Proyectos amigables de ingeniería SAS

Taborda Velez & Cia.

Capítulo 5

Caracterización

Servicios Ecosistémicos

Octubre de 2022

Calle 33 A # 71 - 83, Medellín • Tel: (57) (4) 448 47 50
Info@praming.com.co • www.praming.com.co

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS ii
LISTADO DE TABLAS iii
LISTADO DE ANEXOS iv
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 5
5.4 Servicios ecosistémicos 5
5.4.1 Identificación de los Servicios Ecosistémicos 5
5.4.2 Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos 6
5.4.2.1 Oferta hídrica 6
5.4.2.2 Aprovisionamiento de alimentos por actividades agropecuarias 8
5.4.2.3 Combustible de biomasa 15
5.4.2.4 Madera como material de construcción 17
5.4.2.5 Almacenamiento de carbono 20
5.4.2.6 Control de la erosión 23
5.4.2.7 Depuración del agua 26
5.4.2.8 Regulación hídrica 28
5.4.2.9 Regulación de riesgos naturales 30
5.4.2.10 Recreación, turismo y apreciación del paisaje 34
5.4.2.11 Análisis de resultados 39
BIBLIOGRAFÍA 43

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5-1 Coberturas del POMCA en el área de influencia del medio biótico 12
Figura 5-2 Coberturas en el área de influencia del medio biótico 13
Figura 5-3. Localización inventario forestal por parcelas 22
Figura 5-4. Pérdida de suelo (toneladas/ha/años) en la cuenca tributaria a la captación del proyecto y Área de Influencia Socioeconómica.....24
Figura 5-5. Pérdida de suelo (toneladas/ha/años) máxima (sin protección por coberturas) en la cuenca tributaria a la captación del proyecto y Área de Influencia Socioeconómica.....25
Figura 5-6. Curva de duración de caudales para cálculo de IRH.....29
Figura 5-7. Mapa de riesgos por movimientos en masa 31
Figura 5-8. Mapa de riesgos por inundación 32
Figura 5-9. Mapa de riesgos por avenidas torrenciales 33
Figura 5-10. Referentes paisajísticos cercanos al proyecto Cocorná III.....35
Figura 5-11. Calidad visual de las unidades de paisaje 38

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1. Servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia 5
Tabla 5-2. Caudal mensual Aprovechable (Qapr) para el proyecto 7
Tabla 5-3. Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema y condiciones climáticas.....7
Tabla 5-4. Caudal demandado en el área de caracterización a detalle.....8
Tabla 5-5 Coberturas del POMCA en el área de influencia del medio socioeconómico (veredas del área de influencia) 9
Tabla 5-6 Cultivos, producción y destinación en el área de influencia de caracterización a detalle del medio socioeconómico 10
Tabla 5-7. Distribución de coberturas en zona de análisis.....14
Tabla 5-8. Materiales usados como combustible para cocinar en las veredas del Área de Influencia.....16
Tabla 5-9. Materiales usados como combustible para cocinar en el Área de caracterización a Detalle 16
Tabla 5-10. Materiales usados en construcción de paredes en las veredas del Área de Influencia.....18
Tabla 5-11. Materiales usados en construcción de pisos en las veredas del Área de Influencia.....18
Tabla 5-12. Materiales usados en construcción de paredes en el Área de caracterización a Detalle 19
Tabla 5-13. Materiales usados en construcción de pisos en el Área de caracterización a Detalle.....20
Tabla 5-14. Carbón almacenado por las coberturas en el Área de Influencia de Flora 21
Tabla 5-15. Pérdida de suelo y protección actual, por coberturas en las áreas de análisis.....25
Tabla 5-16. Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas.....26
Tabla 5-17. Carga contaminante en vertimientos de acuerdo con el sistema de tratamiento 27
Tabla 5-18. Distribución de vertimientos en el Área de Caracterización a Detalle ...27
Tabla 5-19. Cargas contaminantes y caudal de ARD de viviendas en el tramo de caudal reducido.....28
Tabla 5-20. Índice de retención y regulación hídrica en la cuenca de captación.....29
Tabla 5-21. Niveles de riesgo en el área de influencia 30
Tabla 5-22. Áreas fluviales para aprovechamientos recreativos en el Área de Influencia.....36
Tabla 5-23. Clases de valor paisajístico 37
Tabla 5-24. Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos 41

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 7.4.2 Listado de especies inventariadas y cálculo de volúmenes

Anexo 5.4.1 Matriz de priorización de servicios ecosistémicos

Anexo 5.4.2 Matriz de identificación de impactos en servicios ecosistémicos

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.4 Servicios ecosistémicos

Los Servicios Ecosistémicos (SE) son aspectos de los ecosistemas que contribuyen, directa o indirectamente, al bienestar de la sociedad, transformando los atributos de los ecosistemas en beneficios para los individuos, sociedades y proyectos, teniendo un rol vital en el bienestar humano (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013; Laterra, Barral, Carmona, & Nahuelhual, 2015). En los estudios de impacto ambiental, los SE integran la Caracterización y Zonificación Ambiental con la Evaluación y Manejo de los impactos del proyecto (MinAmbiente & ANLA, 2018). La evaluación general de los SE en el área de influencia del proyecto fue llevada a cabo siguiendo la metodología mostrada en el Capítulo 2. Generalidades, mientras que la metodología de análisis para cada uno de los servicios es detallada en sus respectivos numerales de la sección 5.4.2 Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos.

5.4.1 Identificación de los Servicios Ecosistémicos

La identificación de los Servicios Ecosistémicos se realizó teniendo en cuenta la información usada en la Caracterización del Área de Influencia, tanto información secundaria como información primaria levantada en campo. La evaluación de niveles de dependencia fue realizada de acuerdo con la información recolectada en campo acerca de la comunidad y del proyecto; estos cálculos son mostrados en detalle en el Anexo 5.4.1 – Matriz de priorización de servicios ecosistémicos. En la Tabla 5-1 se muestran los Servicios Ecosistémicos identificados y el nivel de dependencia a estos.

