.2.1. No Aplica	---	33,18	0,18	72,72	0,26	-	-
TOTAL				18822,49	100	28290,1	100	16669,01	100

* Información generada en marco del proyecto 5211592 suscritos entre Ecopetrol y la Universidad de los Llanos.

7.2.1 Cobertura y uso de la tierra de las riberas (30 m a lado y lado) de los cauces de los ríos Orotoy y Ocoa y del Caño Quenane

En el ordenamiento del territorio, cada municipio define los usos del suelo y sus restricciones, para este caso las rondas de los ríos Orotoy y Ocoa y del Caño Quenane. Es así como Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Guamal (Acuerdo No 007 del 2000), establece en el artículo 19 “Suelo de protección de interés ambiental área rural” para el río Orotoy: zona prohibida para el explote de material de río: el área comprendida en los siguientes 300 m aguas arriba y abajo de los puentes sobre el río Orotoy, también se prohíbe la extracción de material en las riberas de los ríos de la jurisdicción del municipio en un área de 30 m contados desde la orilla al centro del río.

En el municipio de Acacías (Acuerdo 184 del 2011), en el artículo 23 del Plan básico de ordenamiento territorial (PBOT), entre otras, establece que las áreas de protección de los recursos naturales y el ambiente representada por ecosistemas estratégicos, son los 50 m a partir de la cota máxima de inundación para fuentes hídricas. Por su lado, en el EOT del municipio de Castilla la Nueva (Acuerdo No 56 del 2000), el EOT solo establece facultades al alcalde para adelantar estudios de identificación y caracterización de las áreas estratégicas.

El Plan de ordenamiento territorial de Villavicencio (Acuerdo No 287 del 2015), en el artículo 25 establece que el componente de retiros de fuentes hídricas (RFH) corresponde a una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos, caños, quebradas y lagos, hasta de 30 m. Finalmente, en el EOT del municipio de San Carlos de Guaroa (Acuerdo No 20 del 2015), en el artículo 53, establece que para ríos de mayor caudal, la ronda debe estar conformada por una franja entre los 50 y 100 m de ancha a cada lado, cubierta con vegetación de 3 o más estratos, libres de construcciones y de actividades agropecuarias, para caños y fuentes de menor caudal esta distancia debe ser por lo menos de 30 m.

Teniendo en cuenta, que se establecen diferentes anchos para el establecimiento de las rondas, para este estudio se trabajó con el área mínima. Por ello, del área total de cada cuenca, se determinó un buffer de 30 m a cada lado del cauce principal, para así,

caracterizar la cobertura y uso del suelo de las riberas. Para el río Orotoy, el área de ribera corresponde a 920,5 ha, para el río Ocoa de 922,2 ha y para el caño Quenane 281,2 ha, para un total de 2.194 ha. Para el área de ribera se mantienen las siete coberturas de nivel 1 y 17 de nivel 2. Sin embargo, para el uso del suelo disminuyeron los tipos de 32 inicialmente previstos, a 22 reportados (Tabla 9).

En la zona de ribera, se mantiene como cobertura dominante de nivel 1 las áreas agrícolas con 745,4 ha (55%), donde prevalece como uso de suelo la ganadería extensiva, ocupando cobertura como pastos limpios (52%) (Figura 9), pastos enmalezados (19%) y pastos y arbustales (5,8%), este último, solo presente en las riberas del río Ocoa.



Figura 9. Ganadería extensiva, en Pastos limpios manejados A). Río Ocoa (Estación Oc11), vereda El Guamo, municipio de Villavicencio. B). Río Orotoy (Estación Or10), vereda Dinamarca, municipio de Acacías. Fecha: octubre de 2016.

Otros usos, aunque en menor proporción, son los mosaicos de pastos y espacios naturales con una área de 71,8 ha (5,3%) presentes en el río Orotoy y Ocoa y la palma de aceite con 53,3 ha (4%), especialmente para el río Orotoy (50,7 ha) (Figura 10).

Tabla 9. Coberturas vegetales y uso del suelo en Buffer de 30 m, para las riberas de los ríos Orottoy y Ocoa y caño Quenane para el año 2014. Escala 1:25.000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015.

COBERTURA		USO DEL SUELO		RÍO OROTOY		RÍO OCOA		CAÑO QUENANE		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%	
1. Áreas Artificializadas	1.1. Zonas Urbanas y Rurales	1.1.1. Habitacional	---	0,001	0	27,105	2,73	0,069	0,025	
		1.1.3. Industria	---			1,293	0,13	0,491	0,174	
		1.1.6. Turismo y/o Recreación	---					0,004	0,001	
2. Áreas Agrícolas	2.1. Cultivos Transitorios	2.1.1. Cereales: Arroz, Sorgo, Maíz	---	5,001	0,543	4,318	0,44	0,550	0,196	
	2.2. Cultivos Permanentes	2.2.1. Palma de Aceite	---	50,756	5,514	2,295	0,23	0,292	0,104	
		2.2.2. Cítricos	---			0,202	0,02	1,970	0,700	
	2.3. Cultivos Heterogéneos	2.3.2. Mosaico de Pastos y Cultivos	---			0,469	0,05	0,396	0,141	
		2.3.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	---			4,347	0,44			
		2.3.4. Mosaico de pastos y espacios naturales	---	47,001	5,106	24,859	2,51			
	2.4. Pastos y Arbustales	2.4.1. Ganadería	2.4.1.1. Extensiva			43,579	4,39			
	2.5. Pasto Enmalezado/Rastr ojo	2.5.1. Ganadería	2.5.1.1. Extensiva		69,490	7,549	72,577	7,31	0,304	0,108
			2.5.1.2. Semiextensiva			1,217	0,12			
			2.5.1.4. Semiintensiva			1,756	0,18			
	2.6. Pastos Limpios/ Manejados	2.6.1. Ganadería	2.6.1.1. Extensiva		182,018	19,773	180,961	18,24	27,008	9,603

COBERTURA		USO DEL SUELO		RÍO OROTOY		RÍO OCOA		CAÑO QUENANE	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%	AREA Ha.	%
	2.7. Pastos Arbolados	2.7.1. Ganadería	2.7.1.1. Extensiva	6,976	0,758	13,549	1,37	3,548	1,261
3. Bosques y Arbustales	3.1. Bosque Denso	3.1.1. Conservación y/o Protección	---	25,664	2,788	15,762	1,59		0,000
	3.2. Bosque de Galería	3.2.1. Protección	---	185,109	20,109	65,127	6,56	246,050	87,488
	3.4. Bosques Fragmentados	3.4.1. Producción	---	8,148	0,885	3,927	0,40		
	3.5. Arbustos y Matorrales	3.5.1. Protección	---			18,052	1,82		
	3.6. Vegetación Secundaria	3.6.1. Protección	---	5,078	0,552	2,122	0,21	0,556	0,198
4. Superficies de Agua	4.1. Ríos	4.1.1 No Aplica	---	183,591	19,944	277,081	27,92		
	4.3. Estanques y/o Represas	4.3.1. Piscicultura	---	0,582	0,063	0,054	0,01		
5. Suelos Desnudos	5.1. Playones	5.1.1. No Aplica	---	151,111	16,416	231,143	23,29		
	5.2. Suelos Erosionados	5.2.1. No Aplica	---			0,477	0,05		
TOTAL				920,526	100	922,273	100	281,238	100

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Convenio DHS 169-09.

Figura 10. Cobertura cultivos permanentes. Cultivo de palma de aceite en la ribera del río Orotoy, en la vereda El Triunfo, municipio de Acacías. Fecha: diciembre de 2010.

En las zonas de ribera, una cobertura importante es la de bosques y arbustales que ocupan 575 ha que equivalen al 42% del área total. Allí, el bosque de galería para protección ocupa 496,2 ha, que equivale al 36% del total de área de riberas (Figura 11), donde el caño Quenane aporta la mayor área (246 ha) y el río Ocoa la menor (65 ha).



Figura 11. Bosque de galería. A). Estación Q5, Caño Quenane, vereda Rincón de Pompeya, municipio de Villavicencio. B). Estación Or14, río Orotoy, vereda Dinamarca, municipio de Acacías. Fecha: octubre de 2016.

Para la zona alta del río Orotoy y Ocoa, aunque en menor área, se identificó bosque denso, en total con 41 ha (Figura 12).



Figura 12. Bosque denso estación A). Estación Oc1, río Ocoa Vereda San Luis de Ocoa municipio de Villavicencio. B). Estación Or1, río Orotoy Vereda El Retiro, municipio de Guamal. Fecha: octubre de 2016.

En cuanto a las áreas artificializadas (28,9 ha - Figura 13), en la zona de ribera se identificaron tres usos: habitacional, donde la mayor área está en el río Ocoa (27 ha); industrial presente en el río Ocoa y caño Quenane y solo para este último, el uso de turismo y recreación.



Figura 13. Cobertura áreas artificializadas, uso habitacional, en la ribera del río Ocoa. A). Estación Oc2 barrio Porfía. B). Estación Oc4 barrio La Rosita. Fecha: octubre de 2016.

7.3 Índice de Calidad de ribera – QBR

7.3.1 Estaciones evaluadas

En campo, los puntos propuestos en oficina se redefinieron, especialmente por la dificultad de acceso ya sea por qué no se obtuvo permiso del propietarios de predio o las condiciones del terreno no lo permitió. Sin embargo, se procuró mantener distancias recomendadas en Acosta et al (2009). Por tanto, se verifico la facilidad de acceso, para que las estaciones posteriormente sirvan para establecer una red de vigilancia y que sean puntos estratégicos para la calidad del agua (como antes y después de las áreas urbanizadas) (Tabla 10).

Tabla 10. Estaciones donde se evaluó el estado de calidad de ribera de cauces de piedemonte del Meta.

ID	Descripción	Altura (msnm)	Coordenadas		Distancia entre estaciones
			Latitud	Longitud	
Río Orotoy					
Or1	Sobre el Puente de lata aguas arriba de la confluencia con el Caño Cristales.	948	3° 57' 18,850" N	73°50'44,400" W	5,2 km
Or2	Aguas abajo de la confluencia con el caño Pajuil	636	3° 55' 59,916" N	73°48' 37,915" W	4 km
Or3	Cerca de la confluencia del caño Colepato con el río Orotoy	569	3° 55' 41,023" N	73°46' 49,962" W	8,2 km
Or4	Puente que comunica la vereda Montebello (Acacias) con la vereda El Encanto (Guamal)	505	3° 55' 3,904" N	73°43' 18,980" W	5,7 km
Or5	Aguas arriba del puente que comunica la vereda San Isidro de Chichimente (Acacias) con la vereda Betania (Castilla La Nueva).	468	3° 53' 43,493"	73°41' 11,537"	7,3 km
Or6	Aguas arriba del puente que comunica la vereda El Triunfo (Acacias) con la vereda Cacayal (Castilla La Nueva).	406	3° 52' 11,284" N	73°38' 19,558" W	4,1 km
Or7	Cerca a la confluencia del caño Lejía al río Orotoy	373	3° 51' 53,806" N	73°36' 31,241" W	10 km

ID	Descripción	Altura (msnm)	Coordenadas		Distancia entre estaciones
			Latitud	Longitud	
Or8	Aguas abajo de la confluencia con San Luis al río Orotoy en la finca Guadalupe	322	3° 51' 45,968" N	73°32' 21,336" W	5,1 km
Or9	Aguas abajo del puente Rancho Alegre	315	3° 50' 49,307" N	73°30' 48,462" W	
Or10	Por la vía San Carlos de Guaro, frente del cruce que conduce a la vereda San Lorenzo	330	3° 52' 19,412" N	73°33' 21,578" W	4,8 km
Or11	400 metros adelante del cruce que que conduce a Surimena	299	3° 50' 38,152" N	73°29' 1,633" W	5,5 km
Or12	Aguas arriba del puente ubicado en el predio Guacamayas	294	3° 51' 15,851" N	73°27' 6,253" W	4,6 km
Or13	Río Orotoy en el predio Barro Blanco	281	3° 50' 39,664" N	73°25' 17,846" W	5,1 km
Or14	Río Orotoy en el predio Palmera la Carolina	274	3° 51' 17,996" N	73°24' 19,217" W	2,7 km
Or15	300 metros aguas arriba de la confluencia con el río Acacias	269	3° 51' 48,114" N	73°23' 26,725" W	
Río Ocoa					
Oc1	Sector de la confluencia de la Quebrada Blanca al río Ocoa	518	4°5'16,169"N	73°42'31,11"W	5,42 km
Oc2	Aguas debajo de la confluencia del caño La Unión al río Ocoa	452	4° 4' 46,308" N	73°40' 29,662" W	4,88 km
Oc3	Río Ocoa en el sector barrio Guatape	428	4° 5' 50,546" N	73°38' 28,802" W	3,97 km
Oc4	Sector de la confluencia del caño Buque al río Ocoa	408	4° 6' 41,774" N	73°37' 2,662" W	5,73 km
Oc5	Río Ocoa en el sector del relleno sanitario Don Juanito - Bioagrícola	389	4° 6' 52,078" N	73°34' 30,706" W	5,14 km
Oc6	Río Ocoa, sector construcción de alcantarillado - Barrio San Antonio	371	4° 6' 44,460" N	73°32' 32,273" W	12,14 km
Oc7	Aguas debajo de la confluencia del caño Caños Negros al río Ocoa	319	4° 6' 51,376" N	73°27' 38,790" W	8,1 km
Oc8	Vía Caños Negros predio San Miguel	296	4° 7' 7,932" N	73°24' 32,069" W	4,8 km
Oc9		284	4° 6' 46,465" N	73°23' 14,489" W	

ID	Descripción	Altura (msnm)	Coordenadas		Distancia entre estaciones
			Latitud	Longitud	
	Vía Caños Negros predio Gota Fría				4,05 km
Oc10	Sector el Alcaraván	278	4° 6' 58,198" N	73°21' 33,412" W	13,71 km
Oc11	Puente que comunica la vereda Caños negros con la vereda Puerto Porfia (Villavicencio)	247	4° 7' 30,335" N	73°16' 41,714" W	
Caño Quenane					
Q1	Sector predios del SENA sede El Hachon	329	4°4'2,647"N	73°30'28,065"W	5,31 km
Q2	Sector La Reforma II	324	4° 4' 40,591" N	73°27' 56,999" W	5,65 km
Q3	Sector Santa Helena	311	4° 4' 49,8" N	73° 25' 33,0" W	6,62 km
Q4	Sector finca Villa Esperanza	280	4°4'33,08"N	73°22'34,482"W	7,4 km
Q5	Puente aguas abajo de la confluencia del caño El Encanto al caño Quenane	255	4° 3' 7,186" N	73°19' 31,710" W	5,94 km
Q6	Puente aguas arriba de la confluencia del caño Los Godos al caño Quenane	240	4° 3' 1,375" N	73°16' 43,136" W	4,03 km
Q7	Sector predio El Naranjal vía Puerto Colombia	230	4° 2' 46,3" N	73° 15' 02,5" W	11,51 km
Q8	1 km antes de la desembocadura al río Negro	212	4° 2' 30,898" N	73°10' 39,241" W	

Fuente: Elaboración propia

7.3.2 Aplicación de QBR en cuencas de piedemonte

Para este proyecto, se aplicó sin modificaciones, el índice QBR para evaluar el estado y calidad de la vegetación de ribera de los tres cauces ubicados en el piedemonte del departamento del Meta. En esta zona se registraron cuatro de los cinco rangos en los que se valora el QBR, ya que en ninguno de los casos se reportó calidad de ribera muy bueno (estado natural). Por el contrario, el 41% de los tramos presentó calidad mala, el 23% intermedia, el 20% pésima y el 16% calidad buena (Tabla 11).

En el río Orotoy, los rangos de calidad de la ribera se distribuyen de forma heterogénea a lo largo del cauce, donde la calidad es buena y mala, cada una representan en el 33% de las estaciones, el 27% corresponde a calidad intermedia y 7% a pésima. Esta condición es diferente a lo esperado (zona alta de buena calidad y zona media y baja entre pésima y mala). En el caso del río Ocoa el 55% de los tramos presentó estado pésimo, especialmente en la zona asociada al área urbana y el 36% correspondió a calidad mala. Para el caño Quenane, el 62% de los tramos obtuvo calidad mala y el 37% restante fue de calidad intermedia.

Tabla 11. Valores de cada sección y del total del QBR *in situ*, para los 34 sitios de muestreo y clasificación del nivel de calidad.

ID	Grado de cobertura de la ribera	Estructura de la cobertura	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	QBR <i>in situ</i>	Calidad
Río Orotoy						
Or1	20	25	15	15	75	Buena
Or2	0	10	20	25	55	Intermedia
Or3	0	0	10	10	20	Pésima
Or4	20	15	15	25	75	Buena
Or5	10	5	20	10	45	Mala
Or6	25	25	20	5	75	Buena
Or7	0	0	15	25	40	Mala
Or8	5	5	15	25	50	Mala
Or9	15	25	20	25	85	Buena
Or10	0	5	10	25	40	Mala
Or11	0	10	15	25	50	Mala
Or12	25	25	15	0	65	Intermedia
Or13	20	25	20	25	90	Buena
Or14	0	20	15	25	60	Intermedia
Or15	5	10	20	25	60	Intermedia
Río Ocoa						
Oc1	5	5	5	15	30	Mala
Oc2	5	5	5	10	25	Pésima
Oc3	5	5	0	5	15	Pésima
Oc4	5	0	5	5	15	Pésima
Oc5	10	10	5	5	30	Mala
Oc6	5	0	0	5	10	Pésima
Oc7	10	5	15	25	55	Intermedia

ID	Grado de cobertura de la ribera	Estructura de la cobertura	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	QBR <i>in situ</i>	Calidad
Oc8	0	0	5	25	30	Mala
Oc9	0	0	5	5	10	Pésima
Oc10	0	0	10	5	15	Pésima
Oc11	5	5	5	25	40	Mala
Caño Quenane						
Q1	15	25	15	0	55	Intermedia
Q2	0	15	10	25	50	Mala
Q3	5	15	10	25	55	Intermedia
Q4	5	15	10	0	30	Mala
Q5	15	15	15	15	60	Intermedia
Q6	0	20	0	25	45	Mala
Q7	10	15	0	25	50	Mala
Q8	0	10	10	25	45	Mala

Fuente: Elaboración propia.

7.4 Comparación del índice de calidad de ribera *in situ* versus *ex situ*

Posterior a la evaluación del índice en campo *in situ*, se procedió a verificar la misma por medio de herramientas SIG, de esta forma se obtuvieron los valores que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Valores de cada sección y del total del QBR *ex situ*, para los 34 sitios de muestreo y clasificación del nivel de calidad.

ID	Grado de cobertura de la ribera	Estructura de la cobertura	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	QBR <i>ex situ</i>	Calidad
Río Orotoy						
Or1	20	20	15	15	70	Intermedia
Or2	0	10	15	25	50	Mala
Or3	0	0	10	10	20	Pésima
Or4	0	15	10	25	50	Mala
Or5	5	0	10	10	25	Pésima
Or6	15	25	20	5	65	Intermedia

ID	Grado de cobertura de la ribera	Estructura de la cobertura	Calidad de la cubierta	Grado de naturalidad del canal fluvial	QBR <i>ex situ</i>	Calidad
Or7	0	0	5	25	30	Mala
Or8	0	10	15	25	50	Mala
Or9	15	25	20	25	85	Buena
Or10	0	5	10	25	40	Mala
Or11	0	10	15	25	50	Mala
Or12	25	25	15	0	65	Intermedia
Or13	20	25	15	25	85	Buena
Or14	0	5	15	25	45	Mala
Or15	0	10	15	25	50	Mala
Río Ocoa						
Oc1	5	5	5	15	30	Mala
Oc2	5	5	0	10	20	Pésima
Oc3	5	5	0	5	25	Pésima
Oc4	5	0	0	5	10	Pésima
Oc5	10	10	0	5	25	Pésima
Oc6	0	0	0	5	5	Pésima
Oc7	5	5	10	25	45	Mala
Oc8	0	0	5	25	30	Mala
Oc9	0	0	5	5	10	Pésima
Oc10	0	0	10	5	15	Pésima
Oc11	5	5	5	25	40	Mala
Caño Quenane						
Q1	25	25	15	0	65	Intermedia
Q2	15	15	10	25	65	Intermedia
Q3	15	15	10	25	65	Intermedia
Q4	20	15	10	0	45	Mala
Q5	15	15	15	15	60	Intermedia
Q6	0	20	0	25	45	Mala
Q7	0	15	0	25	40	Mala
Q8	0	10	10	25	45	Mala

Fuente: Elaboración propia.

El índice de QBR en cuencas del piedemonte del departamento del Meta, presenta valores en un rango de calificación entre 5 a 90, que corresponde a valores de pésimo (≤ 25) a buenos (entre 75 a 95). El QBR calculado *ex situ* tuvo una media \pm DE de 43.09 \pm 20.74, con un valor mínimo de 5 y máximo de 85. Por su parte, el QBR *in situ* tuvo valores solo un poco

superiores (media±DE= 45.59±21.35, min=10 y max= 90), con valores que se mantuvieron en el nivel de calidad entre pésimo y bueno. Al comparar los valores entre cuencas, se encontraron diferencias significativas en el QBR *in-situ* (H = 0.49, gl = 2, P <0.0001) y *ex-situ* (H = 0.45, gl = 2, P <0.0001), indicando la mayor diferencia en la cuenca del río Ocoa (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación del QBR entre cuencas. Prueba LSD Fisher Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).

Cuenca	n	<i>In-situ</i>			<i>Ex-situ</i>		
		Media	D.E.		Medias	D.E.	
Ocoa	11	23.18	4.76	A	25	4.72	A
Orotoy	15	52	4.08	B	48.75	5.53	B
Quenane	8	53.75	5.59	B	59	4.04	B

Sin embargo, al comparar los valores calculados *in-situ versus ex-situ* dentro de cada cuenca, no se encontraron diferencias significativas en ellas (p > 0.05) y se destaca la cercanía entre las medias de los índices en el río Ocoa (Tabla 14).

Tabla 14. Prueba T entre valores calculados *in-situ versus ex-situ* dentro de cada cuenca.

Cuenca	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	T	GI	p-valor
Orotoy	<i>ex-situ</i>	<i>in-situ</i>	15	15	52	59	-1	28	0.3273
Ocoa	<i>ex-situ</i>	<i>in-situ</i>	11	11	23.18	24.5	-0.22	19	0.8273
Quenane	<i>ex-situ</i>	<i>in-situ</i>	8	8	53.75	48.75	0.99	14	0.3384

Al interpretar por separado los bloques calidad de la cubierta y estructura de la cobertura en el cálculo realizado *in-situ y ex-situ*, se determinó que para el bloque calidad de la cubierta, si se presentaron diferencias entre cuencas en los valores de QBR *in-situ* (H = 18,76, gl = 2, P <0.0001) y *ex-situ* (H = 16,12, gl = 2, P <0.0002), siendo diferente *in situ* las riberas del río Orotoy y *ex situ* las riberas del caño Quenane expone características tanto del río Orotoy como del Ocoa. De la misma manera, para el bloque de estructura de la cobertura también se presentaron diferencias entre los valores del QBR *in-situ* (H = 13,58, gl = 2, P <0.0009) y *ex-situ* (H = 13,05, gl = 2, P <0.0012), siendo las riberas del río Ocoa las que presentan diferencias mayores (Tabla 15).

Tabla 15. Comparación por componente del índice QBR entre cuencas. Prueba LSD Fisher Alfa=0.05. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Cuenca	n	<i>In-situ</i>				<i>Ex-situ</i>			
		Media	D.E.			Media	D.E.		
Estructura del bosque									
Orotoy	15	16,33	3,52		B	3,64	3,93		B
Ocoa	11	5,45	4,16	A		13,67	3,99	A	
Quenane	8	8,75	5,82	A		8,75	5,82	A	B
Calidad de la cobertura									
Orotoy	15	13,67	9,72	A		12,33	9,61		B
Ocoa	11	3,18	3,37		B	3,18	3,37	A	
Quenane	8	16,25	4,43		B	16,25	4,43		B

La ordenación de la similitud de los puntos de muestreo de cada cuenca, respecto a los valores del índice QBR, indica diferencias en el estado de calidad de cada uno de los puntos a lo largo de las tres cuencas. Sin embargo, no se evidencia un patron definido de degradación gradual de la ronda a lo largo de cada uno de los cauces. Por otro lado, tambien se evidencia que son mínimas las diferencias entre los valores obtenidos *in-situ* y *ex-situ* (Figura 14 y Figura 15).

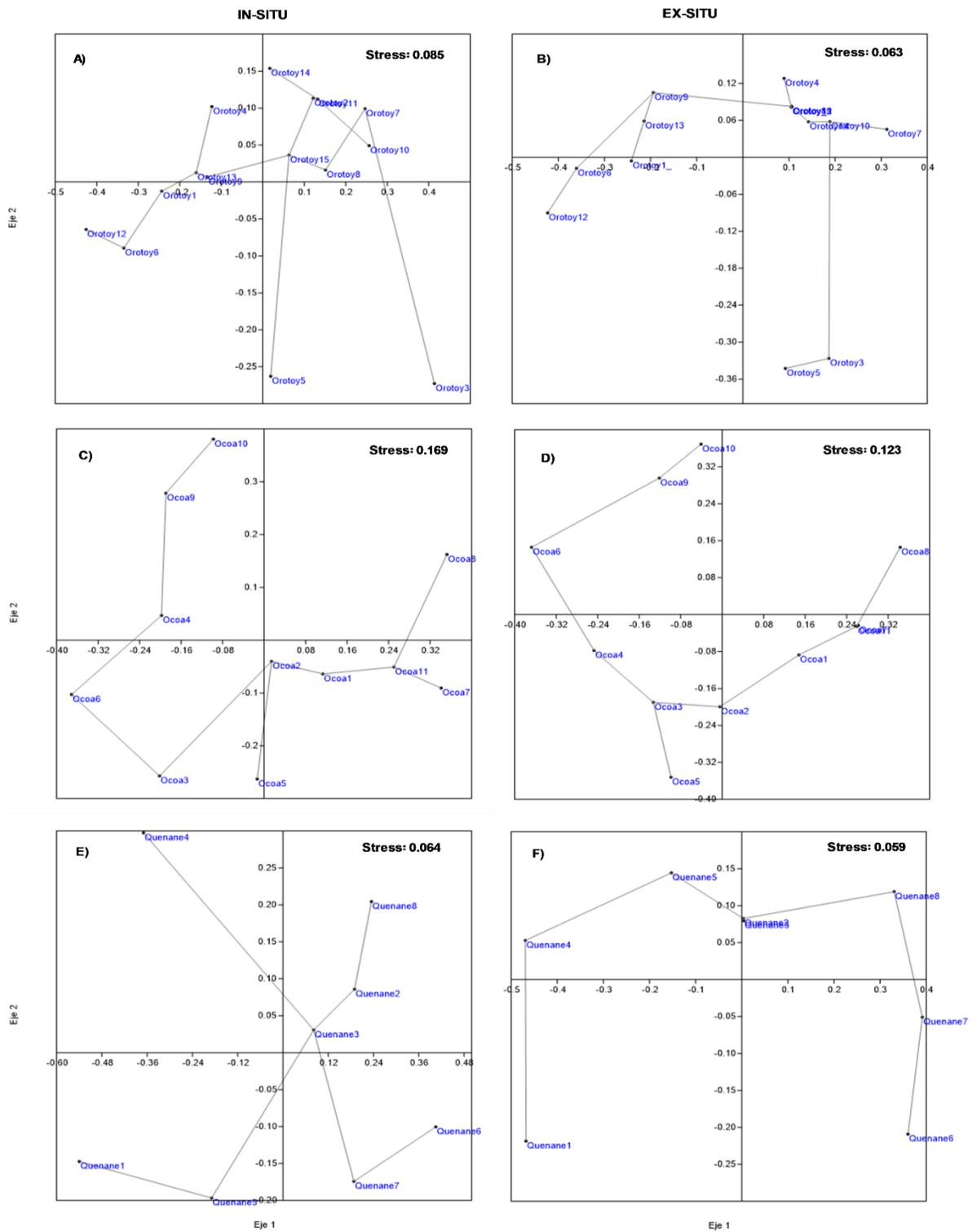


Figura 14. NMDS similitud con Bray-Curtis de los puntos de muestreo de las cuencas del piedemonte con los componentes del índice QBR.

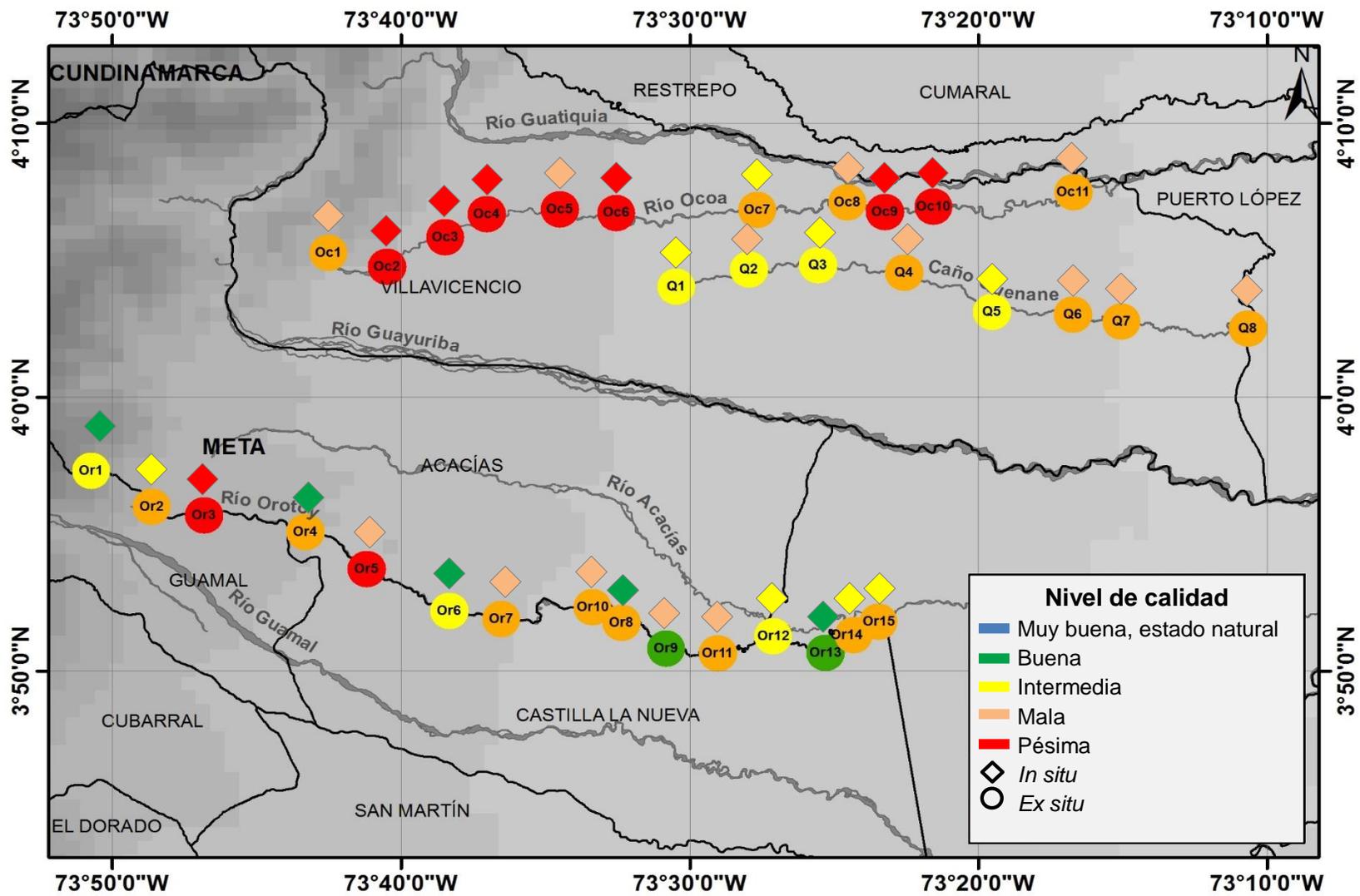


Figura 15. Estaciones de muestro con el nivel de calidad de vegetación ribereña calculado *in situ* y *ex situ*.

7.5 Calidad de ribera versus cobertura y uso del suelo

Al evaluar las asociaciones entre el QBR y el uso del suelo, utilizando el área y el valor del índice, para las riberas del río Orotoy se encontró asociación con el uso del suelo ($X^2=549.89$, $gl=15$, $p<0.0001$) y con el área del uso del suelo ($X^2=18,45$ $gl=12$, $p=0.1027$). Para las riberas de este río es frecuente encontrar el uso ganadería extensiva independientemente de la calificación del índice, sin embargo es usual encontrar área de este uso del suelo en estaciones con calificación pésima y mala. En cuanto al uso protección, este se asoció a la calificación de calidad entre mala y buena, con mayor frecuencia de área en estaciones con calificación mala. Respecto al uso del suelo conservación fue frecuente en estados de calidad intermedio y bueno, con mayor área en calidad intermedia.

En las riberas del río Ocoa también se encontró asociación con el uso del suelo ($X^2=173.29$, $gl=5$, $p<0.0001$) y con el área del uso del suelo ($X^2=7$ $gl=2$, $p=0.0302$). De esta forma la ganadería extensiva presentó la mayor relación con la calificación pésima y mala, uso con área representativa y mayor frecuencia en la calidad mala. Para el uso conservación y/o protección tuvo la menor relación y con áreas solo asociadas con la calidad mala.

En cuanto a las riberas de caño el caño Quenane se encontró asociación con el uso del suelo ($X^2=549.89$, $gl=15$, $p<0.0001$), sin embargo, no hay diferencias entre áreas.

En términos generales, se tiene que la ganadería de tipo extensiva es el uso del suelo predominante en las cuencas ubicadas en el piedemonte del Meta, lo que conlleva a que los valores de QBR estén entre estados de calidad malo y pésimo (Tabla 16 y Anexos del 9 al 11).

Tabla 16. Uso de suelo y valor del índice QBR por estación de muestreo.

Estación ID	Margen Izquierda		Índice QBR	Margen Derecha	
	Cobertura	Uso del suelo		Uso del suelo	Cobertura
Río Orotoy					
1	Bosque denso	Conservación y/o protección	Intermedia	Conservación y/o protección	Bosque denso
				Protección	Bosque de galería
				Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
2	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Producción	Bosque fragmentado
				Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
3	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Pésima	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
4	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Protección	Bosque de galería
5	Cultivos heterogéneos	Mosaico de pastos y espacios naturales	Pésima	Mosaico de pastos y espacios naturales	Cultivos heterogéneos
6	Pastos enmalezados/ rastrojo	Ganadería extensiva	Intermedia	Protección	Bosque de galería
7	Bosque de galería	Protección	Mala	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
8	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
				Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
9	Bosque de galería	Protección	Buena	Protección	Bosque de galería
10	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
	Bosque de galería	Protección			
11	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
				Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
12	Bosque de galería	Protección	Intermedia	Mosaico de pastos y espacios naturales	Cultivos heterogéneos
				Protección	Bosque de galería

Estación ID	Margen Izquierda		Índice QBR	Margen Derecha	
	Cobertura	Uso del suelo		Uso del suelo	Cobertura
13	Pastos enmalezados/ rastrajo	Ganadería extensiva	Buena	Protección	Bosque de galería
	Bosque denso	Conservación y/o protección		Mosaico de pastos y espacios naturales	Cultivos heterogéneos
14	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Ganadería extensiva	Pastos enmalezados/ rastrajo
				Protección	Bosque de galería
15	Bosque de galería	Protección	Mala	Ganadería extensiva	Pastos enmalezados/ rastrajo
	Pastos enmalezados/ rastrajo	Ganadería extensiva		Protección	Bosque de galería
Río Ocoa					
1	Bosque denso	Conservación y/o protección	Mala	Ganadería extensiva	Pastos arbolados
2	Bosque de galería	Protección	Pésima	Habitacional	Zonas urbanas y rurales
	Pastos enmalezados/ rastrajo	Ganadería extensiva			
	Suelos erosionados	No aplica			
3	Zonas urbanas y rurales	Habitacional	Pésima	Protección	Arbustos y matorrales
				Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
4	Zonas urbanas y rurales	Habitacional	Pésima	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
5	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Pésima	Mosaico de pastos y espacios naturales	Cultivos heterogéneos
	Arbustos y matorrales	Protección			
6	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Pésima	Ganadería extensiva	Pastos y arbustales
7	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Ganadería extensiva	Pastos enmalezados/ rastrajo
8	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Mala	Ganadería extensiva	Pastos enmalezados/ rastrajo
9	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva	Pésima	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados

Estación ID	Margen Izquierda		Índice QBR	Margen Derecha	
	Cobertura	Uso del suelo		Uso del suelo	Cobertura
10	Pastos enmalezados/ rastrojo	Ganadería extensiva	Pésima	Ganadería extensiva	Pastos enmalezados/ rastrojo
11	Cultivos heterogéneos	Mosaico de pastos y espacios naturales	Mala	Mosaico de pastos y espacios naturales	Cultivos heterogéneos
Caño Quenane					
1	Bosque de galería	Protección	Intermedia	Ganadería extensiva	Pastos arbolados
	Pastos arbolados	Ganadería extensiva		Protección	Bosque de galería
2	Bosque de galería	Protección	Intermedia	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
	Bosque de galería	Protección		Protección	Bosque de galería
3	Zonas urbanas y rurales	Turismo y recreación	Intermedia	Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
	Bosque de galería	Protección		Protección	Bosque de galería
4	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
	Pastos arbolados	Ganadería extensiva		Industria	Zonas urbanas y rurales
5	Bosque de galería	Protección	Intermedia	Protección	Bosque de galería
	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva		Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
6	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva		Ganadería extensiva	Pastos limpios / manejados
7	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
8	Bosque de galería	Protección	Mala	Protección	Bosque de galería
	Pastos limpios / manejados	Ganadería extensiva			

8 DISCUSIÓN

Los ríos Orotoy, Ocoa y caño Quenane son tributarios de la cuenca alta del río Meta. Área priorizada para la conservación, especialmente las asociadas a los sistemas hídricos ANH et al. (2007), Lasso et al. (2010) y Andrade y Cardozo (2011). Sin embargo, en las riberas de las corrientes de estas cuencas, predominan condiciones de alteración fuerte y degradación extrema. Ante estas condiciones, la aplicación del índice QBR se convierte en una herramienta que facilita la valoración y comparación del estado ecológico de las riberas (Munné, et al. 2003), por que posibilita la evaluación de la continuidad longitudinal de la cobertura vegetal boscosa, condición necesaria para mantener el control del flujo y movimiento del agua, nutrientes y sedimentos (Villegas, 2004), y garantizar las oportunidades para la migración de especies (Osorio, Cardona y Duque, 2012). También permite evaluar su naturalidad y complejidad, así como su conectividad con los ecosistemas adyacentes, lo que da lugar a procesos hidrológicos y ecológicos que influye en la heterogeneidad de la zona ribereña (Junk, 2005). Finalmente, es importante mencionar que este índice incluye las modificaciones tanto del lecho de la corriente como de sus riberas.