Tabla 5-1. Servicios ecosistémicos identificados en el área de influencia

Categoría	Servicio ecosistémico	Dependencia de la comunidad	Dependencia del Proyecto
Aprovisionamiento	Oferta hídrica	Media	Alta
	Alimento por actividades agropecuarias	Baja	Baja
	Combustible de biomasa	Baja	Baja
	Madera como material de construcción	Baja	Baja
	Material de río	Baja	Baja
	Acuicultura	Baja	Baja
Soporte	Almacenamiento de carbono	Baja	Baja
	Hábitat para especies	Baja	Baja
	Biodiversidad	Baja	Baja
Regulación	Control de la erosión	Baja	Media

Categoría	Servicio ecosistémico	Dependencia de la comunidad	Dependencia del Proyecto
	Depuración del agua	Media	Baja
	Regulación hídrica	Baja	Media
	Regulación de riesgos naturales	Baja	Media
	Regulación de la calidad del aire	Baja	Baja
	Formación de suelos	Baja	Baja
Culturales	Recreación, turismo y apreciación del paisaje	Inconmensurable	Inconmensurable

A continuación, se procede a realizar el análisis para cada uno de los Servicios Ecosistémicos de uso efectivo (de los que se tiene dependencia media o alta, de la comunidad o del Proyecto) identificados en el Área de Influencia. Adicionalmente, se realizará el análisis para los SE con nivel de dependencia baja, que cuenten con la información suficiente para realizar dicho análisis, en este caso, los servicios de almacenamiento de carbono, alimento por actividades agropecuarias, combustible de biomasa y madera como material de construcción.

5.4.2 Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos

5.4.2.1 Oferta hídrica

El servicio ecosistémico de oferta hídrica se asocia al caudal disponible para ser utilizado; este fue analizado desde dos perspectivas, la perspectiva del proyecto y la perspectiva de la comunidad. Para la perspectiva del proyecto, se tiene en cuenta el caudal disponible en el río y el caudal aprovechable por el Proyecto, considerando la cuenca del río Cocorná hasta la captación del Proyecto; en este análisis se tiene en cuenta la información presentada en la sección Hidrología del Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia. En la Tabla 5-2 se muestran los caudales mensuales medio, ambiental y aprovechable del río Cocorná, en esta se evidencia una muy buena disponibilidad de agua en el Río Cocorná que se mantiene a lo largo del año, esto debido a su localización en una zona climática con gran cantidad de lluvia y una regulación hídrica alta; adicionalmente, por las características ambientales de la cuenta (ver sección Caudal Ambiental, en Hidrología, Capítulo 5), se tiene un caudal aprovechable por el proyecto considerable y estable a lo largo del año.

Tabla 5-2. Caudal mensual Aprovechable (Qapr) para el proyecto

Mes	Caudal Medio mensual (m^3/s)	Caudal Ambiental mensual (m^3/s)	Qamb/Qm (%)	Caudal aprovechable mensual (m^3/s)
Enero	9,4	2,4	25,5	6,94
Febrero	9,6	2,4	25,0	7,26
Marzo	9,6	2,6	27,1	7,01
Abril	12,6	3,4	27,0	9,18
Mayo	15,0	4,5	30,0	10,49
Junio	12,4	3,7	29,8	8,69
Julio	10,3	2,3	22,3	8,02
Agosto	10,0	2,2	22,0	7,80
Septiembre	13,1	3,1	23,7	10,02
Octubre	13,1	4,3	32,8	8,78
Noviembre	12,4	4,4	35,5	8,01
Diciembre	10,6	3,9	36,8	6,72
Promedio	**11,5**	**3,3**	**28,7**	**8,24**

Por otro lado, en el análisis desde la perspectiva de la comunidad, la oferta hídrica se asocia al caudal demandado para uso doméstico por la población en el Área de Caracterización a Detalle. El caudal demandado se estima usando la metodología del Título B del Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (MinVivienda, 2010), en la que se estima el caudal demandado a partir de la dotación neta por habitante (ver Tabla 5-3) y el número de habitantes que demandan el servicio.

Tabla 5-3. Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema y condiciones climáticas

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab/día) climas templado y frío	Dotación neta (L/hab/día) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio Alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: RAS, Título B (MinVivienda, 2010)

Para el cálculo de la cantidad de agua demandada en los escenarios actual y tendencial, se usan, respectivamente, la población ubicada en el Área de Caracterización a Detalle (por vereda) y las tasas de crecimiento poblacional del

POMCA del Río Samaná Norte proyectada 10 años (Cornare, Corantioquia, & Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño, 2017) En ambos casos se considera el escenario más crítico en el que la cantidad demandada es mayor (clima cálido y nivel de complejidad alto). Los caudales demandados por escenario y por vereda se muestran en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Caudal demandado en el área de caracterización a detalle

Escenario	Año	Población (hab)	Caudal demandado (l/s)
El Tesoro	2019	37	0,064
Las Mercedes	2019	32	0,056
Los Cedros	2019	3	0,005
Mazotes	2019	11	0,019
Montañita	2019	4	0,007
Placeta	2019	3	0,005
San José	2019	38	0,066
Total Actual	**2019**	**128**	**0,222**
Tendencial 2029	**2029**	**126**	**0,219**

Fuente: Praming (2019) con información de Fase prospectiva y zonificación ambiental, POMCA Samaná Norte (Cornare et al., 2017)

Finalmente, el conjunto de factores en la cuenca del río Cocorná, hacen de la oferta hídrica un servicio ecosistémico abundante y estable a lo largo de las temporadas climáticas del año, con lo cual se puede garantizar el abastecimiento de los beneficiarios actuales y potenciales en la zona de estudio, y para las actividades de generación hidroeléctrica del Proyecto.

5.4.2.2 Aprovisionamiento de alimentos por actividades agropecuarias

A partir del contraste entre la información secundaria disponible y primaria recopilada en campo, se realiza un análisis de la extensión de las áreas de pastos y cultivos que se utilizará como base para la estimación de la oferta del servicio ecosistémico. El análisis se realizará en dos escalas, una para las veredas del área de influencia del medio socioeconómico y otra para el Área de Influencia del medio biótico del presente EIA.

Para conocer la extensión de las áreas destinadas a los cultivos y pastos se recurre a la capa de coberturas del POMCA del Río Samaná Norte que realiza un análisis de las coberturas para el año 2016 (Cornare et al., 2017); para el Área de Influencia del medio biótico, se obtiene de la información primaria (inventarios, recorridos y levantamiento en campo) levantada por los profesionales del medio biótico en abril del año 2020.

Tabla 5-5 Coberturas del POMCA en el área de influencia del medio socioeconómico (veredas del área de influencia)

Cobertura	Área (ha)	Porcentaje
Bosque abierto	65,41	3,31%
Bosque de galería y ripario	276,48	13,99%
Bosque denso	109,97	5,56%
Cultivos permanentes arbóreos	23,11	1,17%
Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	11,58	0,59%
Vegetación secundaria o en transición	141,35	7,15%
Cultivos permanentes arbustivos	5,55	0,28%
Cultivos permanentes herbáceos	46,23	2,34%
Mosaico de cultivos	21,98	1,11%
Mosaico de cultivos con espacios naturales	6,02	0,30%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	19,15	0,97%
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,59	0,08%
Mosaico de pastos y cultivos	119,00	6,02%
No aplica	6,49	0,33%
Pastos arbolados	6,40	0,32%
Pastos enmalezados	134,85	6,82%
Pastos limpios	939,46	47,54%
Ríos	33,06	1,67%
Tejido urbano continuo	2,17	0,11%
Tejido urbano discontinuo	6,52	0,33%
Total	**1976,35**	**100,00%**

Fuente: Cornare et al. (2017)

Cómo se puede observar en la Tabla 5-5, las áreas de pasto son la cobertura de mayor relevancia en el área de influencia con 61,75%, esto muestra preponderancia de la actividad ganadera sobre las demás actividades del sector primario de la economía. Lo anterior se puede verificar por la existencia de unidades agrícolas dedicadas a la cría de animales para el aprovechamiento de leche que satisface una parte de la demanda local y carne, que es enviada para su sacrificio, a municipios vecinos.

Se encuentra una unidad de producción agropecuaria dedicada al mejoramiento genético de especies bovinas que no aporta al aprovisionamiento de alimentos. Los sistemas ganaderos predominan en las veredas Mazotes, La Placeta, El Tesoro y

Montañita donde se puede encontrar grandes y medianas propiedades dedicadas de forma exclusiva a esta actividad.

Para el área de caracterización a detalle del medio socioeconómico se encuentra un total de 173 cabezas de ganado de diferentes edades. Dos grandes propiedades concentran el 75% de los animales (promedian 65 cabezas) y realizan producción a mediana escala; el resto de las unidades productivas promedian 4 cabezas de ganado. En el Área de Influencia se realiza la cría de gallinas para la producción de huevos y carne; mientras que, en el Área de Caracterización a Detalle se encontraron 4.648 animales, una propiedad cuenta con 4.500 aves para la producción de huevos, en las demás se utilizan para el consumo del hogar y la venta de carne y huevos a los predios vecinos. Se encuentran tres unidades dedicadas a la cría de cerdos con un total de 20 animales de diferentes edades (Ver Capítulo 5.3 Caracterización del Área de Influencia, Medio Socioeconómico).

Las coberturas de cultivos agrícolas ocupan un 12,19% del área las veredas (ver Tabla 5-5), la caña para la elaboración de panela, café, y cítricos satisfacen una parte de la demanda alimentaria de las veredas, los excedentes se comercializan en la cabecera municipal de Cocorná y municipios aledaños (Ver Capítulo 5.3 Caracterización del Área de Influencia, Medio Socioeconómico). Cómo se puede observar en la Tabla 5-6 hay una gran variedad de cultivos que son producidos para satisfacer la demanda de alimentos de cada familia, eventualmente, si tienen excedentes son vendidos en predios vecinos o la cabecera municipal de Cocorná.

Tabla 5-6 Cultivos, producción y destinación en el área de influencia de caracterización a detalle del medio socioeconómico

Cultivo	Producción	Observaciones
Caña de azúcar	-	No se cuenta con información de producción de todas las unidades, pues la caña se muele en otras propiedades.
Cacao	-	No se encontraba en producción a la fecha de realización de la caracterización socioeconómica.
Aguacate	-	Pancoger
Cebolla larga	-	Pancoger
Col	-	Pancoger
Frijol	-	Pancoger
Guanábana	-	Pancoger
Maíz	-	Pancoger
Papaya	-	Pancoger
Pepino	-	Pancoger

Cultivo	Producción	Observaciones
Repollo	-	Pancoger
Tomate	-	Pancoger
Zanahoria	-	Pancoger
Banano	-	Pancoger
Plátano	-	Pancoger, se comercializan los excedentes, no hay información precisa de producción
Heliconia	10.044 ramos/año	Para exportación
Café	593 kg/año	Se vende en las cabeceras municipales de Cocorná y El Santuario
Curuba	-	No se encontraba en producción a la fecha de realización de la caracterización socioeconómica
Borojó	100 kg/año	También es utilizado para el consumo de los hogares
Habichuela	280 kg/año	También es utilizado para el consumo de los hogares
Cítricos	3.020 kg/año	También utilizada para el consumo de los hogares
Yuca	10.025 kg/año	También utilizada para el consumo de los hogares

A continuación, se presentará un análisis de las coberturas en el área de influencia del componente biótico que permite realizar un análisis de las coberturas de pastos y cultivos en dos periodos de tiempo diferentes: 2016 (Cornare et al., 2017) y 2020 (información primaria recopilada en campo). Se debe aclarar que la información tiene una escala espacial diferente, lo cual puede dar la idea errónea de cambios en algunas coberturas que no corresponderían con la realidad, razón por la que no se puede establecer un análisis comparativo; sin embargo, las dos fuentes muestran indicios del comportamiento actual del servicio ecosistémico.

Cómo se puede apreciar en la Figura 5-1 y Tabla 5-7, en el año 2016 los pastos (limpios, arbolados, enmalezados) ocupan la mayor parte del área con 56,07% y de estos la cobertura más representativa es la de pastos limpios. Por su parte los cultivos alcanzan el 17,66% del área, en la que los cultivos permanentes ocupan la mayor proporción con el 11,90%. Los bosques llegan al 23,41% y se encuentran asociados en su mayoría a las riberas del río Cocorná y quebradas afluentes.