La distribución espacial de los valores de QBR en los ríos de piedemonte del Meta, no presentaron un patrón definido de degradación gradual de la ronda, a lo largo de cada una de las corrientes desde la zona alta a la baja. Esta situación difiere de lo encontrado por Fernández et al (2009), Palma et al (2009) y Carrasco et al (2014), quienes evidenciaron que la degradación de las riberas es más intensa en las partes bajas de los ríos, debido a la mayor presión antrópica que presentan, en comparación con las cabeceras.

Al comparar los valores obtenidos entre las tres corrientes del piedemonte del Meta, se encontró que las riberas del río Ocoa tienen la mayor degradación al tener valores de QBR entre pésimo y malo, que coinciden con la mayor intervención por actividades asociadas a la ganadería (65%) y al uso habitacional (6%). En contraposición el río Orotoy y el caño Quenane presentaron valores medios con indicación de calidad intermedia; difieren en que los valores bajos del río Orotoy al parecer están asociados a la ganadería de tipo extensivo, actividad que ocupa el 42% de sus riberas. En tanto, aunque el caño Quenane tiene mayor área con cobertura boscosa (87% del área total de la ribera), obtuvo valores bajos relacionados con la penalización de estructuras dentro del río (cinco puentes en una

longitud de 45,9 km) y con la baja conectividad del bosque de galería con el bosque adyacente, en la mayoría de los casos, condiciones que alteran el funcionamiento de los ecosistemas. Diferentes autores afirman que es imperante determinar los cambios antropogénicos que pueden interrumpir los vínculos entre los ecosistemas (Jackrel y Wootton, 2015; Tonkin, Stoll, Jähnig y Haase, 2015), dado que estas situaciones impactan el mantenimiento de la diversidad local, a una escala a menudo ignorada en los esfuerzos de conservación y restauración.

Por tanto, el uso más frecuente y que afecta el estado de calidad de los bosques de riberas del piedemonte del Meta es la ganadería extensiva, en coberturas de pastos limpios y manejados y en menor proporción el uso habitacional; esta transformación de la cobertura de los bosques de galería por cobertura de pastos repercute en las condiciones y características ecológicas de cada río. Así la pérdida de la vegetación natural y la homogeneización estructural de los sistemas ribereños contribuyen a erosionar el área ribereña, ya que los cambios del uso del suelo, el establecimiento de terrenos agrícola y ganaderos, construcción de infraestructura urbana y puentes, dejan el suelo vulnerable a la erosión (Allan, 2004).

Al considerar la vegetación ribereña y su calidad ecológica como un indicador ambiental de utilidad en la planificación del territorio a escala de cuenca, la mala calidad que presentan los ríos del piedemonte Meta, desde su cabecera hasta su desembocadura, es una situación alarmante que necesita de mayor atención, en especial por que las zonas altas de los ríos son de importancia vital para el suministro de servicios ecosistémicos (Magdaleno-Mas, 2013). Al respecto, si se establece como mínimo 30 m de ribera a cada lado de los cauces, como supuesto, en esta área el río Orotoy debería tener aproximadamente 585 ha de bosque de galería (actualmente tiene 185,1 ha) y el río Ocoa, excluyendo el área urbana, debería tener 484 ha, aunque en la actualidad solo tiene 65,1 ha.

Una adecuada planificación territorial, donde se cumpla con los marcos legales, adoptados para Colombia, asociados a las riberas y sus rondas hídricas, en los que se consideran las áreas ribereñas como zonas de protección, permitiría mantener atenuados los efectos destructores de las inundaciones y asegurar el óptimo funcionamiento del ecosistema

acuático en su totalidad (Naiman, Décamps, McClain, 2005), por lo que es necesario promover el cumplimiento de la norma para incrementar sus áreas y hacer seguimientos a los atributos ribereños, que pueden servir como criterio para la gestión adaptativa de la restauración fluvial (Downs y Kondolf, 2002) y al cambio climático (Lhumeau y Cordero, 2012).

Es importante realizar procesos de conservación en áreas ribereñas puesto que los bosque de galería mantienen el equilibrio y estabilidad, más si se tiene en cuenta que para estos ecosistemas del piedemonte del Meta, se han reportado 118 especies de flora, de las cuales 26 especies están en alguna categoría de amenaza (Cárdenas, 2014; López, 2015). Adicionalmente, en la zona baja del piedemonte, se están deteriorando y perdiendo comunidades vegetales de *Mauritia flexuosa*, que juega un papel importante en la protección del recurso hídrico al constituirse como reservorios de agua, de carbono y de diversidad biológica (Lasso, Rial y González-B, 2013), así como ofrecer diferentes servicios ecosistémicos a las comunidades humanas, (Isaza, 2013; Torres Rubio-Cruz y Trujillo-González, 2015).

Por ello, la importancia de aplicar herramientas sencillas, con el fin de dar una aproximación al estado de conservación de las riberas y ser información base para futuras investigaciones. Al igual que lo expuesto por Rodríguez-Téllez et al. (2012), Fernández et al. (2009), Carrasco et al. (2014 y Posada y Arroyave (2015), en el caso del presente estudio, el índice parece ser idóneo y arrojar resultados confiables sin necesidad de realizar modificaciones. Por otro lado, al comparar el índice realizado *in-situ* y el complementado con herramientas de SIG, son mínimas las diferencias entre los valores. Por ello, es un índice recomendado, para que sea aplicado por las comunidades asentadas en estas cuencas, de forma tal que les permita ser co-gestoras o administradoras de sus territorios. El índice de calidad de ribera QBR permite a los administradores de los recursos naturales inferir sobre el estado de las características ecológicas en las áreas ribereñas y ante el eminente deterioro y pérdida, priorizar áreas a tener en cuenta a la hora de formular medidas de gestión eficientes e inmediatas en los instrumentos de planificación (POMCAS, PORH, OT y PMD), entre sus características cabe destacar que se puede complementar con el SIG y ser una herramienta de aplicación puntual, fácil, rápida, eficiente, y económica.

9 CONCLUSIONES

De acuerdo al índice de calidad de ribera, las condiciones de los ríos Orotoy, Ocoa y caño Quenane se determinan como en mal estado de conservación. Situación relevante y base para la toma de decisiones a nivel local y regionalmente, especialmente denota la necesidad de emprender de acciones y estrategias que permitan su recuperación y posterior conservación; toda vez, que estos ríos y caño se encuentran en la cuenca alta del río Meta zona priorizada para su conservación dentro de la cuenca del Orinoco.

El índice QBR mostró ser una herramienta valiosa, a la hora de realizar una calificación rápida de las condiciones de las riberas del piedemonte del Meta, el cual puede ser utilizado, para el monitoreo de los bosques y de su calidad, tanto por actores locales como por técnicos y expertos involucrados en la toma de decisiones. Por tanto, se convierte en una herramienta práctica y replicable de fácil uso.

La metodología aplicada, el índice de calidad de ribera QBR, y los resultados obtenidos en las áreas objeto del presente estudio, son referentes para el estudio de otras cuencas, especialmente de la Orinoquia, las cuales carecen de información y puede utilizarse como indicadora en procesos de planificación ambiental para las escalas locales y regionales.

Aunque existen diferentes disposiciones normativas del orden nacional al local que regulan las riberas, es deficiente su cumplimiento. Por tanto, la importancia de la adopción de estrategias como el índice de calidad de ribera, que permita a los tomadores de decisiones implementar acciones como la promoción del conocimiento de la biodiversidad asociada a las áreas de ribera, reducción de factores de transformación en áreas de ribera, gestión para la protección de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos, adaptación al cambio climático y gestión del riesgo, educación, monitoreo y seguimiento y oportunidades de gestión territorial.

La armonización de los instrumentos de planificación debe realizarse al menos a escala de trabajo 1:5.000, de forma que las acciones a programar estén acordes con las realidades del territorio y con las situaciones actuales.

En el monitoreo para la recuperación de los bosques ribereños, es imprescindible la participación activa de los actores comunitarios, quienes además harán las veces de veedores de los procesos que se realicen para la recuperación y mantenimiento de estos bosques.

La evaluación de la calidad de la ribera de las cuencas se comporta como un índice de alerta para conocer el estado de los bosques asociados a los cauces de los ríos, y se debe convertir en una herramienta para la planeación y gestión de medidas de mitigación y conservación de los ecosistemas y las cuencas ante los inminentes cambios causados por la intervención antropogénica y naturales.

10 RECOMENDACIONES

Es imperativo articular y cumplir los diferentes instrumentos de planificación y administración de los entes territoriales y de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA, con el fin de recuperar, proteger y mantener los bosques ribereños y sus servicios ambientales. Para el caso del río Orotoy, es necesario hacer trabajo conjunto entre los cuatro municipios de jurisdicción, para establecer un acho mínimo de ribera y vigilar por que se cumplan los acuerdos, de forma tal que el ecosistema este en equilibrio.

Calcular el índice de calidad de ribera QBR para otras cuencas de la región, ubicadas en piedemonte, y contrastar los resultados, con el propósito de proponer un indicador regional de la calidad de las riberas, de acuerdo a su estado, que sirva de proyección y base para la planificación.

Posterior a la aplicación del índice, se identificaron los aspectos que requieren ajustarse y validarse para la aplicación apropiada del Índice QBR. Por ello, sería interesante realizar ajustes al índice de QBR, principalmente a las secciones relacionadas con la estructura y a la calidad de la cobertura vegetal, dado que se hace necesario incluir los estratos arbustivos o del sotobosque y considerar la diversidad de flora; y en menor medida hacer modificaciones a la sección que evalúa el grado de naturalidad del canal fluvial, según las condiciones de las riberas de piedemonte.

Es importante proyectar acciones para la restauración de áreas de ribera, especialmente en las zonas altas de las cuencas, que permitan mantener los servicios ecosistémicos de regulación hídrica, mitigación de eventos de riesgos, hábitat y alimento de la fauna silvestre.

Incluir la aplicación del índice de calidad de ribera –QBR como herramienta diagnostica, en los instrumentos de planificación como los Planes de Ordenación de Cuencas Hidrográficas, Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico u ordenamiento territorial (POT, EOT, PBOT).

Desarrollar estudios en los que se establezcan el ancho de los corredores ribereños necesario, para maximizar la riqueza de especies, para reducir la contaminación puntual del agua y para mantener las dinámicas de inundación para reducir los escenarios de riesgo.

Se puede incentivar el uso del índice de QBR entre las comunidades locales, quienes harían las veces de pseudoinvestigadores, complementados con técnicos especializados en áreas como botánicos, sistemas de información geográfica para generar programas de seguimientos al estado de la zona ribereñas.

Fortalecer los procesos comunitarios, para implementar sistemas de monitoreo locales de la recuperación de los bosques de ribera

11 PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

A continuación se encuentra la propuesta de lineamientos de gestión ambiental, que permitirán mejorar las zonas desprovistas de cobertura vegetal en las riberas y así, favorecer condiciones ambientales adecuadas para el mantenimiento de la diversidad biológica, el recurso hídrico y para el desarrollo de actividades productivas. Además, serán la pauta para armonizar los diferentes instrumentos de planificación, en el mediano plazo (10 años) y podrán ser tenidos en cuenta en la actualización del Plan de Gestión Ambiental Regional (2020 -2029).

Estrategia 1: Promoción del conocimiento de la biodiversidad asociada a las áreas de ribera.

Objetivo: Destacar la importancia de la biodiversidad asociada a las áreas de ribera.

Es inadecuado, planificar sin un conocimiento básico. Por ello, se propone conocer la composición, estructura y potencial uso de la biodiversidad propio de los bosques de ribera. Factor fundamental para su conservación y uso sostenible, para así, incorporar criterios adecuados en los procesos de planificación y toma de decisiones.

Actividades:

1. Realizar investigaciones enfocadas en taxonomía, sistemática de especies de flora y fauna (dinámica y distribución poblacional y biogeográfica).
2. Realizar inventarios y fortalecer colecciones biológicas de referencia, para apoyar procesos de educación, investigación y toma de decisiones.
3. Identificar especies silvestres con algún grado de amenaza o claves para la conservación en las áreas de ribera.
4. Identificar productos forestales no maderables con potencial de aprovechamiento.

Actores a involucrar:

Cormacarena, Universidad de los Llanos, Universidad Santo Tomas, Instituto Alexander von Humboldt, Técnicos de manejo ambiental SENA.

Estrategia 2: Reducción de factores de transformación en áreas de ribera

Objetivo: Fortalecer estrategias que permitan minimizar los factores de transformación en áreas de ribera.

Con esta estrategia, se pretende recuperar el bosque de ribera, para mantener la oferta natural, en zonas que fueron evaluadas con estado pésimo y malo, producto de las prácticas agrícolas y degradación del suelo en los márgenes de los ríos.

Actividades:

1. Estructurar lineamientos para generar acuerdos con propietarios de predios, para el establecimiento de reforestación protectora, con la propagación de especies forestales nativas.
2. Estructurar estrategias de recuperación de ronda y zonas de recarga acuífera en los predios palmeros y ganaderos.
3. Identificar e incentivar iniciativas que se estén implementando, para favorecer la protección de las riberas desde el sector agropecuario y potenciarlas, entre ellas paisajes palmeros biodiversidad, ganadería sostenible, BanCO2, entre otros.
4. Capacitar a los actores locales en temas relacionados con el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales (silvoagrícolas, silvopastoriles), como sistema de producción sostenible, en las áreas adyacentes a las riberas.

Actores a involucrar: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Cormacarena, administraciones municipales, administradores y propietarios de predios, Corpoica, Fedepalma, Fedegan, Ecopetrol y otras empresas del sector minero.

Estrategia 3: Gestión para la protección de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos.

Objetivo: Promover la incorporación y articulación los elementos de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos, con los instrumentos de planificación.

Con esta estrategia se busca responder a la necesidad de fortalecer y ampliar áreas protegidas, del ámbito local.

Actividades:

1. Realizar el acotamiento de rondas hídricas de los cuerpos de agua.
2. Llevar a cabo restauración ecológica participativa de ecosistemas ribereños en toda la longitud de las corrientes, especialmente en zonas con calificación del índice pésima y mala.
3. Establecer áreas de reserva forestal protectora.
4. Inventariar zonas con usos del suelo relacionados con protección y/o conservación, y protección, para diseñar y consolidar estrategias de conectividad entre parches de bosque, mediante el establecimiento de las riberas como rutas de conectividad de los corredores biológicos, para el fortalecimiento de los sistemas socioecológicos.
5. Fortalecer los instrumentos de cumplimiento para la adquisición y/o administración de áreas de importancia estratégica para la conservación de cuencas abastecedoras de acueductos (Decreto 0953 del 2013, Título I).
6. Promover la valoración de los servicios ecosistémicos de las áreas de ribera y del cauce de interés, para diseñar un esquema de compensación o pago por servicios ambientales, que garantice la protección de la ribera, por parte de propietarios (Decreto 870 de 2017).

Actores a involucrar: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Cormacarena y administraciones municipales, administradores y propietarios de predios, líderes comunales, Universidad de los Llanos, Universidad Santo Tomas, Instituto Alexander von Humboldt, Técnicos de manejo ambiental SENA, Fedepalma, Fedegan, Ecopetrol y otras empresas del sector minero.

Estrategia 4: Adaptación al cambio climático y gestión del riesgo

Objetivo: Promover acciones para la adaptación al cambio climático y disminución del riesgo.

Teniendo como antecedente, que los esquemas de ordenamiento territorial de los municipios incluyen las riberas de las fuentes como zonas con alta susceptibilidad, con esta estrategia se busca reducir riesgos, a la vez que se promueve la conservación de los bosques de ribera y mantenimiento de sus servicios ecosistémicos así como la implementación de sistemas productivos sostenible como acciones adaptativas al cambio climático.

Actividades:

1. Identificar zonas de riesgo por inundación y erosión en el área rural, para establecer con los propietarios de fincas un plan de recuperación de los bosques de ribera.
2. Recuperar rondas hídricas en zonas urbanas (desalojar y reubicar obras civiles y/o estructuras provisionales, con fines habitacionales), como medida de contención ante fenómenos de riesgo.
3. Generar cartografía a escala 1:5.000 para la definición de acciones de gestión del riesgo.
4. Fomentar procesos comunitarios que disminuyan la deforestación de las áreas de ribera, y acciones que recuperen y mantengan los servicios de regulación climática e hídrica, asociada a esta cobertura de bosques ribereños.
5. Promover foros o encuentros entre administraciones municipales que compartan la jurisdicción de una cuenca, para que delimiten las riberas de forma articulada y las integren en sus procesos de planificación regional y local, de forma que se garantice el funcionamiento de la cuenca.

Actores a involucrar: Cormacarena, administraciones municipales, administradores y propietarios de predios, consejo departamental y municipal de gestión del riesgo, Fedepalma, Fedegan, Ecopetrol y otras empresas del sector minero.

Estrategia 5: Educación, monitoreo y seguimiento

Objetivo: Fomentar procesos de formación relacionados con la conservación y uso sostenible de los bosques ribereños.

Con esta estrategia se busca fortalecer procesos de formación, sobre la importancia de los bosques de ribera, mecanismos permanentes de comunicación y fortalecer capacidades para el monitoreo y seguimiento del cumplimiento de la norma.