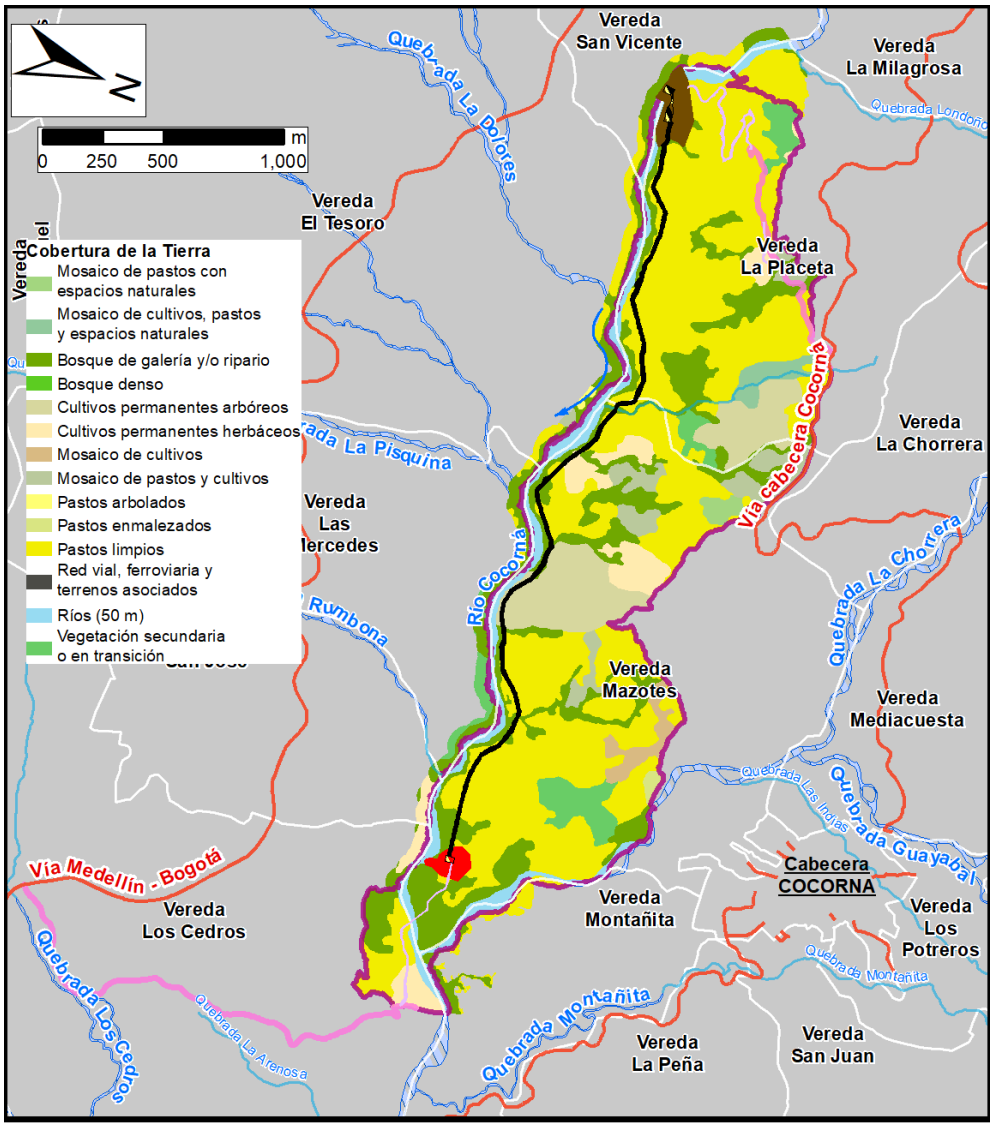

Figura 5-1 Coberturas del POMCA en el área de influencia del medio biótico

Fuente: Adaptado de Cornare et al. (2017)

En lo que refiere a la información para el año 2020 (ver Figura 5-2 y Tabla 5-7) los pastos son nuevamente la cobertura de mayor importancia ocupando el 40,43% del área, en la que los pastos arbolados ocupan la mayor parte; los cultivos llegan a ser el 10,03%, en la que los permanentes arbóreos (cítricos) ocupan la mayor proporción

con el 6,08%. Los bosques alcanzan un 40,43% del área en la que la mayor parte son bosques riparios o de galería, asociados a las fuentes hídricas especialmente el río Cocorná y la quebrada La Chorrera.

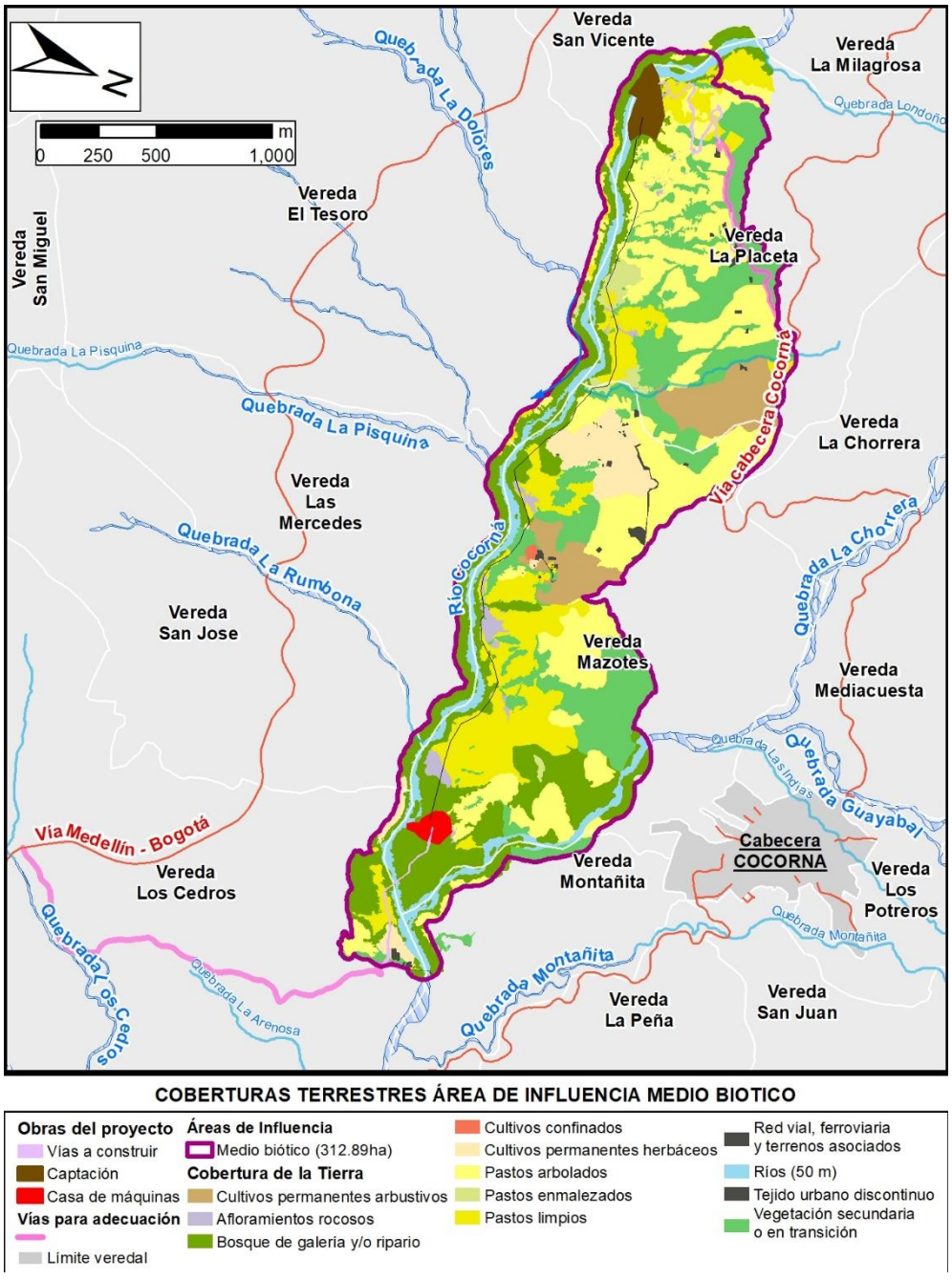

Figura 5-2 Coberturas en el área de influencia del medio biótico

Tabla 5-7. Distribución de coberturas en zona de análisis

Cobertura	POMCA		Área de Influencia Biótica	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Afloramientos rocosos	-	-	4,22	1,35%
Bosque de galería y/o ripario	61,22	19,57%	64,43	20,60%
Bosque denso	0,00	0,00%	-	-
Cultivos confinados	-	-	0,29	0,09%
Cultivos permanentes arbóreos	23,09	7,38%	19,02	6,08%
Cultivos permanentes herbáceos	14,15	4,52%	12,35	3,95%
Mosaico de cultivos	3,64	1,16%	-	-
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3,26	1,04%	-	-
Mosaico de pastos con espacios naturales	1,59	0,51%	-	-
Mosaico de pastos y cultivos	11,12	3,56%	-	-
Pastos arbolados	0,29	0,09%	80,38	25,70%
Pastos enmalezados	0,74	0,24%	4,22	1,35%
Pastos limpios	158,41	50,63%	41,83	13,38%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,21	0,07%	0,91	0,29%
Ríos (50 m)	23,14	7,40%	21,16	6,77%
Tejido urbano discontinuo	-	-	1,92	0,61%
Vegetación secundaria o en transición	12,00	3,84%	62,02	19,83%
Total	**312,89**	**100,00%**	**312,89**	**100,00%**

Contrastando las fuentes de información se puede notar que la actividad ganadera es preponderante en las veredas del área de influencia y en la zona más cercana a las obras del proyecto. Por otro lado, en los cultivos hay predominio de los permanentes que en su mayoría son utilizados para su comercialización y una porción menor en cultivos transitorios que se dedican mayoritariamente al consumo de los hogares; este panorama muestra que la seguridad alimentaria de la zona depende de centros de acopio de productos cercanos.

En lo que refiere al escenario tendencial, Cornare et al. (2017) en el POMCA del río Samaná Norte proyecta un crecimiento del 2,7% anual de la actividad agropecuaria

en los municipios de la cuenca, un indicador bajo si se le compara con otros sectores de la economía. Este crecimiento es jalonado por la expansión de la ganadería y la agricultura comercial, en detrimento de los sistemas productivos y autonomía campesina. El conflicto armado fue el fenómeno de mayor incidencia en el comportamiento de este sector de la economía.

De acuerdo con los datos recopilados se puede establecer que en el área de influencia se presentará un crecimiento de áreas de pasto y cultivos permanentes, estos se encuentran jalonados por la llegada de población foránea y aportan más valor agregado municipal en comparación con la economía de subsistencia. A pesar de lo anterior, perviven economías campesinas de poca productividad que satisfacen una parte de la demanda de alimentos de la población del área de influencia.

La llegada de población foránea en búsqueda de segunda habitación fomenta el fraccionamiento de la propiedad, el deterioro de los sistemas agrarios campesinos y de la producción agrícola, lo que afecta la seguridad alimentaria. Se espera observar el crecimiento de actividades como la avicultura y la piscicultura.

5.4.2.3 Combustible de biomasa

El servicio ecosistémico de combustible de biomasa, en el Área del Proyecto, está relacionado principalmente con el uso de leña y combustible vegetal para las actividades de cocina. El análisis de este servicio fue realizado en el Área de Influencia Socioeconómica (veredas San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta) y en el Área de Caracterización a Detalle Socioeconómica; para el área de influencia se utilizó información del SISBEN a nivel veredal relacionada con el combustible usado para cocinar, mientras que para el Área de Caracterización a Detalle se utilizó la información recolectada en campo a través de la ejecución del instrumento de caracterización socioeconómica. La madera usada para la cocción de alimentos se asocia al servicio ecosistémico de combustible de biomasa, asumiendo que los materiales son obtenidos dentro de la misma zona, en lugar de ser comprados a externos con procesos industrializados.

En la Tabla 5-8 se muestran los materiales usados para cocinar en las viviendas del Área de Influencia Socioeconómica; en esta se puede notar que la madera es el principal material usado para las actividades de cocina en más del 50% de viviendas de cada vereda y más del 75% en el total general de viviendas en el Área de Influencia Socioeconómica. La demanda de madera para la cocción de alimentos aumenta la presión de las coberturas boscosas que han sido deterioradas para la expansión de la frontera agrícola y ganadera; esta situación se nota con mayor énfasis en las veredas La Placeta y San José, que presentan un crecimiento poblacional, en contraposición de la tendencia de disminución de habitantes de las otras unidades territoriales. Los costos de la energía eléctrica y las dificultades para el transporte de gas propano a las viviendas son elementos explicativos de esta realidad.