Actividades:

1. Capacitar de forma continua a decisores locales (departamentales, municipalidades y otras instancias), sobre la importancia de las riberas y su inclusión en procesos de planificación ambiental.
2. Promover foros o encuentros regionales para intercambio de conocimiento, saberes y experiencias, y sinergias entre actores sociales e institucionales
3. Fortalecer las capacidades y mecanismos de control de la población (propietarios, arrendatarios) y de los gobiernos locales, para el cumplimiento de la norma, respeto a las áreas de ronda hídrica.
4. Implementar el Índice de calidad de ribera QBR, como instrumento rápido y confiable, con el que se puede obtener información de la calidad ecológica de las riberas, al momento de tomar decisiones de manejo ambiental.
5. Establecer una red de monitoreo, donde las comunidades locales realicen las acciones de seguimiento con el uso del índice QBR.
6. Fortalecimiento de jóvenes líderes como veedores de los procesos de recuperación de bosques de riberas, especialmente dirigidos a temas de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático

Actores a involucrar: Cormacarena, Universidad de los Llanos, Universidad Santo Tomas, Instituto Alexander von Humboldt, Técnicos de manejo ambiental SENA, Instituciones educativas aledañas, administraciones municipales, administradores y propietarios de predios, líderes comunales.

Estrategia 6: Oportunidades de gestión territorial

Objetivo: Fortalecer y gestionar la articulación de los elementos de las zonas de ribera con los instrumentos de planificación regional y local.

Con esta estrategia se pretende lograr la incorporación y articulación de los instrumentos de planificación y administración de diferentes niveles, en pro de la recuperación de los bosques de ribera.

Actividades

1. Articular el marco normativo de las zonas de ribera y ronda hídrica en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
2. Incorporar el componente programático de los POMCAS asociado a zonas de ribera y ronda hídrica, con los planes y procesos de ordenación y manejo ambiental y territorial de los entes territoriales, del nivel local y regional.
3. Consolidar una red, con actores en diferentes grados de involucramiento y de participación intersectorial, respaldados por un marco político y legal, para el restablecimiento y recuperación y mantenimiento de riberas que funciona bajo un proceso de institucionalidad local.
4. Gestionar fondos y recursos para el desarrollo de las actividades en pro de la recuperación de áreas de ribera, en el esquema de pago por servicios ambientales, redes de reserva de la sociedad civil y ONG's Internacionales.
5. Evaluar indicadores del Plan estratégico para la diversidad biológica 2011 - 2020 y las metas Aichi, para que desde las administraciones municipales y las autoridades competentes realicen control, monitoreo y mantenimiento de las acciones realizadas o a realizar en las áreas de ribera.

Actores a involucrar: Cormacarena, administraciones municipales, ONG's Internacionales, Fedepalma, Fedegan, Ecopetrol y otras empresas del sector minero.

ANEXOS

Anexo 1. Acciones propuestas en cada uno de los instrumentos que intervengan en la protección de las riberas para el piedemonte del departamento del Meta.

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
Resolución 2103 de 2012 - Por la cual se realindera el área de Reserva Forestal Protectora "Quebrada Honda y caño Parrado y Buque" y se toman otras determinaciones	Realindera el área de Reserva Forestal Protectora "Quebrada Honda y caño Parrado y Buque" declarada mediante Resolución 59 de 1945 por el Ministerio de la Economía Nacional	-	-	Es un determinante ambiental, norma superior de jerarquía, que no puede ser desconocida, contrariada o modificada en la elaboración, revisión y ajuste y/o modificación del POT del municipio de Villavicencio.
PORH Acacias, Acaciitas y Orotoy	-	-	-	-
PORH río Ocoa Upín y Caney, Caños Buque, Maizaro , Iriqué, Sibao, Camoa, Cural, Curalito, Seco y Caraño.	Establecer las estrategias y parámetros de protección de las zonas que rodean los nacimientos de los cuerpos de agua superficial en jurisdicción de CORMACARENA.	Control de calidad y conservación del hábitat natural relacionado con las fuentes hídricas priorizadas por CORMACARENA.	Documento de diagnóstico de las zonas que serán protegidas Documento de Delimitación y clasificación de las áreas donde se encuentran los nacimientos de agua. Número de zonas y parámetros de protección establecidos. Plan de actividades de gestión para los hábitat y cuerpos de agua elegidos para ser protegidos. Número de usuarios sensibilizados y/o capacitados.	Protección y conservación de la ronda y nacimientos de los cuerpos de agua objetos de ordenación.
Pomca del río Guatiquía	-	Conservación de áreas estratégicas para la sostenibilidad de la Cuenca.	Predios adquiridos y/o administrados áreas adquiridas y administradas para la conservación del recurso hídrico Áreas reforestadas y/o revegetalizadas para la protección de cuencas abastecedora	-
Pomca del río Acacias – Pajure	-	Restauración y conservación de biodiversidad en zonas para el mantenimiento de la riqueza hídrica y susceptibles de amenazas	-	Recuperación y conservación de manantiales, nacederos, lagunas y/o zonas pantanosas priorizadas
			-	Caracterización, preservación y conservación de cobertura boscosa y fauna silvestre en zonas forestales protectoras y para el mantenimiento de la riqueza hídrica

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
POT del municipio de Villavicencio	Artículo 24	Clasificación de los Ecosistemas de Importancia estratégica para la Conservación del Recurso Hídrico.	-	-
	Artículo 25, 26, 27 y 28.	Determinación de los Retiros de Fuentes Hídricas RFH.	-	En las dos márgenes de todo su recorrido un retiro de cuarenta y cinco (45) metros medido a partir de la cota máxima de inundación para un período de retorno de cincuenta (50) años, de acuerdo con lo establecido en el estudio de Levantamiento topográfico de la ronda hídrica del Río Ocoa a partir de la cota máxima de inundación con un periodo de retorno de diez años. Los primeros 30 metros serán destinados para la protección hídrica FPH y a los 15 metros para recreación pasiva y movilidad no motorizada FMA.
	Artículo 32	Corredor Biológico Pernambuco – Quenane	En el mediano plazo, la Secretaría de Medio Ambiente SEMA procederá a la delimitación física, alinderamiento, georeferenciación y caracterización de los corredores biológicos, mediante el establecimiento de una línea base física y biótica, de las rondas hídricas de los caños y terrenos aledaños, a los cauces hídricos	Se permitirán el uso forestal Protector en las partes que corresponden a las Rondas Hídricas (50 metros a lado y lado del respectivo cauce), mientras que para el área restante se permitirá el Uso Protector y Uso protector-Productor sin extracción maderera de aserrío o rolliza
	Artículo 281	Acciones	-	Prohibir la construcción de muros, culatas o cualquier otro tipo de cerramiento en los linderos de áreas privadas con áreas públicas tales como rondas, retiros, relictos boscosos; garantizando la integración de los mismos a través de plazas, plazoletas, zonas de aprovechamiento comercial, vías marginales o frentes de manzana y/o predios, devolviendo el valor ambiental y paisajístico así como un diseño de entorno de calidad a las áreas públicas mencionadas.

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	Artículo 347	Régimen de Uso para las áreas de conservación y protección ambiental.	-	Actividad Conservación: Zonas de rondas hídricas Uso Principal: Protección y conservación del cauce y su zona de divagación. Uso Compatible: Investigación sobre aspectos hidráulicos y geomorfológicos, regeneración natural e inducida de bosques de galería. Uso Condicionado: Recreativo durante los periodos de estiaje, pesca controlada, explotación de materiales para construcción, previa reglamentación de este uso. Uso Prohibido: Vivienda, agrícola, tala de árboles.
PBOT del municipio de Acacias	Artículo 8	Estrategias. Protección del Recurso Hídrico	Rondas y Zonas de Manejo, y Protección Ambiental río Orotoy...	El Municipio garantizará la preservación y restauración ecológica de los elementos constitutivos del sistema hídrico, como principal conector ecológico y estructura básica del Ordenamiento Municipal. Tales elementos comprenden: ... Rondas y Zonas de Manejo, y Protección Ambiental de los Ríos Acacias, Acaciñas, Cola de Pato, Guayuriba, Orotoy, Manzanares, Guamal, Sardinata y Chichimene, entre otros...
	Artículo 23	Dimensión de las zonas de manejo y preservación ambiental	-	Fuentes hídricas de primer orden a partir de la cota máxima de inundación 50 metros
	Artículo 371	Estructura ecológica principal	...Río Orotoy...	Todos los elementos que conforman la Estructura Ecológica Principal son suelo de protección, incluidos sus rondas y zona de manejo y preservación ambiental. La delimitación precisa decada uno de ellos y la descripción de cada uno de sus componentes, se consigna en los planos CU-5, CP1-8, CP2-8, y CP3-8 denominados "Estructura Ecológica Principal de la cabecera municipal y los centros poblados, que hacen parte integral del presente Acuerdo".

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	Artículo 381	Tratamiento de protección Ambiental: Preservación del Sistema Hídrico.	-	Este tratamiento es aplicable a las rondas y zonas de manejo y preservación ambiental de los nacedores, cursos, corrientes de agua y humedales que componen la Estructura Ecológica Principal. En estas zonas no se permitirán urbanizaciones ni construcción de viviendas, comercios, industrias ni establecimientos institucionales. Tampoco se autorizará explotaciones mineras o de materiales de arrastre.
EOT del municipio de Castilla La Nueva	Artículo 24	Protección - Conservación	... río Orotoy...	Corresponde a un tipo de uso de la tierra donde persiste la preservación en su estado natural o actual de las condiciones que caracterizan dichas áreas con sus valores paisajístico y/o áreas donde se manejan criterios de conservación de los recursos hídricos y bióticos, tales como las rondas ...
	Artículo 55	Áreas "no edificables"	-	...rondas de los ríos y se extiende este principio o concepto a las franjas de los ríos dedicadas según legislación nacional vigente a programas de reforestación o protección de caudales...
	Artículo 112	Son "Áreas no edificables"	-	Las rondas de los ríos, caños quebradas y nacimientos de aguas; las áreas con pendientes excesivas, los aislamientos de canales, represas, acueductos rurales, zonas de seguridad de pistas aéreas.
EOT del municipio de Guamal	Artículo 19	Suelo de Protección de Interés Ambiental Área Rural.	-	Parágrafo 4. Declárese como ecosistema estratégico y de protección ambiental las cuencas de las fuentes proveedoras de aguas de los acueductos urbanos y rurales como son: río Orotoy ... Parágrafo 7. Declárense como zona prohibida para el explote de material de río el área comprendida en los siguientes trescientos (300) metros aguas arriba como aguas abajo de los puentes sobre el río Guamal, Humadea, Orotoy y brazo del río Guamal. También se prohíbe la extracción de material en las riberas de los ríos de la jurisdicción del municipio en un área de 30 metros contados desde la orilla al centro del río...

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	Artículo 21	Zona de Alto Riesgo de Inundación Zona Rural	-	Dentro de la zona de alto riesgo de inundación se hallan las áreas ubicadas a las márgenes de los ríos Guamal, Orotoy y ...
	Artículo 24	Adoptase para el suelo rural del municipio de Guamal los siguientes usos del suelo	-	De esparcimiento: Áreas naturales de riqueza paisajística y lugares creados para turismo, pertenecen a ese uso los balnearios, rondas de ríos y demás cuerpos de agua, parques recreativos, zonas verdes de dominio público. Se incluyen en esta categoría las zonas aledañas a las vías que sean declaradas como de carácter suburbano y cuyo uso es el agroturismo.
	Artículo 33	Sobre La Normativa Para Parcelaciones en el área Rural.	-	El área bruta urbanizable no deberá exceder el 70%. Entendiéndose por ésta como el área resultante de descontar las áreas no urbanizables (rondas de caños, humedales, zonas verdes estratégicas etc) del área total.
EOT del municipio de San Carlos de Guaroa	Artículo 26	Áreas de reserva para la conservación y protección del medio Ambiente	-	Se declaran suelos de protección las rondas de las fuentes hídricas y diversos cuerpos de agua, de la siguiente manera: a) Para los ríos de mayor caudal: rondas entre 50 y 100 metros a cada lado. b) Para quebradas: rondas entre 30 y 50 metros a cada lado. -Para caños: entre 10 y 30 metros a cada lado.
	Artículo 164	Estrategias	-	Formulación e Implementación un programa de protección y manejo para las áreas forestales protectoras de ronda de protección hídrica y relictos boscosos existentes en el área urbana y rural del municipio de San Carlos de Guaroa.
	Artículo 165	Acciones para la reducción del riesgo	-	Recuperación de rondas hídricas como medida de contención ante fenómenos de inundación; desarrollar acciones de recuperación y paisajismo sobre las rondas río frío, los drenajes y sobre aquellas áreas en las que se llevan a cabo actividades mineras; recuperación de suelos sobre aquellos sectores que se encuentran erosionados con el objetivo de contener los posibles efectos que ocasiona la amenaza por remoción en

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
				masa; ampliación, adecuación y mantenimiento de drenajes urbanos con el objetivo de reducir la amenaza de inundación por falla hidráulica.
	Artículo 173	Áreas de especial importancia ecosistémica	-	Parágrafo 2. Las obras civiles y/o estructuras provisionales con fines habitacionales que se encuentren ubicadas al interior de las rondas hídricas de protección, deberán ser desalojadas y reubicadas por parte de la Administración Municipal. Los propietarios de dichas obras o estructuras que deseen reubicar sus viviendas, podrán obtener por parte de la administración municipal una licencia temporal con un límite de tiempo máximo de un (1) año mientras se realiza la totalidad del proceso.
	Artículo 174	Áreas de especial importancia ecosistémico	... río Orotoy...	Las franjas de protección se determinaron a partir de lo estipulado al interior de los tres (3) instrumentos de planificación (POMCAS) aprobados y adoptados por CORMACARENA, como instrumentos de mayor jerarquía... para estos se propenderá por la protección de una franja hídrica de 100 metros medida a partir de la cota máxima de inundación, siguiendo lo establecido por el Artículo 17 y 53 del Acuerdo No.040 del 12 de Diciembre de 2000.
	Artículo 175	Usos rondas de protección municipal San Carlos de Guaroa	-	Usos Compatibles: Investigación, recreación contemplativa, restauración ecológica y repoblación de especies silvestres. Usos prohibidos: Actividades urbanísticas, asentamientos humanos, tala, quema, caza, explotación minera, explotación de hidrocarburos, actividades agrícolas y pecuarias, desarrollos industriales.
	Artículo 176	Rondas hídricas intervenidas	-	A partir de la fecha de aprobación del presente acuerdo las obras civiles o estructuras provisionales que invadan las franjas de protección deberán ser desalojadas y reubicadas por parte de la Administración Municipal con el fin de restablecer paulatinamente las condiciones ecológicas y ecosistémicas de dichos cauces.

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	Artículo 179	Pago por servicios ambientales	-	Las actividades de conservación realizadas en las rondas de protección por parte de propietarios de predios, puede verse reflejada con la condonación de algún tipo de impuesto el cual debe ser concertado directamente con la administración municipal.
Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) – Cormacarena	Desarrollar todo lo relacionado con la implementación de medidas para la conservación, protección, restauración y manejo de los recursos naturales renovables y de la biodiversidad, con especial énfasis en el agua, la flora, la fauna y el suelo	Protección, conservación y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad	-	Promover, proyectar y desarrollar programas de reforestación, recuperación y mantenimiento de la cobertura boscosa de por lo menos 20.000 Hectáreas.
			-	Adelantar acciones de protección, adquisición y/o administración de áreas de importancia estratégica para la conservación de cuencas abastecedoras de acueductos municipales o veredales.
Plan de acción – Cormacarena	Recuperación y conservación de áreas para mantener la oferta natural.	Gestión de la base natural del Meta que potencie el bienestar humano y el crecimiento verde.	No de municipios con acompañamiento para la implementación de PSA, adquisición o administración de predios y/ delimitación de áreas protegidas	Implementar estrategias de conservación de áreas prioritarias
			No de procesos desarrollados	Fomentar procesos comunitarios que disminuyan la deforestación
Plan de desarrollo municipal de Villavicencio	Conservar el recurso hídrico	Unidos podemos gestionar un ambiente sostenible	Número de predios adquiridos según artículo 11 de la Ley 99 de 1993.	Adquirir predios según artículo 11 t de la Ley 99 de 1993.
	Potenciar la gestión del riesgo y cambio climático	Unidos podemos salvar vidas con la gestión integral del riesgo de desastre	Caracterización de los caños y quebradas de las cuencas del municipio de Villavicencio, gestionada	Gestionar la caracterización de los caños y quebradas de las cuencas del municipio de Villavicencio
			Gestión de recuperación de caños y quebradas realizada	Gestionar la recuperación de caños y quebradas
Plan de desarrollo municipal de Acacias	Mitigar y prevenir problemas de carácter ambiental con el fin de lograr un desarrollo sostenible que permita controlar los impactos de las actividades y servicios del municipio sobre el ambiente	Gestión ambiental colectiva	-	Comprar las áreas que abastecen los acueductos municipales Realizar reforestaciones para recuperar zonas del municipio afectadas por conflictos de uso

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
Plan de desarrollo municipal de Castilla La Nueva	-	El medio ambiente, futuro para nuestras generaciones	-	<ul style="list-style-type: none"> - Comprar 10 Ha para conservación en fuentes hídricas. - 600 personas de la comunidad vinculadas a proyectos ambientales - 250 Habitantes vinculados al programa de protección de la biodiversidad - Plan de Ornato y Paisajismos implementado - Reforestación de 100 Ha por parte de ECOPETROL S.A., en convenio con el Municipio. - Implementación EOT
Plan de desarrollo municipal de Guamal	Identificar y definir áreas de ecosistemas para la protección de páramos, humedales, lagunas, esteros y nacimientos acuíferos que serán garantizados con la realización de jornadas de sensibilización a la comunidad, sobre la importancia de lo ambiental y con el establecimiento y aplicación del comparendo ambiental.	Guamal como modelo de protección ambiental	Porcentaje de suelo municipal con ecosistemas singulares que merecen ser protegidos	3 áreas de ecosistemas, para protección de páramos, humedales lagunas, esteros y de nacimiento de acuíferos identificadas y actualizadas.
				1 Proyecto de restauración ecológica de biodiversidad Implementado
				90 hectáreas adquiridas para la conservación del recurso hídrico
				7000 árboles sembrados para la protección de cuencas y recuperación de suelos
				7 jornadas de capacitación y sensibilización sobre el cambio climático y el calentamiento global
				4 jornadas realizadas con las empresas privadas sobre la necesidad de proteger los recursos ecosistémico
				3 acciones de gestión para realizar convenios en pro de la recuperación de suelos, aumentar la capacidad hídrica y producir oxígeno
Plan de desarrollo municipal de San Carlos de Guaroa	-	Ecosistemas y territorios para vivir	Hectáreas en procesos de restauración	Adquirir hectáreas de terreno para conservación de recurso hídrico para el abastecimiento de acueductos urbano y rural
				Realizar actividades para la identificación, conservación, protección, restauración de los ecosistemas estratégicos (humedales, áreas protegidas, cuencas y microcuencas)
Plan de desarrolla Departamental - Meta	Disponer de información y documentación oficial que sirvan como soporte investigativo en la toma de	Gestión para protección de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos	Número de hectáreas de interés ambiental en el departamento con acciones de conservación, recuperación y restauración.	Implementar acciones de conservación, recuperación y restauración en (100) Has de interés ambiental en el departamento.