Tabla 5-8. Materiales usados como combustible para cocinar en las veredas del Área de Influencia

Vereda	Combustible para cocinar				Número de viviendas
	Ninguno	Electricidad	Gas propano	Material de desecho, leña, carbón de leña	
El Tesoro	5,19%	1,30%	15,58%	77,92%	77
La Placeta	2,00%	2,00%	12,00%	84,00%	50
Las Mercedes	2,04%	4,08%	22,45%	71,43%	49
Los Cedros	0,96%	1,92%	25,00%	72,12%	104
Mazotes	6,82%	0,00%	15,91%	77,27%	44
Montañita	0,00%	2,04%	38,78%	59,18%	49
San José	3,28%	3,28%	11,48%	81,97%	61
San Vicente	1,87%	0,93%	18,69%	78,50%	107
Total	**2,59%**	**1,85%**	**19,96%**	**75,60%**	**541**

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Por otro lado, en la Tabla 5-9 es mostrada la distribución de materiales usados como combustible para cocinar en las viviendas del Área de Caracterización a Detalle, en esta área, al igual que a nivel veredal, la madera es uno de los principales materiales usados para las actividades de cocción de alimentos; aunque esta es presentada agrupada con otros materiales y métodos debido a las dinámicas de la población, reflejada en las encuestas realizadas. En el Área de Caracterización a Detalle, más de la mitad de los hogares (aproximadamente el 65%) optan por la combinación de gas propano y madera para la cocción, mientras, el uso de energía eléctrica es aún más reducido que en la totalidad de las veredas a pesar de tener elevadas coberturas de este servicio. Algunas de las viviendas cuentan con estufas eficientes construidas por la Corporación Autónoma Regional CORNARE, sin embargo, ninguna cuenta con huerto leñero, razón por la cual dependen de las coberturas naturales que se encuentren en las inmediaciones de la vivienda.

Tabla 5-9. Materiales usados como combustible para cocinar en el Área de caracterización a Detalle

Combustible para cocinar	Número de viviendas	Porcentaje de viviendas
Madera	6	11,76%
Eléctrica y madera	1	1,96%
Gas propano y madera	26	50,98%
Gas propano	18	35,29%

Combustible para cocinar	Número de viviendas	Porcentaje de viviendas
Total	**51**	**100%**

En lo que refiere al análisis tendencial se tiene que, la demanda de madera para múltiples actividades se incrementa, con el consecuente deterioro y fragmentación de las coberturas de bosque y la pérdida de biodiversidad de fauna y flora; se debe aclarar que este escenario obedece a la demanda para infraestructura, vivienda, actividades agrícolas, industriales o explotación para la apertura de áreas de pasto. El uso de madera para la cocción de alimentos se configura como un aspecto que ahonda la situación generalizada de pérdida de áreas de bosque y deterioro de algunas especies con alta demanda.

En contravía de esta situación, se presentan proyecciones para el aprovechamiento de productos no maderables del bosque y creación de estufas ecoeficientes y huertos leñeros por parte de la corporación ambiental; a pesar de lo anterior, los impactos de estas iniciativas no alcanzan a transformar la práctica generalizada de deforestación ni a dar cobertura a las familias vulnerables que requieren del uso de madera para la cocción de sus alimentos.

En última instancia, las prácticas culturales y económicas de consumo de madera aumentan la demanda; y los procesos de reforestación y regeneración natural no logran revertir la tendencia de la deforestación o aprovechamiento de algunas especies de flora.

5.4.2.4 Madera como material de construcción

La madera como material de construcción en el Área del Proyecto es un servicio ecosistémico de aprovisionamiento, este considera únicamente el material vegetal que es extraído de la zona para ser usado en paredes, y/o pisos de viviendas de la zona. El análisis de este servicio fue realizado en el Área de Influencia Socioeconómica (veredas San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta) y en el Área de Caracterización a Detalle Socioeconómica. Para el Área de Influencia se utilizó información del SISBEN a nivel veredal y para el Área de Caracterización a Detalle se utilizó la información recolectada en campo a través de la aplicación del instrumento de caracterización socioeconómica; en ambos casos se tomó la información relacionada con el material de las paredes y los pisos.

En la Tabla 5-10 y Tabla 5-11 se muestran, respectivamente, los materiales usados para la construcción de paredes y pisos en las viviendas del Área de Influencia Socioeconómica. Es importante resaltar que materiales como guadua, caña, esterilla, otro vegetal; y bahareque son considerados para el análisis de este Servicio Ecosistémico, ya que estos están constituidos por materiales forestales que se encuentran en la zona; de esta manera, la madera pulida se descarta, ya que implica

un proceso industrial que no presenta beneficiarios directos en el Área de Influencia, pues no se cuenta con entables que permitan la conversión de la madera burda. La información muestra que la madera es uno de los materiales menos usados para la construcción, tanto en paredes como pisos, categorías en las cuales, no supera el límite del 10% de las viviendas de cada vereda. Como material de paredes la madera es usada en el 8,13% de las viviendas, mientras que, como material de pisos es usada en el 0,92% de las viviendas de las veredas.

Los bajos índices de uso de madera burda para la construcción en las veredas del área de influencia se encuentran relacionados con la cercanía con la cabecera municipal y otros centros funcionales que proveen de materiales como adobe, cemento o madera pulida, que son los que predominan en el área de influencia.

Tabla 5-10. Materiales usados en construcción de paredes en las veredas del Área de Influencia

Vereda	Material de las paredes							Número de viviendas
	Bloque, ladrillo, piedra, madera pulida	Tapia pisada, adobe	Bahare que	Material prefabri cado	Madera burda, tabla, tablón	Guadua , caña, esterilla , otro vegetal	Zinc, tela, cartón, latas, desechos, plásticos,	
El Tesoro	2,60%	92,21%	2,60%	0,00%	0,00%	2,60%	0,00%	77
La Placeta	4,00%	84,00%	8,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	50
Las Mercedes	0,00%	93,88%	4,08%	2,04%	0,00%	0,00%	0,00%	49
Los Cedros	1,92%	88,46%	7,69%	1,92%	0,00%	0,00%	0,00%	104
Mazotes	34,09%	54,55%	6,82%	0,00%	4,55%	0,00%	0,00%	44
Montañita	44,90%	44,90%	4,08%	0,00%	2,04%	4,08%	0,00%	49
San José	0,00%	90,16%	9,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	61
San Vicente	6,54%	82,24%	5,61%	1,87%	0,00%	3,74%	0,00%	107
Total	**9,24%**	**81,33%**	**6,10%**	**0,92%**	**0,55%**	**1,48%**	**0,37%**	**541**

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Tabla 5-11. Materiales usados en construcción de pisos en las veredas del Área de Influencia

Vereda	Material de los pisos				Número de viviendas
	Baldosa, vinilo, tableta o ladrillo	Cemento o gravilla	Madera burda, madera en mal estado, tabla, tablón	Tierra o arena	
El Tesoro	6,49%	81,82%	0,00%	11,69%	77
La Placeta	6,00%	84,00%	2,00%	8,00%	50

Vereda	Material de los pisos				Número de viviendas
	Baldosa, vinilo, tableta o ladrillo	Cemento o gravilla	Madera burda, madera en mal estado, tabla, tablón	Tierra o arena	
Las Mercedes	4,08%	89,80%	4,08%	2,04%	49
Los Cedros	4,81%	88,46%	0,96%	5,77%	104
Mazotes	2,27%	93,18%	0,00%	4,55%	44
Montañita	4,08%	79,59%	0,00%	16,33%	49
San José	13,11%	80,33%	0,00%	6,56%	61
San Vicente	3,74%	85,98%	0,93%	9,35%	107
Total	**5,55%**	**85,40%**	**0,92%**	**8,13%**	**541**

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Por otro lado, los materiales usados para paredes y pisos en el Área de Caracterización a Detalle son mostrados en la Tabla 5-12 y Tabla 5-13; en estas se puede notar que la madera es poco usada como material de construcción, aún menos que en la totalidad de la vereda; es utilizada como material de paredes en 3 viviendas, correspondientes al 5,88% de viviendas del área de análisis. En lo que respecta al material para pisos, la madera no es utilizada, en cambio predomina el cemento debido a la cercanía con vías principales que facilita el uso y adquisición de materiales y acarrea unos costos menores para su transporte.

Tabla 5-12. Materiales usados en construcción de paredes en el Área de caracterización a Detalle

Material de las paredes	Número de viviendas	Porcentaje de viviendas
A la vista*	20	39,22%
A la vista* y madera o material vegetal	1	1,96%
A la vista* y revocado	1	1,96%
Bahareque	1	1,96%
Madera o material vegetal y revocado	1	1,96%
Revocado	23	45,10%
Tapia	4	7,84%
Total	**51**	**100,00%**

* A la vista indica que el material de construcción se encuentra sin revestimiento o revoque

Tabla 5-13. Materiales usados en construcción de pisos en el Área de caracterización a Detalle

Material de los pisos	Número de viviendas	Porcentaje de viviendas
Baldosa	12	23,53%
Baldosa y cemento	3	5,88%
Cemento	34	66,67%
Tierra o arena y cemento	1	1,96%
SR	1	1,96%
Madera pulida	0	0,00%
Madera burda	0	0,00%
Total	**51**	**100,00%**

El crecimiento poblacional de las veredas del Área de Influencia y la cabecera municipal de Cocorná, el retorno de población desplazada y la alta demanda de construcción de vivienda aumentarían la presión y deterioro de las coberturas naturales para la construcción de viviendas, focalizada en los polos de desarrollo rurales y las zonas aledañas; aumentando el porcentaje de viviendas construidas con madera.

5.4.2.5 Almacenamiento de carbono

Los servicios ecosistémicos atribuidos a los árboles son diversos y ampliamente ponderados (Balvanera, 2012; Brack, 2002; Sarajevs, 2011; Wolf, 2013). Debido a la preocupación mundial por el cambio climático y la alta concentración de gases efecto invernadero, el almacenamiento de carbono por parte de los árboles es un servicio ecosistémico de uso efectivo para la sociedad. Por esto cobra gran interés el hecho de que la Cuenca del Río Samaná Norte es una de las unidades hidrográficas del Oriente Antioqueño que se destaca por conservar considerables extensiones de coberturas naturales.

Para estimar el almacenamiento de carbono se utilizó un planteamiento similar al realizado a los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de alimento por agricultura y ganadería; el cual consiste en realizar el análisis del servicio en el Área de Influencia (en este caso de Flora) por ser en donde se realiza una caracterización en detalle de las coberturas vegetales.

El cálculo del almacenamiento de carbono en este estudio fue realizado de forma indirecta para los espacios naturales y seminaturales, además de los pastos arbolados. Vale la pena aclarar que en la vegetación de coberturas como los cultivos y pastos también se produce un almacenamiento de carbono, sin embargo, su

almacenamiento respecto a la de los bosques y vegetación secundaria es varios órdenes de magnitud inferior, por lo cual no son considerados en el presente análisis.

Para realizar la estimación del almacenamiento de carbono se utilizaron datos del inventario forestal por parcelas, realizado por los profesionales del medio biótico en agosto del 2020 (ver Figura 5-3 y Capítulo 5, Caracterización del Medio Biótico); a partir de estos se calculó la biomasa área por parcela de forma indirecta usando la siguiente ecuación alométrica reportada por el IDEAM en el trabajo de Yepes et al. (2011):

$$\ln(BA) = -1{,}544 + 2{,}37D$$

Donde BA (kg) es biomasa aérea y D (cm) es el diámetro a la altura del pecho.

Para transformar esta biomasa área por parcela a carbono se empleó un factor de forma de 0,5, dado que para los bosques tropicales se asume que la captura del carbono corresponde al 50% de la biomasa arbórea (Yepes et al., 2011) y posteriormente esta información fue extrapolada a una hectárea obteniendo los resultados de la Tabla 5-14 (mostrados en detalle en el Anexo 7.4.2 Listado de especies inventariadas y cálculo de volúmenes).