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	decisiones para el manejo de los recursos naturales y promover la investigación aplicada a la biodiversidad y los ecosistemas estratégicos.		Número de hectáreas reforestadas en el departamento con acciones de manejo silvicultural y/o mantenimiento.	Implementar acciones de manejo silvicultura y/o mantenimiento de 173 hectáreas
	Adquisición de predios ubicados en la zona de protección de cuencas abastecedoras de acueductos y la apuesta para el diseño de un esquema de pagos por servicios ambientales que permita garantizar la conservación de estos ecosistemas estratégicos para garantizar la continuidad del vital líquido.	Preservación y recuperación de la fuentes hídricas abastecedoras de acueductos	Número de hectáreas para protección y conservación ambiental especial del recurso hídrico adquiridas.	Adquirir 421 Has para protección y conservación ambiental especial del recurso hídrico.
			Número de medidas adoptadas para la protección de recurso hídrico abastecedor de acueductos	Adoptar las medidas para adquirir, mantener y vigilar los predios destinados a la protección de recurso hídrico abastecedor de acueductos
Adquisición de Áreas de Interés para Acueductos Municipales.	Sugerencia para la adquisición predial	-	-	Río Acacitas y quebrada las blancas municipio de Acacias
				Caño Buque y Maizaro (Tributarios del río Ocoa) municipio de Villavicencio
Región administrativa y de planeación estratégica (RAPE)	Estructurar e implementar proyectos para la conexión de corredores biológicos y la consolidación de ecosistemas y programas de páramos	Sustentabilidad eco sistémica y manejo del riesgo.	-	Formular e implementar una acción de cambio climático asociada a la gestión integral del recurso hídrico y resiliencia regional
Política nacional para la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémico	Biodiversidad, conservación y cuidado de la naturaleza	Fortalecer y articular acciones de conservación y manejo <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de la biodiversidad a través de la preservación, restauración y uso sostenible ligado a prácticas tradicionales no perjudiciales, tanto en áreas silvestres como en paisajes transformados para mantener la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y el suministro de servicios ecosistémicos a escalas nacional, regional, local y transfronteriza.	-	-

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
	Biodiversidad, desarrollo económico, competitividad y calidad de vida	Incorporar y mantener sistemas de conservación de la biodiversidad en sistemas productivos y extractivos, como estrategia para mantener e incrementar la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para la calidad de vida.	-	-
Plan estratégico para la diversidad biológica 2011 - 2020 y las metas Aichi	Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética	Para 2020, al menos el 17 por ciento de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10 por ciento de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.	-	-
	Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos	Para 2020, se han restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.	-	-
Plan nacional para la gestión del recurso hídrico	Oferta: Conservar los sistemas naturales y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país	Conservación: Esta estrategia se orienta a la restauración y preservación de los ecosistemas considerados clave para la regulación de la oferta hídrica, tales como acuíferos, glaciares, páramos, humedales, manglares, zonas de ronda, franjas forestales protectoras, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, áreas marinas y costeras, entre otros	-	Promover y apoyar procesos nacionales, regionales y locales para la protección, conservación y restauración de los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, a través de acciones como la formulación e implementación de planes de manejo cuando haya lugar.
			-	Adquirir, delimitar, manejar y vigilar las áreas donde se encuentran los ecosistemas clave para la regulación de la oferta del recurso hídrico.
			-	Definir los caudales mínimos necesarios para el mantenimiento de las corrientes superficiales y sus ecosistemas acuáticos

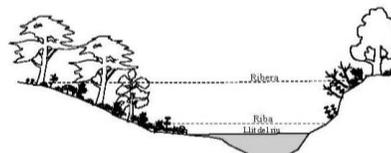
Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
				asociados, e implementar medidas para garantizarlos
Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco - Colombia	Estrategia de caracterización de los componentes de la biodiversidad	Recurso hídrico y biodiversidad	-	Promover el conocimiento, protección, conservación y uso sostenible de la biodiversidad a través de la planificación, ordenamiento y gestión de cuencas hidrográficas
	Estrategia de consolidación y ampliación de los sistemas nacionales, regionales y locales de áreas protegidas	Conservación del recurso hídrico	-	Implementar y fortalecer programas de ordenamiento de cuencas y subcuencas hidrográficas para la conservación de la biodiversidad, incluyendo acciones de monitoreo de calidad y cantidad y articulación con planes de ordenamiento territorial y planes de manejo de áreas protegidas.
Plan Estratégico de la Macrocuenca del Río Orinoco*	-	-	-	-
Visión Meta 2032: territorio integrado e innovador	Posicionar al Meta como territorio sostenible, con el compromiso y vinculación de todos los actores públicos, privados y comunitarios, mediante la consolidación de una cultura ambiental colectiva.	Programa para el fortalecimiento de los corredores biológicos de desarrollo socioambiental con proyección regional y local.	-	-
Visión de visiones del desarrollo sostenible de los Llanos Orientales	Agua y Biodiversidad, Determinantes para el Desarrollo Territorial	Hidropolítica para la Vida	-	La hidropolítica definiría el ordenamiento del territorio y los usos del suelo a fin de generar territorios sostenibles, al colocar el agua como centro de las relaciones entre los grupos humanos asentados, en lo mítico y patrimonial, y con la puesta en marcha de acuerdos con criterios de gobernanza, una participación amplia y democrática de los diversos actores y organizaciones, y la capacidad de negociación de sus diversos intereses a fin de que se gesten y mantengan en el tiempo.
			-	Con la hidropolítica un gobierno colectivo del agua sería la estrategia de conservación de la riqueza del elemento natural, con un nuevo pensamiento y acción que incorpore el conocimiento y genere la tecnología necesaria para asegurar la vida a las

Cumplimiento del instrumento	Artículo u Objetivo	Programa	Indicador	Meta
				generaciones actuales y futuras, con la posibilidad de construir modelos nuevos que permitan conciliar y buscar soluciones reales concertadas y de uso sostenible.
		Biodiversidad soporte del Desarrollo Integral Regional	-	Conformación de paisajes diversos multifuncionales conciliará procesos de uso del suelo, formas alternativas de producción y conservación de ecosistemas estratégicos

* Este plan se encuentra en la fase de diagnóstico, por lo cual hasta el momento no existen lineamientos de acción.

Anexo 2. Formato para la calificación del índice QBR. Tomado de Munné et al (2003).

Calificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Cauce: _____

Coordenadas: _____

Altitud: _____

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Estación	
Observador	
Fecha	

Aguas arriba	
Otros	

Grado de cobertura de la ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y el 50%
-10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	Recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y el 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y el 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	Recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y el 25 %
0	Sin árboles y con arbustos por debajo del 10 %
+ 10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre el 25 y el 50 %
+ 5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y la de árboles con sotobosque
- 5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre más del 50 %
- 5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre menos del 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la ribera*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	Sin árboles autóctonos			
+ 10	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+ 5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
+ 5	Si las diferentes especies se disponen en bandas paralelas al río			
+ 5	Si el número diferente de especies de arbustos es (ver lista en el reverso)	> 2	>3	>4
- 5	Si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	Si existe alguna sp.introducida (alóctona)** aislada			
- 10	Si existen spp. alóctonas** formando comunidades			
- 10	Si existe vertido de desperdicios			

Grado de naturalidad del canal fluvial

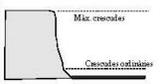
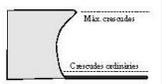
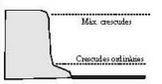
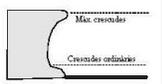
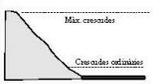
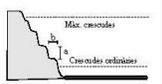
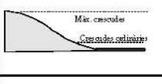
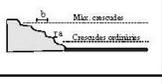
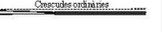
Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	El canal del río no ha sido modificado
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

*** Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, Calidad de la cobertura)**

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda del lecho, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona de ribera	Puntuación			
	Izquierda	Derecha		
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			6	6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y el 75 °, escalonado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el lecho y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre el 20 y el 45 °, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			2	2
Pendiente < 20 °, ribera uniforme y plana.			1	1

Existencia de una isla o islas en medio del lecho del río		
Anchura conjunta "a" > 5 m.		- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1

Capacidad potencial para soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para que arraigue una masa vegetal permanente		
> 80 %	No se puede medir	
60 - 80 %	+ 6	
30 - 60 %	+ 4	
20 - 30 %	+ 2	
Puntuación total		

Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad para poseer un bosque extenso.
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de ríos.
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso.

Observaciones:

Anexo 3. Descripción de la estructura de la vegetación de ribera de los ríos Orotoy y Ocoa y caño Quenane.

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
Río Orotoy			
1	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierto	
2	Estrato arbustivo y herbáceo	Semiabierta	
3	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Extremadamente abierta	
4	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Extremadamente abierta	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
5	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Extremadamente abierta	
6	Estrato arbustivo y herbáceo	Semiabierta	
7	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Extremadamente abierta	
8	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Extremadamente abierta	
9	Estrato arbustivo y herbáceo	Semiabierta	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
10	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	
11	Predomina el estrato herbáceo y en menor proporción el arbustivo	Abierta	
12	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Semiabierta	
13	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Semiabierta	
14	Estrato arbustivo y herbáceo	Muy abierta	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
15	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Semiabierta	
Río Ocoa			
1	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierta	
2	Estrato arbustivo y herbáceo	Abierta	
3	Estrato arbustivo y herbáceo	Abierta	
4	Estrato arbustivo y herbáceo	Abierta	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
5	Estrato arbustivo y herbáceo	Abierta	
6	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	
7	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	
8	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	
9	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
10	Estrato herbáceo	Extremadamente abierta	
11	Estrato arbustivo y herbáceo	Abierta	
Caño Quenane			
1	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierto	
2	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierto	
3	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierto	

Estación ID	Estructura		Foto
	Vertical	Horizontal (Recubrimiento)	
4	Combinación del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo	Poco abierto	
5	Estrato arbóreo y arbustivo	Poco abierto	
6	Estrato arbóreo y arbustivo	Poco abierto	
7	Estrato arbóreo y arbustivo	Poco abierto	
8	Estrato arbóreo y arbustivo	Poco abierto	

Anexo 4. Composición florística de bosques de galería del piedemonte del Meta.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet.	Guarupayo
Annonaceae	<i>Rollinia edullis</i> Triana & Planch.	Anon de Monte
	<i>Xylopia amazonica</i> R.E.Fr.	Varablanca
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam). Mart.	Malagueto
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl.) Woodson	Platanote
	<i>Lacmellea edulis</i> H.Karst	Tachuelo
	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	Jazmín
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Tortolito
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma Guichire
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.F	Moriche
	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Palma unama
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl	Palma choapo
Bignonaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Pavito
	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl	Gualanday
	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Floramarillo
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Cañaguate (Mango)
Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i> Willd.	Achiote de monte
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Anoncillo
Burseraceae	<i>Crepidospermum goudotianum</i> (Tul.) Triana & Planch	Pepa de loro
	<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Copal / Protium
	<i>Trattinnickia cf. aspera</i> (Standl.) Swart	Caraño 2
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Caraño
Caesalpinaceae	<i>Senna bacillaris</i> var. <i>benthiana</i> (J.F. Macbr.) H.S. Irwin & Barneby	Velero
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb	Bruscón
Cecropiaceae	<i>Cecropia engleriana</i> Sneath	Yarumo
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i> L.	Garrapato
	<i>Licania latifolia</i> Benth. Ex Hook. F.	Licania
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cachicamo
	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng	Bototo
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell.	Macano - Chipo
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Chaparro lagunero
Esterculiaceae	<i>Sterculia guapayensis</i> Cuatrec	Camajón
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Carnegallina
	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Sangregado
	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	Lechero

Familia	Nombre científico	Nombre común
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Caucho
Flacourtiaceae	<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	Huesito
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L) Triana & Planch	San Juan, Juanito
	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Manchador
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre
	<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	Lacre
Lauraceae	<i>Aniba cf. panurensis</i> (Meisn.) Mez	Oloroso
	<i>Nectandra cuspidata</i> Ness& Mart.	Laurel
	<i>Ocotea cf. floribunda</i> (Sw.) Mez	Laurel
	<i>Ocotea cf. guianensis</i> Aubl.	Laurel
	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Laurel Blanco
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Amarillo
Lecythidaceae	<i>Eschweilera cf. parvifolia</i> Mart. ex DC.	Fono
	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	Mortecino
	<i>Couropita guianensis</i> Aubl	Maraco, Taparon
Leguminosae	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Trestablas
	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Dormidero
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Brasil
	<i>Inga cf. punctata</i> Willd	Guamo
	<i>Inga psittacorum</i> Uribe	Guamo chicharron
	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Guamo blanco
	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	Chocho
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Vainillo
	<i>Swartzia cf. arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Frijolillo
	<i>Swartzia cf. trianae</i> Benth	Brasil rosado
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp.	Curare
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> Kunth	Peralejo
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Pomo; Níspero; Guayabo de pava
	<i>Bellucia grossularioides</i> (L) Triana	Coronillo, Guayabo de monte
	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin	Tuno amarillo
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC	Tuno blanco
	<i>Miconia splendens</i> (Sw.) Griseb.	Tuno
	<i>Miconia cf. myriantha</i> Benth	Tuno blanco
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Palotigre/Trompillo
	<i>Guarea cf. kunthiana</i> A, Juss	Cedrillo

Familia	Nombre científico	Nombre común
	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo
Mimosaceae	<i>Calliandra cf pittieri</i> Standl	Carbonero
	<i>Enterolobium schomburkii</i> (Benth) Benth	Orejero
	<i>Inga punctata</i> Willd	Guamo Churimo
	<i>Inga</i> sp.	Guamo
	<i>Mimosa trianae</i> Benth	Yopo
	<i>Stryphnodendron cf. guianense</i> (Aubl.) Benth	Dormidero
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Ajicillo
Moraceae	<i>Ficus gigantocyce</i> Dugand	Higueron
	<i>Ficus</i> sp.	Caucho
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Mora
	<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	Caucho amarillo
	<i>Perebea xanthochyma</i> H.Karst.	Cauchillo/Cerezo
	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr.	Lecheperra
Myristicaceae	<i>Virola peruviana</i> (A.DC.) Warb.	Sangretoro
Myrsinaceae	<i>Stylogyne longifolia</i> (Mart. Ex Mig) Mez	Uva de monte
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Mirto
	<i>Myrcia cf. paivae</i> O.Berg	Arrayán
	<i>Myrcia cf. splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán rojo 3
	<i>Myrcia</i> sp.	Arrayan
Nyctaginaceae	<i>Neea amplifolia</i> Donn. Sm.	
Piperaceae	<i>Piper cf hispidum</i> Sw	Corrdoncillo blanco
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Candelo
	<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg.	
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Varasanta
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharó
Rubiaceae	<i>Alseis cf blackiana</i> Hemsl.	Aceituno
	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Perita
	<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.	Turmaemico
	<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A. Br. Ex Mart.) Klotzch	Cascarillo
	<i>Psychotria brachiata</i> Sw	Algodoncillo
	<i>Randia cf. armata</i> (Sw.) DC.	Cruceto
	<i>Wittmackanthus stanleyanus</i> (M.R.Schomb.) Kuntze	Huesito
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess	Clavito
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i> Poepp.	Guacharaco
	<i>Cupania scrobiculata</i> Rich	Mestizo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Caimito
	<i>Pouteria baehniiana</i> Monach.	Caimo
Simaroubaceae	<i>Simaruba amara</i> Aubl.	Machaco

Familia	Nombre científico	Nombre común
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Vaporub
Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.	Galán de noche
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumo
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Caimarón
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Caimarón
Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	Botagajo; Manteco

Fuente: Bohórquez- Gutiérrez et al. (2011); Cárdenas (2014); López (2015).

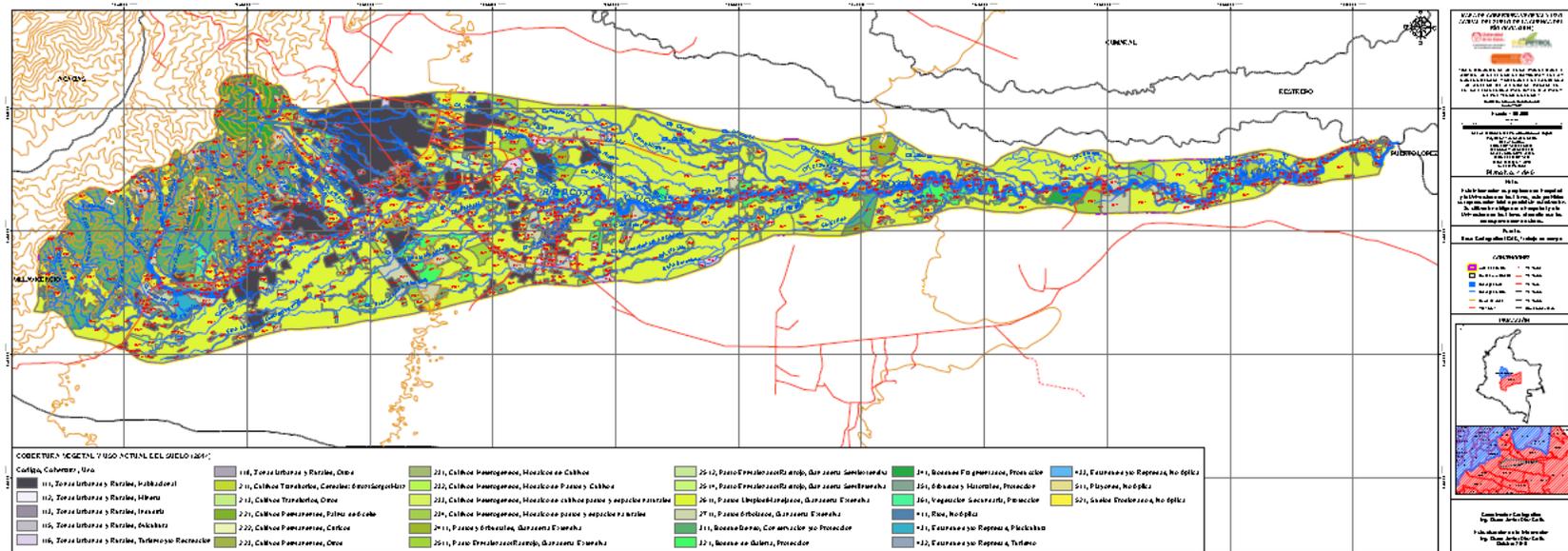
Anexo 5. Especies amenazadas, casi amenazadas y con preocupación menor reportadas para bosque de galería de piedemonte del Meta.

Nombre científico	Libros rojos*	Resolución 0192 de 2014	UICN
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	LC		
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	LC		
<i>Cedrela odorata</i> L.	EN	EN	VU
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	LC		
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth			LC
<i>Eschweilera</i> cf. <i>parvifolia</i> Mart. ex DC.	LC		
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	LC		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	LC		
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	LC		
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	LC		
<i>Hirtella americana</i> L.	LC		
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	NT		LC
<i>Inga</i> cf. <i>punctata</i>	LC		LC
<i>Inga psittacorum</i> Uribe			LC
<i>Inga sapindoides</i> Willd.			LC
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	LC		
<i>Licania latifolia</i> Benth. Ex Hook. F.	LC		
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	LC		
<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C. C. Berg	VU		
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	LC		
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	LC		
<i>Randia</i> cf. <i>armata</i> (Sw.) DC.	LC		
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl	LC		
<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel.) Exell.	LC		
<i>Trattinnickia</i> cf. <i>aspera</i> (Standl.) Swart	VU		
<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	LC		

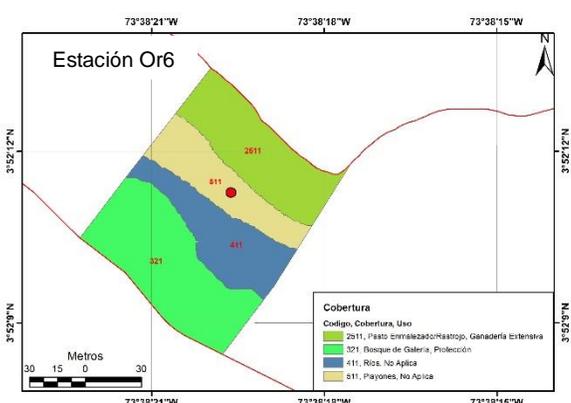
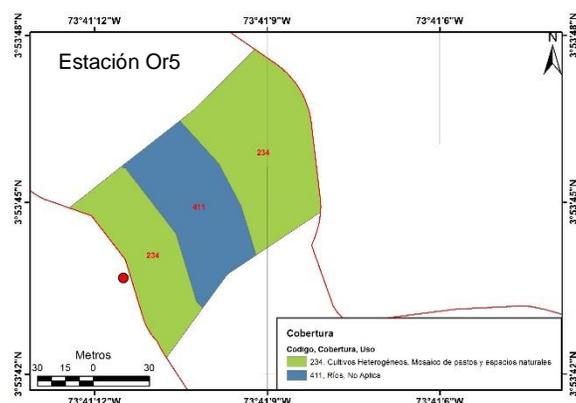
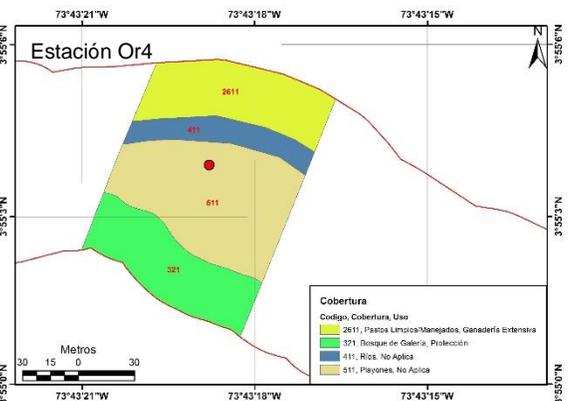
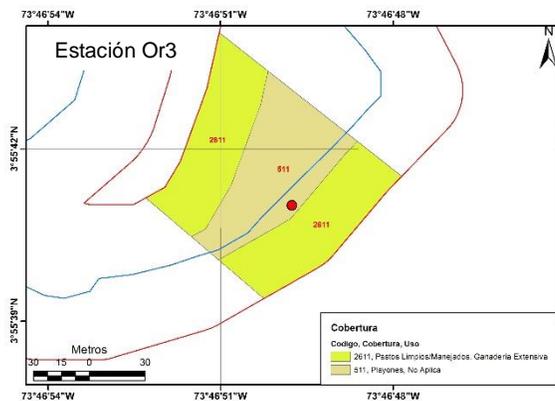
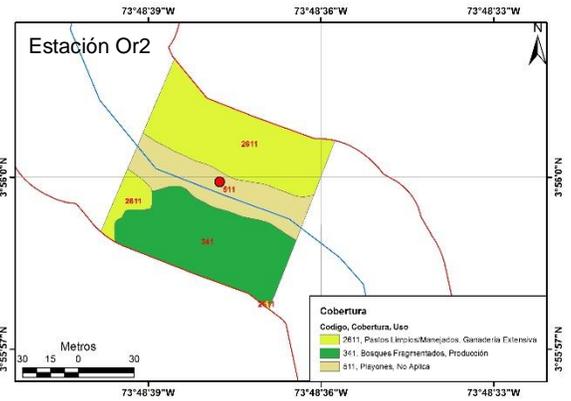
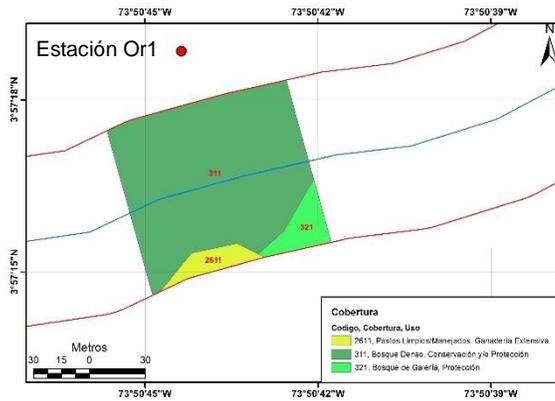
* Calderón, Galeano y García (2002); Calderón, Galeano y García (2005); García y Galeano (2006); Cárdenas y Salinas (2007); Bernal, Gradstein y Celis (2015).

Fuente: Cárdenas (2014) y López (2015).

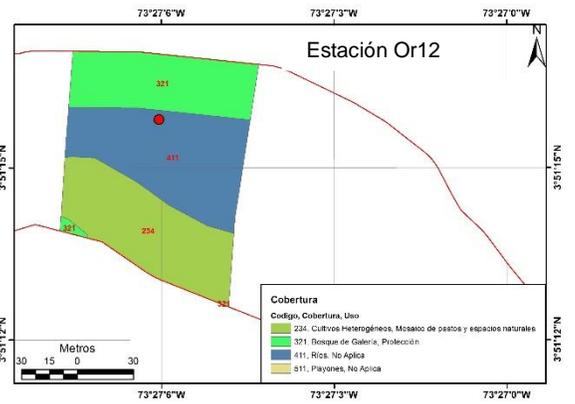
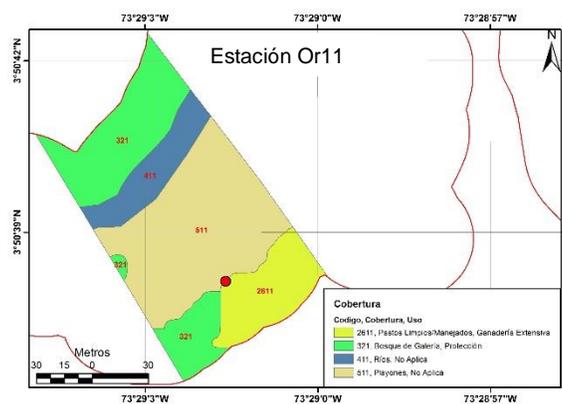
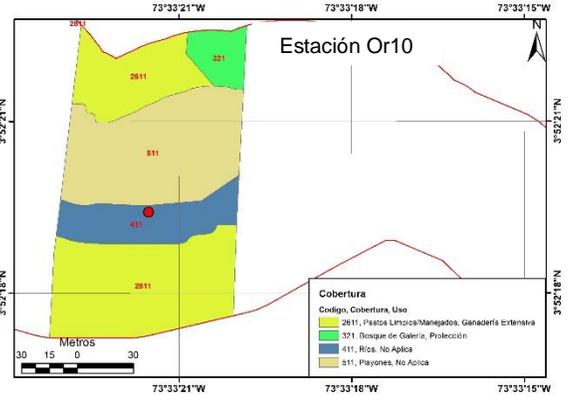
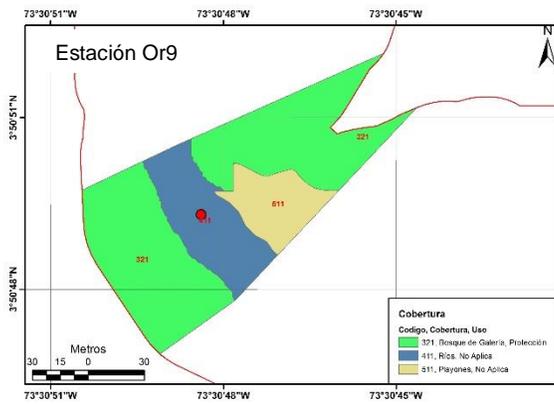
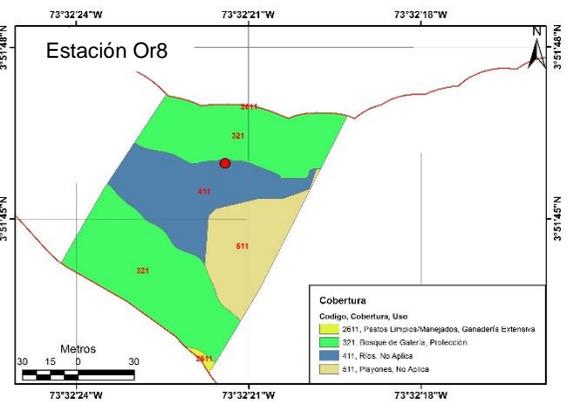
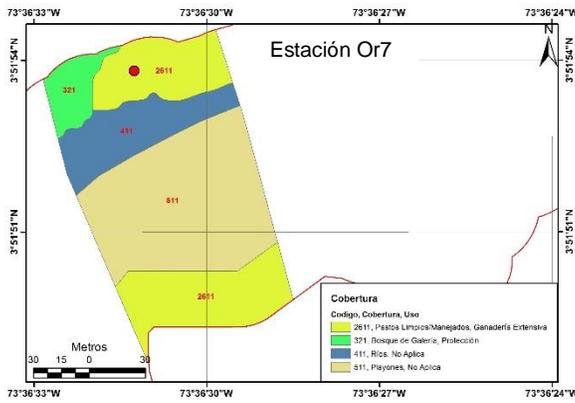
Anexo 7. Mapa de coberturas y uso del suelo de la cuenca del río Ocoa para el año 2014, escala 1:25000. Categorías analizadas según la clasificación CORINE Land Cover, ajustada por Osorio et al 2015.



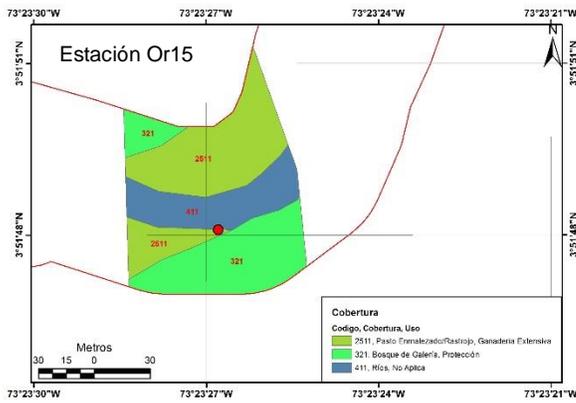
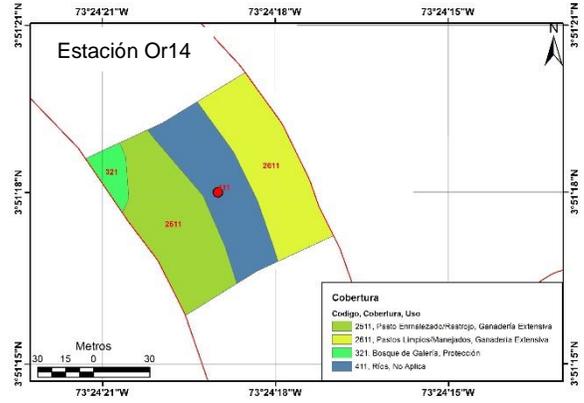
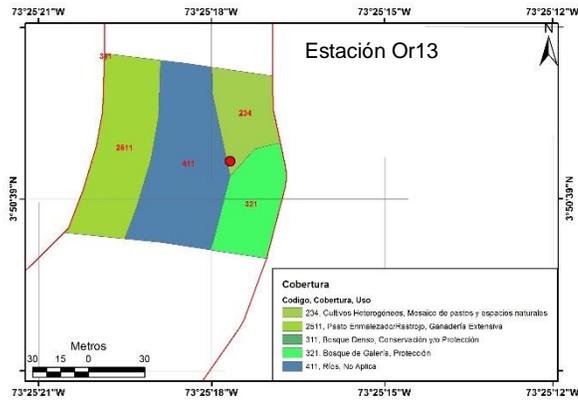
Anexo 9. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016 en la cuenca del río Orotoy. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.



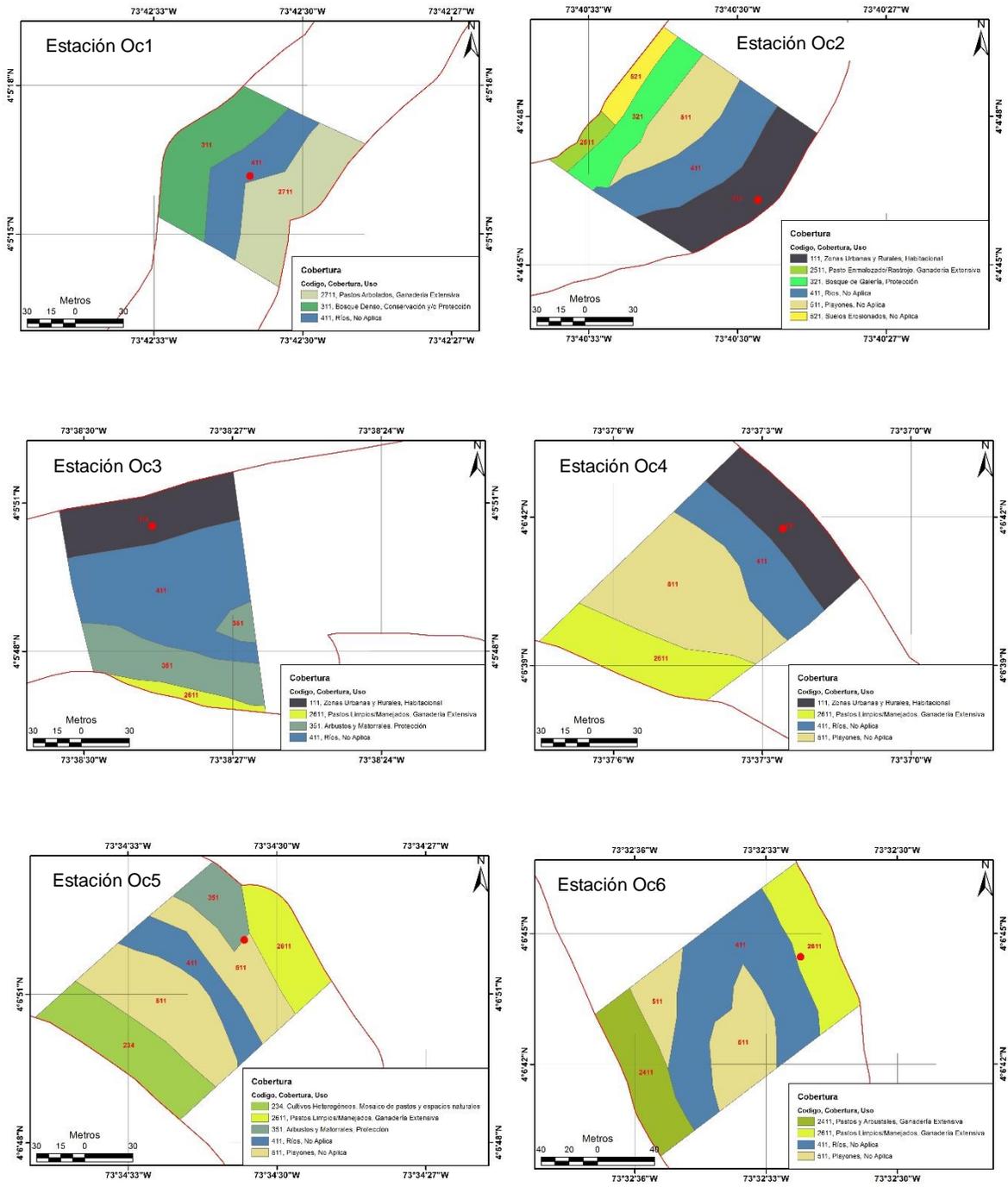
Continuación Anexo 9.



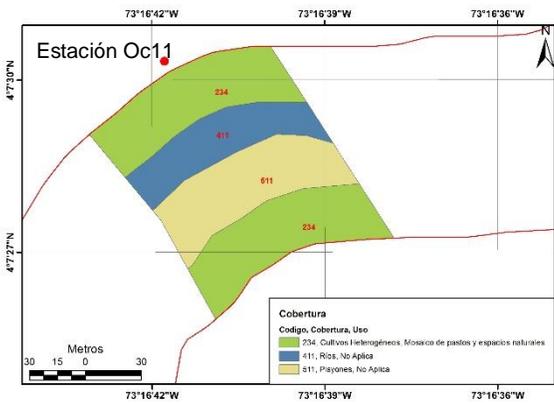
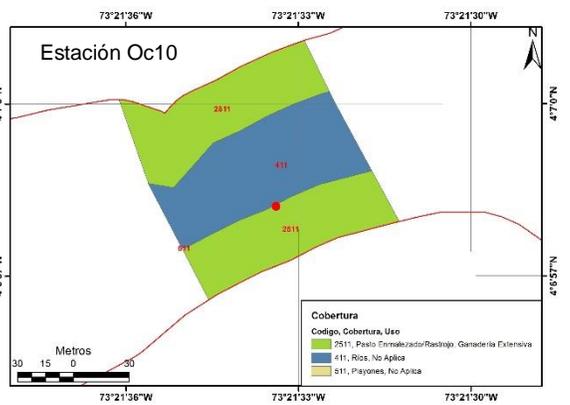
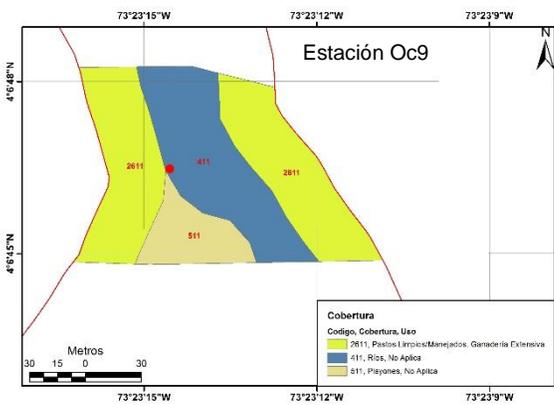
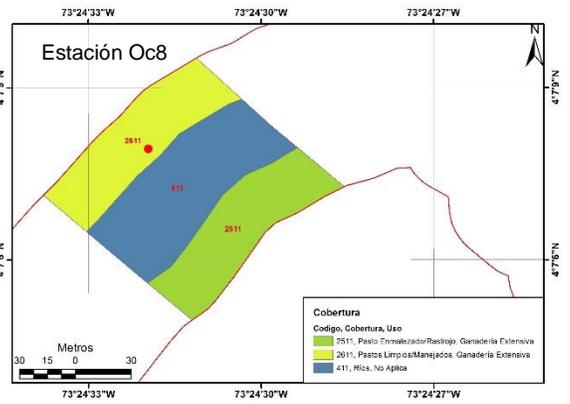
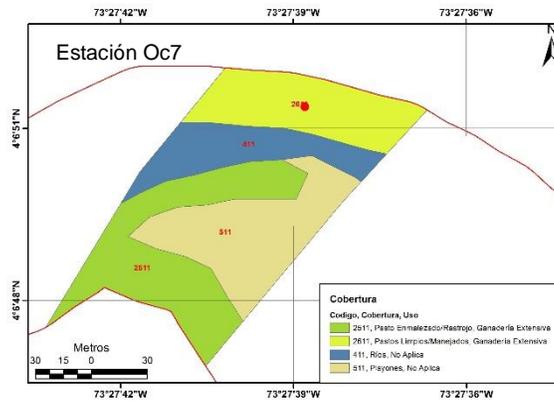
Continuación Anexo 9.



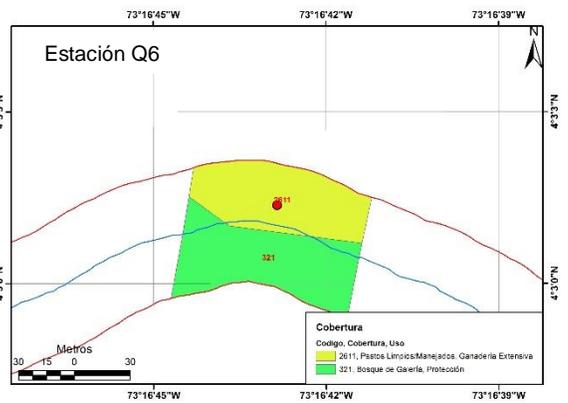
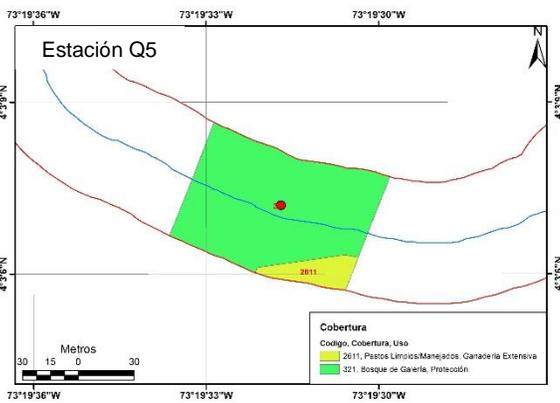
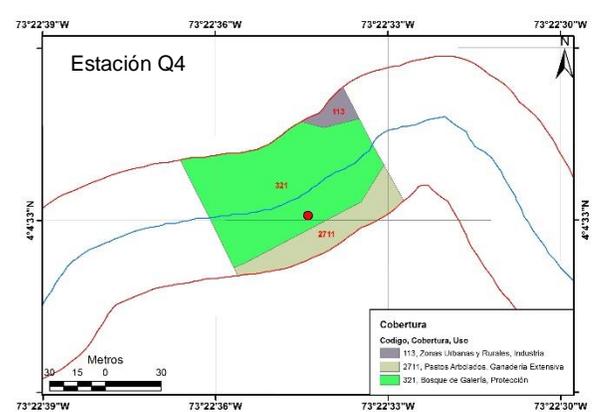
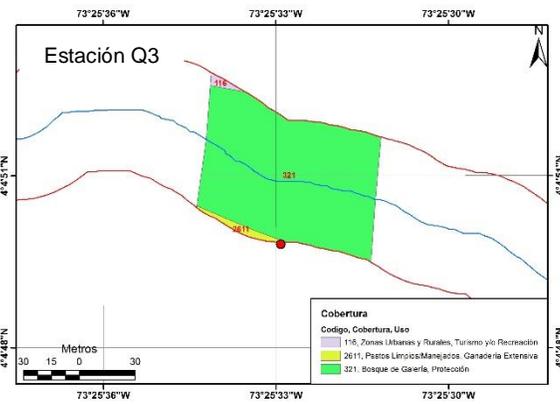
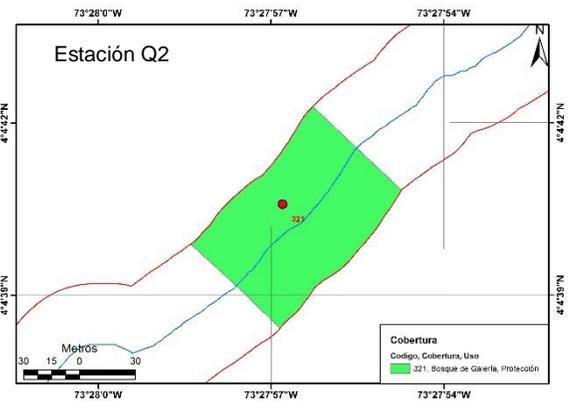
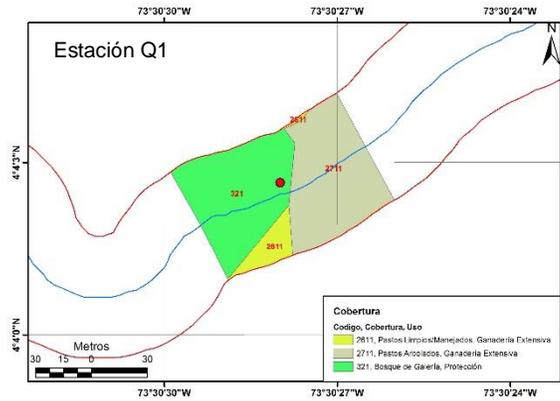
Anexo 10. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016, en la cuenca del río Ocoa. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.



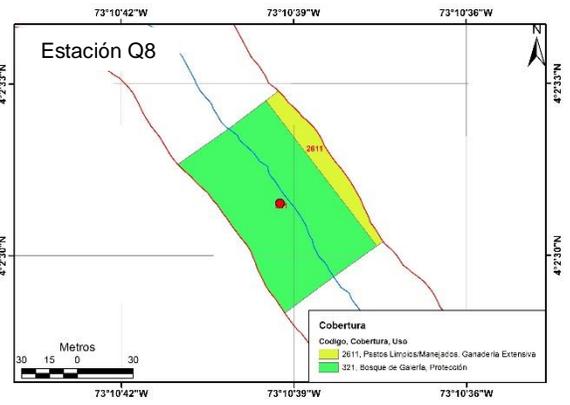
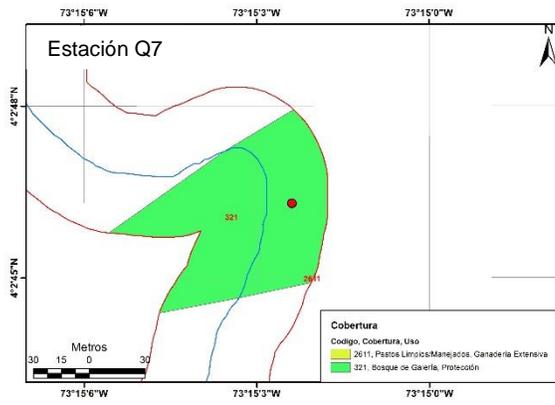
Continuación Anexo 10.



Anexo 11. Salida gráfica del buffer de 30 m, en un tramo de 100 m, para cada uno de las estaciones verificadas en el 2016, en la cuenca del caño Quenane. Escala de trabajo 1:25.000 y escala de proyección 1:1.500.



Continuación Anexo 11.



REFERENCIAS

Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M. y Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 35-64.

Acuerdo No 007. Por el cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Guamal, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas de los sectores rural y urbano, se establecen las reglamentaciones urbanísticas correspondientes y se plantean los planes complementarios para el futuro desarrollo territorial del municipio de Guamal, Meta. Concejo Municipal. Guamal, Colombia. 30 de junio de 2000.

Acuerdo No 05. Por el cual se adopta el plan de desarrollo para el municipio de San Carlos de Guaroa Meta, 2016 – 2019, “Firmes por un futuro mejor”. Concejo Municipal. San Carlos de Guaroa, Colombia. 29 de abril de 2016.

Acuerdo No 15. "Por el cual se adopta el plan de desarrollo económico, social y de obras públicas del municipio de Castilla La Nueva - Meta - capacidad y visión para servir a mi gente 2016 - 2019". Concejo Municipal. Castilla La Nueva, Colombia. 31 de mayo de 2016.

Acuerdo No 20. “Por medio del cual se adopta Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de San Carlos de Guaroa, Meta para la vigencia 2015-2027 y se dictan otras disposiciones”. Concejo Municipal. San Carlos de Guaroa, Colombia. 29 de diciembre de 2015.

Acuerdo No 56. "Por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T. del Municipio de Castilla La Nueva". Concejo Municipal. Castilla La Nueva, Colombia. 10 de febrero del 2000.

Acuerdo No 184. “Por medio del cual se adoptan modificaciones excepcionales al Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Acacías contenido en el

acuerdo 021 de 2000 y se dictan otras disposiciones”. Honorable Concejo Municipal. Acacías, Colombia. 10 de diciembre de 2011.

Acuerdo No 287. “Por medio del cual se adopta el nuevo Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Villavicencio y se dictan otras disposiciones”. Concejo municipal de Villavicencio. Villavicencio, Colombia. 29 de diciembre de 2015.

Acuerdo No 293. "Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019 "Unidos Podemos", y se dictan otras disposiciones para su ejecución". Concejo Municipal. Villavicencio, Colombia. 31 de mayo de 2016.

Acuerdo No 700.2.003. Por el cual se adopta el plan de desarrollo para el municipio de Guamal departamento del Meta “Guamal, un modelo a seguir” para el periodo 2016 – 2019. Guamal, Colombia. 31 de mayo de 2016.

Allan, D. (2004). Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 257-284.

Alcaldía de Acacías. (2016). Plan de desarrollo para vivir bien. 220 p.

Alcaldía de Acacías y ECOPETROL. Conozcamos nuestros bosques. Tomo II. Acacías. Informe general de especies arbóreas plantadas. Cartilla.

Almeida, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, M. y Jujnovsky, J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta ecológica número especial*, 84(85), 53-64.

Alonso- Lozano, C., Cerquera Trujillo, C., Enciso Aldana, Y., Aristizabal Morales, C., Carrillo Vega, C., et al. (2012). Plan de manejo ambiental de la microcuenca del caño Quenane del municipio de Villavicencio y Puerto López departamento del Meta. Informe final. Especialización en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos.

- Alonzo Alonzo, L. A. y González Vera, M. A. (2010). Perdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. *Quivera*, 12(2),1-19.
- Andradre, G. y Corzo, G. (2011). *Qué y donde conservar*. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Acciionales Naturales. Bogotá D.C, Colombia.
- ANH, IAvH, TNC e IDEAM. (2007). *Planeación ambiental del sector hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en los llanos de Colombia (Convenio de cooperación 05-050)*. Bogotá, D. C. Colombia.
- Arcos, I., Jiménez, F. y León, J. (2006). Percepción local acerca del papel de los bosques ribereños en la conservación de los recursos naturales en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. *CATIE, Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente* 48, 118-122.
- Arozena ME. 2000. Estructura de la vegetación. En *Metodología y práctica de la Biogeografía* (Meaza G, dir.). Barcelona: Ediciones del Serbal, pp. 77-146.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21 (1-2), 136-147.
- Barrios, A. y Guzmán, C. 2015. Estado del arte de las metodologías para delimitación de rondas hídricas en el contexto internacional y local (Tesis de Especialización en Recursos Hídricos). Universidad católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Bates, M. (1948). Climate and Vegetation in the Villavicencio Region of Eastern Colombia. *Geographical Review*, 38 (4), 555-574.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (Eds.). 2015. *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Bonada, N., Prat, N., Munné, A., Plans, M., Sola, C., Álvarez, M. et al. 2002. Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica*, 21, 13-33.
- Briceño, G. (2015). Evolución de la integridad estructural de ecosistemas loticos del piedemonte llanero frente a la intervención antrópica. *Acta biológica colombiana*, 20 (2), 133-144.
- Bustamante-Toro, C.A., Marín-Villegas, N.C. y Corredor-Coy, N.V. (2011). Estudio de calidad ambiental en la quebrada La Florida, unidad de manejo de cuenca del río Quindío. Armenia – Quindío, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 23, 65-76.
- Cáceres S. P. y Urbina J. N. 2009. Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte Llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia* 31(1):175-194.
- Calderón, E., N., G. Galeano, & N. García. (eds.). 2005. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 p.
- Calderón, E., N., G. Galeano, & N. García. (eds.). 2002. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dicapetalaceae y Lecythydaceae. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 220 p.
- Camprodón J. Ferreira M T y Ordiex M. 2012. Restauración y gestión ecológica fluvial. Manual de buenas prácticas de gestión de riberas y ríos. CTFC/ ISA Press. 390 p.

- Cárdenas, J. C. y Maldonado, J. H. (2013). El papel de las comunidades locales en la conservación, el manejo de los recursos de uso común y sus políticas públicas. Universidad de los Andes. Notas de Política. No 15.
- Cárdenas, L.D. y Salinas, N.R. (Eds.). 2007. Libro Rojo de las Plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 p.
- Cárdenas-Torres, M. A. 2014. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k cpo-09, llanos del Orinoco colombiano. Colombia Forestal, 17(2): 203 – 229.
- Caro-Caro, C., Benavides-Ladino, G., Torres-Mora, M., Parada-Guevara, S. (2015). Visión de Visiones del Desarrollo Sostenible de los Llanos Orientales. Las Voces de los Territorios. Convenio de Cooperación Ecopetrol - Unillanos N° 5211714 AC 02. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana. Unillanos. Villavicencio.
- Caro-Caro, C. I., Osorio-Ramírez, D. P., Gutiérrez-Bohórquez L, M. y Oliveros-Monroy A.M. (2011a). Cuenca del río Orotoy y sus ambientes acuáticos. “Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy-clave ambiental ilustrada”. Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos.
- Caro-Caro, C.I., Torres-Mora, M. A. y Ramírez-Gil, H (Ed.). (2011b). Determinación y formulación de las medidas socio-ambientales asociadas a la recuperación del río Orotoy, en el área de influencia de la Superintendencia de Operaciones Central Ecopetrol, municipios de Acacías y Castilla la Nueva. Libro resumen. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia.

- Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña –Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J. y Vargas – Chacoff, L. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana Botánica*, 71(1), 1-9.
- Chara, J., Pedraza, G., Giraldo, L. y Hincapié, D. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45: 72-78.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección Ambiental*. Ediciones Ariel. 586 pp.
- Convenio sobre la diversidad biológica –CDB, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. (2011). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011 - 2020 y las Metas AICHI. [Fecha de consulta: Mayo de 2017] URL: <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf>
- Collantes Quintero, A., Castellanos-Barliza, J., León Peláez, J. D. y Tamaris-Turizo, C. E. (2014). Caracterización de materia orgánica aportada por hojarasca fina en los bosques de ribera del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 171-184.
- Colwell, S. (2007). The application of the QBR index to the Riparian Forest of Central Ohio Streams, Honor's Thesis. School of environment and Natural Resources, the Ohio State University, Ohio, USA.
- Corbacho, C., Sánchez, J. M. y Costillo. E. (2003). Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agricultural landscapes of Mediterranean área. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95, 495–507.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA. (2016). Plan de Acción 2016 -2019. [Fecha de consulta: marzo de 2017] URL: http://cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=5&contenido_in=58&titulo=PLAN%20DE%20ACCI%D3N

- _____. (2011). Caracterización de la cadena forestal existente en el departamento del Meta y seguimiento a las mismas (Producción y aprovechamiento). Informe final. Convenio DHS 163-03.
- _____. (2011). Formulación del plan de ordenamiento de las fuentes hídricas priorizadas en jurisdicción de Cormacarena (río Ocoa Upín y Caney, Caños Buque, Maizaro, Iriqué, Sibao, Camoa, Cural, Curalito, Seco y Caraño. Volumen 3. Programas y proyectos. Informe Técnico. CONTRATO N° PS-GCT.2.7.010-375. 83 p.
- _____. (2011). Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca del Río Acacias Pajure. Informe técnico. CONTRATO No: PS-GCT. 2.7.10-256
- _____. (2010). Plan de Gestión Ambiental Regional 2010- 2019. . [Fecha de consulta: marzo de 2017] URL: <http://cormacarena.gov.co/>
- _____, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN, Centro Andino Para la Economía en el Medio Ambiente- CAEMA. (2009). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Guatiquía. Fase Formulación. Informe técnico. Contrato de Cooperación Científica No. 001-2008.
- Correa, H., Ruiz, S. y Arévalo, L. (eds). (2006). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia/2005-2017- Propuesta técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF – Colombia, GTZ- Colombia, Bogotá D.C.
- Correa-Gómez, D. y Stevenson, P. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (reserva Tomo Grande, Vichada). Orinoquia 14 sup (1):31-48.
- Corzo Mora, G. (2011). Las prioridades de conservación “in situ” de la biodiversidad en la porción colombiana de la cuenca del Orinoco. Pp 221-232. En: Lasso, C. A., Rial, A., Matallana, C., Ramírez, W., Señaris, J., Díaz-Pulido, A., Corzo, G., Machado-

Allison, A. (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia.

Cruz-Flores, G., Guerra – Hernández, E. y Etchevers, J. D. 2013. Contenidos de carbono en distintos compartimentos de ambientes ribereños en ecosistemas forestales de montaña. En: Paz- Pellat, Wong . Gonzales, J., Bazan, M. y Saynes, V. (Ed.), Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2013. Serie: Sistemas nacionales. (pp. 285- 291) Mexico.

Da Silva, T. C., Ramos, M. A., Schwarz, M. L., Álvarez, I. A., Piedade Killd, L. H., Paulino de Albuquerque, U. (2014). Local representations of change and conservation of the riparian forests along the São Francisco River (Northeast Brazil). *Forest Policy and Economics*, 45, 1–12.

Décamps, H., Naiman, R. J. y McClain, M. E. 2009. Riparian Zones. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences from Encyclopedia of Inland Waters. (pp. 369 -403)

De Souza, A., Fonseca, D., Libório, R. y Tanaka, O. (2013). Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, 298: 12-18.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, I., Tablada, M., Robledo, C.W. (2015). InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [Fecha de consulta: Mayo de 2017]. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Decreto 870. Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación. Diario oficial. Bogotá, Colombia. 25 de mayo de 2017.

Decreto 2099. Por el cual se modifica el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la "Inversión Forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales" y se toman otras determinaciones". Bogotá, Colombia. 22 de diciembre de 2016.

Decreto 1076. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 26 de mayo de 2015.

Decreto 1449. Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974. Diario Oficial 34827. Bogotá, Colombia. 27 de junio de 1977.

Decreto 1504. Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial. Diario oficial 43357. Bogotá, Colombia. 4 de agosto de 1998.

Decreto 1541. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Diario Oficial. Bogotá, Colombia. 28 de julio de 1978.

Decreto - Ley 2811. Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Diario Oficial 34243. Bogotá, Colombia. 18 de diciembre de 1974.

Decreto 3600. Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones. Diario oficial 46757. Bogotá, Colombia. 20 de septiembre de 2007.

- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2011). *Visión Meta 2032: Territorio integrado e innovador. Visión de desarrollo territorial departamental*. 174 p.
- Downs, P. W. y Kondolf G. M. (2002). Post-project appraisal in adaptive management of river channel restoration. *Environmental Management*, 29:477 – 496.
- Elosegi, A. y Díez, J. (2009). La vegetación terrestre asociada al río: El bosque de ribera. Capítulo 17. 311-321 p. En: Elosegi, A y Sabater, S. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA.
- Emberger, L. (Dir.) (1983): *Vademecum pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. CNRS. Paris. 169 pp.
- Etter, A. (2015). Las transformaciones del uso de la tierra y los ecosistemas durante el periodo colonial en Colombia. 62-99 p. En: Meisel, A. y Ramírez, M.T. *La Economía Colonial de la Nueva Granada*. Fondo de Cultura Económica y Banco de la Republica.
- Etter, A., McAlpine, C., Pullard, D. y Possingha H. (2006). Modeling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 79, 74–87.
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio [MEA]. (2005). *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Island Press, Washington, DC. [Fecha de consulta: Mayo de 2016] URL: www.millenniumassessment.org/.
- Fajardo, D., Johnston-González, R., Neira, L., Chara, J., Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*. 58: 9-16.
- Fernández. Á., Gonto, R., Rial. A., Rosales, J., Salamanca, B., Córdoba, M., Castro, F., Alcázar, C., García, H. y Ariza, A. (2010). Flora y vegetación de la Cuenca del Orinoco. En: Lasso CA, Usma JS, Trujillo F, Rial A, eds. *Biodiversidad de la cuenca*

del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia), 125-196.

Fernández, L., J. Rau, y Arriagada, A. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28'S; 72° 59' O) utilizando el índice QBR. *Gayana Botánica*, 66(2), 269-278.

FOXI - Corporación fuerza oxígeno. (2005). Plan de ordenación de la cuenca del río Ocoa, Municipio de Villavicencio – Meta. Informe final, fase de aprestamiento y diagnóstico. [Fecha de consulta: Mayo de 2016] URL: http://www.cormacarena.gov.co/contenido-vin.php?tp=13&contenido_in=102&titulo=POMCH%20RIO%20Ocoa

Galán, C., Balvanera, P. y Castellarini, F. (2013). Políticas públicas hacia la sustentabilidad: Integrando la visión ecosistémica. México: Conabio.

García, N. y Galeano, G. (Eds.). (2006). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 679 p.

Gobernación del Meta e Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAG. (2004). El Meta un territorio de oportunidades. Bogotá, D.C.

González, E., Guillot, G., Miranda, N., Pombo, D. (1989). Perfil Ambiental de Colombia. Impresión. Bogotá.

González Del Tánago, M., García De Jalón, D., Lara, F. y Garilleti, R. (2006): Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la Directiva Marco del Agua, en: *Ingeniería Civil*, 143, 97-108.

- Gower, J.C., Ross, P.G.N. (1969). Minimum spanning trees and single cluster analysis. *Applied Statistics*, 18:54-64.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á. y López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. En: Universidad Autónoma de Chapingo. *Revista Chapingo. Serie de ciencias forestales del ambiente*, 12 (001), 55-69.
- Gualdoni, C., Duarte, C. y Medeiros, E. (2011). Estado ecológico de dos arroyos serranos del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*. 21: 149-162.
- Gutiérrez-Bohórquez, L.M., Caro-Caro, C.I., Osorio-Ramírez, D.P. y Oliveros-Monroy, A.M. (2011). Vegetación ribereña de la cuenca del río Orotoy –piedemonte llanero. “Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy – clave ambiental ilustrada”. Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos. Villavicencio. Colombia. 104p.
- Gutiérrez, A., Pulido, S., García – Rubio, F., Rojas, J. y García- Gómez, C. (2010). Evaluación del recurso hídrico de una microcuenca para el diseño de un esquema de compensación o pago por servicios ambientales. Colombia. Corpoica.
- Guzmán, M., Mesa, N., Ojeda, S., Gutiérrez, A., Medina, J. y Rozo L. (2011). Plan indicativo de manejo ambiental del centro poblado San Luis de Ocoa, municipio de Villavicencio – Meta. Colombia. Informe final. Especialización en Gestión Ambiental Sostenible. Universidad de los Llanos.
- Hammer, Ř., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [Fecha de consulta: Junio de 2017] URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt- IAvH. (2013). Plan Estratégico de la Macrocuenca del Río Orinoco. Fase I y II. Bogotá, Colombia.

- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá, D. C.
- IGAC. (1991). Meta: Características geográficas. Bogotá, D.C.
- IGAC, INDERENA. y CONIF. (1984). Bosques de Colombia. Memoria Explicativa. Bogotá, D.C.
- Isaza, C. (2013). Moriche o canangucho (*Mauritia flexuosa*). En Bernal. R. & G. Galeano (eds.), Cosechar sin destruir. Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas (pp.134-142). Bogotá D.C.: Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia.
- Jackrel, S.L., y Wootton, J. T. (2015). Diversity of Riparian Plants among and within Species Shapes River Communities. PLoS ONE 10(11): e0142362.doi:10.1371/journal.pone.0142362.
- Junk, W. J. (2005). Flood pulsing and the linkages between terrestrial, aquatic and wetland systems. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie, 29: 11-38.
- Kruskal, J.B. (1964). Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. Psychometrika 29, 115e129.
- Kutscher, A., Brand, C. y Miserendino, M. L. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. Ecología Austral, 19, 19-34.
- Lasso, C., Rial, A. y González-B., V. (2013). VII, Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. Parte I. Bogotá D.C.: Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, IAvH. 344 p.

- Lasso, C. A., Rial, B., Matallana, C. L., Ramírez, W., Celsa Señaris, J., Díaz-Pulido, A., y Machado-Allison, A. (2011). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Unión Gráfica Ltda, 1-304.
- Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. y Rial, A. (Eds.). (2010). Biodiversidad de la cuenca del río Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de recursos Biologicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C., Colombia.
- Larsen, M. C. (2016). Contemporary human uses of tropical forested watersheds and riparian corridors: Ecosystem services and hazard mitigation, with examples from Panama, Puerto Rico, and Venezuela. Quaternary International. In Press, Corrected Proof.
- Ley 99. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario oficial 41146. Bogotá, Colombia. 22 de diciembre de 1993.
- Ley 1450. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014. Diario oficial 48102. Bogotá, Colombia. 16 de junio 2011.
- Ley 388. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Diario oficial 43091. Ibagué, Colombia. 18 de julio de 1997.
- Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales - UICN, Quito, Ecuador.
- López- Delgado, E. O. (2013). Composición y estructura de la comunidad de peces y sus relaciones con la calidad de la vegetación riparia y algunas variables ambientales

en dos ríos de bosque seco tropical (bs-t), Tolima (Ambiental). Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Ibagué.

López Rojas, C. A. (2015). Determinación del estado de conservación de un bosque de galería a partir de la presencia de dos especies representativas del ecosistema en los municipios de Villavicencio, Acacías y Puerto Gaitán, Departamento del Meta. Tesis de Maestría. Posgrado en Gestión Ambiental Sostenible. Universidad de los Llanos. Villavicencio.

Magdaleno - Mas, F. (2013). Las riberas fluviales. *Ambienta*. 104: 90-101.

Magdaleno, F., Martínez, R. y Roch, V. (2010). Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil* 157, 85-96.

Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P. y Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiología*, 19, 193–203.

Márquez, C., Bechard, M., Gast, F., Vanegas, V.H. (2005). Aves rapaces diurnas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, D.C. - Colombia. 394 p.

Meza, A., Días, L. y Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del río Chinchina. *Caldasia*, 34(2), 443-456.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. (2014). Criterios para el acotamiento de la rondas hídricas de los cuerpos de agua de Colombia – Documento borrador. Dirección de gestión integral del recurso hídrico.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2014). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad

de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C.: MAVDS y PNUD.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). . [Fecha de consulta: Octubre de 2016] URL: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Biodiversidad/010812_PNGIBSE_2012.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2010). Plan Nacional de Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C.: Colombia.

_____. (2010). Plan nacional para la gestión del recurso hídrico – PNGIRH. . Bogotá D.C.: Colombia.

Minorta-Cely, V. y Rangel-Ch J.O. (2014). La riqueza y la diversidad de las plantas con flores de la Orinoquia Colombiana. En: Rangel-Ch J.O, ed. Colombia Diversidad Biótica XIV La región de la Orinoquia de Colombia. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, 237-418.

Moreira, D. G. (2006). Metodologia de reabilitação fluvial integrada: O caso do rio estorãos na paisagem protegida das lagoas de Bertandos E S Pedro D’Arcos. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental. Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Portugal.

Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N. y Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams. QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 147-164.

Munné, A., Sola, C., Rieradevall, M. y Prat, N. (1998). Índice QBR. Método para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Estudios de la calidad ecológica de los ríos*, 4, Área Medio Ambiente, Diputación de Barcelona.

- Murillo-Pacheco, J. I., Rös, M., Escobar, F., Castro-Lima, F., Verdú, J. R. y López-Iborra, G. M. (2016). Effect of wetland management: are lentic wetlands refuges of plant-species diversity in the Andean–Orinoco Piedmont of Colombia? *PeerJ* 4:e2267.
- Naiman, R., Décamps, H. y McClain, M. (2005). *Riparia: ecology, conservation and management of streamside communities*. Elsevier, San Diego
- Ollero Ojeda, A., Ballarín Ferrer, D., Díaz Bea, E., Mora Mur, D., Sánchez Fabre, M., Acín Naverac, V., et al. (2008). IHG: Un índice para la valoración hidrogeomorfológica de sistemas fluviales. *Limnetica*, 27 (1), 171-188.
- Ordenanza No 902 de 2016. Por medio de la cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico y Social del Departamento del Meta para el periodo 2016-2019, “El META, Tierra de Oportunidades. Inclusión - Reconciliación – Equidad” y se dictan otras disposiciones. *Gaceta del Meta* 1530. 16 de junio de 2016.
- Osorio-Ramírez, D. P., Díaz – Celis, O. J., Caro-Caro, C. I y Duque – Cabrera, J. (2015). Generalidades del área de estudio. pp 10 – 63. En: Torres-Mora, M. A., Caro-Caro, C. I., Parada-Guevara, S. L., Trujillo-González, J. M., Osorio-Ramírez, D. P. y Díaz-Celis, O. J. *Cuenca alta del río Meta: una Mirada socioambiental a los ríos Guayuriba y Ocoa y al caño Quenane – Quenanito*, 1a edición. Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Osorio, C. Cardona, D. y Duque J. L. (2012). Corredores biológicos una estrategia de recuperación en paisajes altamente fragmentados. *Gestión y Ambiente*, 15(1): 7-18, [Fecha de acceso: julio de 2017]. URL: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30813/39293>.
- Palma, A., Figueroa, R. y Ruiz, V.H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana*, 73(1), 57-63.

- Pedrerros, P., Guevara-Mora, M., Urrutia, R. y Stehr, A. (2016). Importancia de la vegetación ribereña de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. en el régimen térmico de sistemas fluviales andinos del sur de Chile. *Gayana Botanica*, 73(1): 32-41.
- Pennington, R.T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G.P., Klitgaard, B.B. y Hughes, C.E. (2010). Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:13783-13787.
- Peñuela, L., Castro, F. (2007). Consolidación de información biológica de las reservas privadas del departamento del Meta. Informe. Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR) y Fundación Horizonte Verde (FHV). [Fecha de consulta: Enero de 2017]. URL: <http://www.horizonteverde.org.co/attachments/article/28/Articulo-Nodo.pdf>
- Peredo, M., Martínez, F., Parada, E., Quevedo, D. y Olea, P. (2012). Informe final. Adaptación regional de un índice de estado para zonas riparianas y su aplicación en la cuenca del Maipo. Plataforma de investigación en ecohidrología y ecohidráulica. Santiago, Chile.
- Prat, N., Rieradevall, M., Munné, A., Solá, C. y Bonada, N. (1999). La qualitat ecológica del Llobregat, el Besos i el Foix Informe 1997. *Estudis de la Qualitat Ecologica dels Rius* (6). Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. Barcelona, España.
- Posada-Posada, M. I. y Arroyave-Maya, M. (2015). Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el río La Miel, Caldas, Colombia. *Revista EIA*, 12, 177-128.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. E. y Lasso, C. (2014). Ríos de piedemonte, montaña y abanicos trenzados. 236- 240 p. En: Lasso, C. A., Rial, A., Colonnello, G., Machado-Allison, A. y Trujillo F (Editores). XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia – Venezuela). Serie Editorial Recursos hidrobiológicos y Pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

- Rangel, O., Sánchez, H., Lowy, P., Aguilar, M. y Castillo, A. (1995). Región Orinoquia. En: RANGEL O. 1995. Colombia Diversidad Biótica I. Instituto De Ciencias Naturales Universidad Nacional De Colombia.
- Red administrativa y de planeación especial de Colombia – RAPE Región Central. (2017). Plan de acción 2017. [Fecha de consulta: Junio de 2017] URL: <http://regioncentralrape.gov.co/plan-estrategico-institucional-2/#>
- Resolución 2103. Por la cual se realindera el área de Reserva Forestal Protectora “Quebrada Honda y caño Parrado y Buque” y se toman otras determinaciones. Diario oficial 48633. Bogotá, Cundinamarca. 28 de noviembre de 2012.
- Ríos, S. L. y Bailey, R. C. (2006). Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia*, 553, 153-160.
- Robert, J. R., Naiman, R., Bilby, E., Peter, A. y Bisson, P. (2000). Riparian Ecology and Management in the Pacific Coastal Rain Forest. *BioScience*, 50, 996-1010.
- Rodríguez-Téllez, E., Domínguez-Calleros, P. A., Pompagarcía, M., Quiroz-Arratia, J. A. y Pérez-López, M. E. (2012). Calidad del bosque de ribera del río El Tunal, Durango, México; mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana Botánica*, 69(1), 147-151.
- Romero, M., Galindo, G., Otero, J y Armenteras, D. (2004). Ecosistemas de la cueca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.
- Resolución 2103. Por la cual se realindera el área de Reserva Forestal Protectora “Quebrada Honda y caño Parrado y Buque” y se toman otras determinaciones. Diario oficial 48633. Bogotá, Colombia. 28 de noviembre de 2012.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R et al., (2000). Biodiversity: global biodiversity scenarios for the year 2100.

- Sepúlveda-Lozada, A., Geissen, V., Ochoa-Gaona, S., Jarquín-Sánchez, A., de la Cruz S.H., Capetillo, E., y Zamora-Cornelio LF. (2009). Influence of three types of riparian vegetation on fluvial erosion control in Pantanos de Centla, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 57(4):1153-63.
- SIAC – Sistema de información ambiental de Colombia. (2011). Monitoreo de la deforestación mediante el procesamiento digital de imágenes. Proyecto capacidad técnica para apoyar REDD en Colombia. Disponible en: http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal_Ecosistemas_Bosque.aspx
- Suarez, M. L., Vidal- Abarca, M.R., Sánchez- Montoya, M. M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., et al. (2002). Las Riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: uso del índice QBR. *Limnetica*, 21 (3-4), 135-148.
- Suárez, M. L. y Vidal-Abarca, M. R. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del Agua* 201: 33-45.
- Tanaka, M., Teixeira de Souza, A., Moschini, L. y Kannebley de Oliveira, A. (2016). Influence of watershed land use and riparian characteristics on biological indicators of stream water quality in southeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216, 333-339.
- Tonkin, J. D., Stoll, S., Jähnig, S. y Haase, P. (2015). Anthropogenic land-use stress alters community concordance at the river-riparian interface. *Ecological Indicators*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.037>.
- Torres Solano, D. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de las microcuenca Sancotea que abastece el 40% del acueducto del municipio del Socorro- Santander. Tesis para optar al título de especialista en Química Ambiental. Universidad Industrial de Santander.

- Torres, M., Rubio-Cruz, M. y Trujillo-González, J. (2015). Approximation of the socio-cultural importance of the Moriche palm tree (*Mauritia fleuxuosa* L.F.) in the Wacoyo indigenous community (Sikuani) in the municipality of Puerto Gaitán, Colombia. *Orinoquia*, 19(2), 240-245.
- Tüzün, I. y Albaryrak, I. (2005). The effect of disturbances to habitat quality on Otter (*Lutra lutra*) activity in the river Kizilirmak (Turkey): a case study. *Turkish Journal of Zoology* 29, 327-335.
- UT Gestión ambiental y desarrollo y Cormacarena. (2011). Plan de ordenación del recurso hídrico del río Orotoy. [Fecha de consulta: Mayo de 2017] URL: <http://cormacarena.gov.co/index.php>
- Valle, I. C., Buss, D. F. y Baptista, D. F. (2013). The influence of connectivity in forest patches, and riparian vegetation width on stream macroinvertebrate fauna. *Brazilian Journal of Biology*, 73(2):231-238.
- Vásquez-Ramos, J M., Guevara-Cardona, G. y Reinoso-Flórez, G. (2014). Factores ambientales asociados con la preferencia de hábitat de larvas de tricópteros en cuencas con bosque seco tropical (Tolima, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 21-40.
- Vigiak, O., Ribolzi, O., Pierret, A., Valentin, C., Sengtaheuanghoung, O. y A. Noble. (2007). Filtrado de los agentes contaminantes del agua por la vegetación ribereña: comparación del bambú con las pasturas nativas y el arroz en una cuenca en la República Democrática Popular Lao. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales - Unasyva* 229, 58: 11-16.
- Villamarín C., Prat N. y Rieradevall M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5), 1072-1086.

Villegas J. C. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquia. *Revista EIA*, (1): 73-79.

Wyngaarden, W. y Fandiño-Lozano, M. (2005). Mapping of actual and potential ecosystems and chorological types for conservation planning in Colombia. *Diversity and Distributions*, 11, 461-473.