Tabla 5-14. Carbón almacenado por las coberturas en el Área de Influencia de Flora

Cobertura	Área actual (ha)	Biomasa Aérea (Kg/ha)	Almacenamiento (kg C/ha)
Bosque de galería y/o ripario	24,12	375.517,65	187.758,82
Pastos arbolados	6,93	54.129,18	27.064,59
Vegetación secundaria o en transición	3,55	37.570,58	18.785,29

En lo que refiere al escenario tendencial Cornare et al. (2017), para el POMCA del río Samaná Norte se proyecta un crecimiento del 2,7% anual de la actividad agropecuaria en los municipios de la cuenca, lo cual, como se indicó anteriormente, se esperaría ver reflejado en el crecimiento del área de cultivos y de pastos, y en la reducción de cobertura boscosa en la zona (ver Aprovisionamiento de alimentos por actividades agropecuarias). Todos estos procesos conjuntos afectarían el almacenamiento de carbono en la zona, disminuyendo la capacidad del servicio ecosistémico.

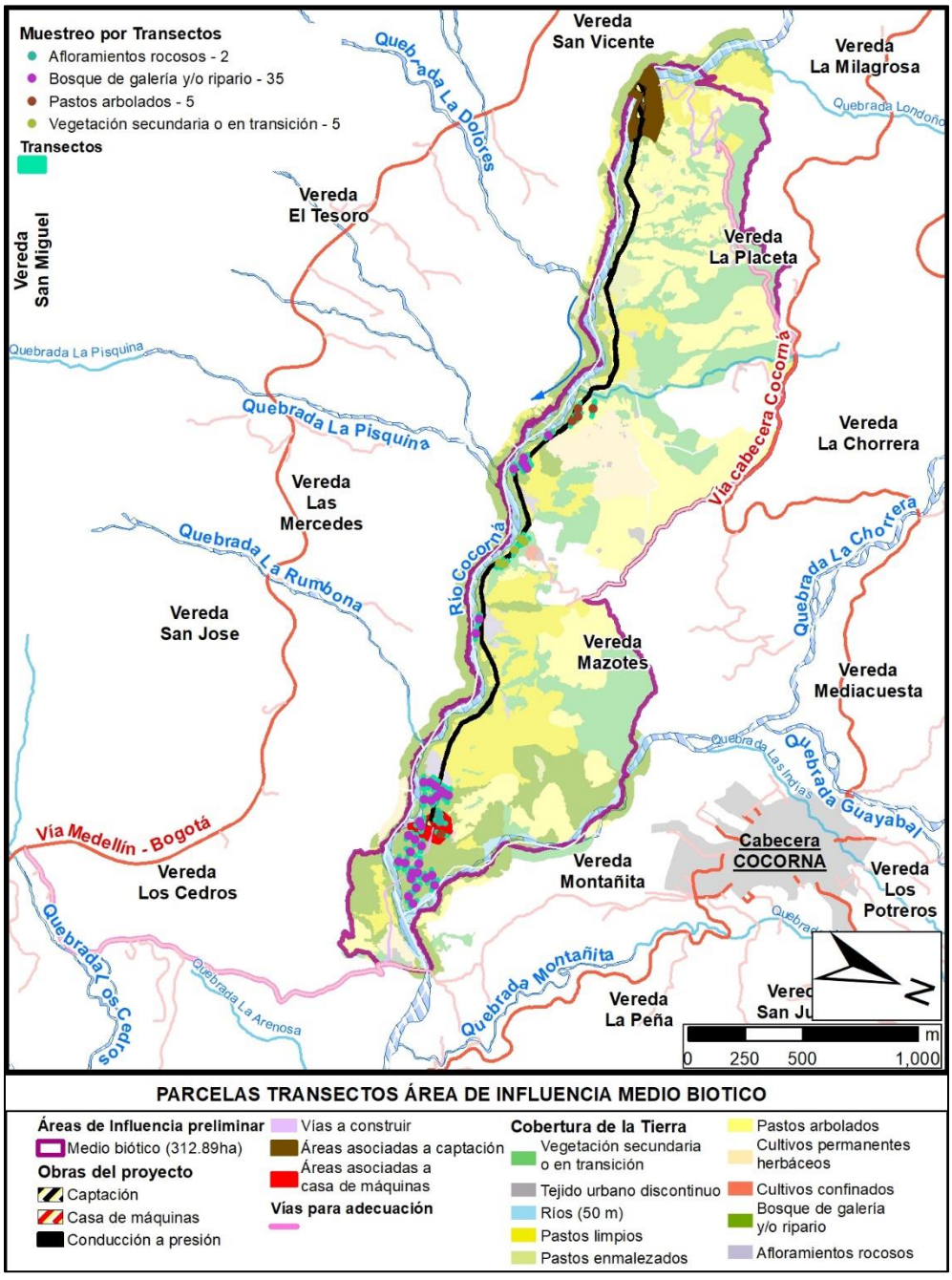

Figura 5-3. Localización inventario forestal por parcelas

Finalmente, el servicio de captura de carbono por parte de las coberturas naturales ofrece a la sociedad en general un soporte en la reducción de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, sirviendo como un sumidero importante de estos gases; sin embargo, esto normalmente no es percibido por la comunidad, lo cual

puede reducir su relevancia y nivel de dependencia de los beneficiarios, aunque esto no debe significar que no tenga una importancia real.

5.4.2.6 Control de la erosión

El suelo es un recurso fundamental para el desarrollo de la vida humana, en este se cimientan las actividades agrícolas y pecuarias de las cuales depende el hombre. En un perfil de suelo dado, la capa orgánica es la que conforma la menor fracción, pero es en la cual se encuentran la matriz de nutrientes y microorganismos que propician el desarrollo de las actividades agrícolas. La capa de suelo orgánico está expuesto a procesos erosivos principalmente debido a la acción de la lluvia y la escorrentía. Sin embargo, es importante tener en cuenta que hay otros importantes factores que intervienen en el proceso de erosión, tales como: la vegetación (amarra el sustrato, amortigua el impacto de las gotas de agua), las características fisicoquímicas del suelo, los aspectos geotécnicos y litológicos del suelo, la topografía y los usos del suelo (Posada, 1994). \

En la cuenca del río Cocorná y el Área de Influencia del Proyecto confluyen diferentes factores que propician o atenúan la erosión del suelo; la unidad hidrográfica en que se encuentra la cuenca (altos niveles de precipitación), combinada con las altas pendientes presentadas en el Área de Influencia, propician la erosión del suelo; mientras que, las coberturas existentes y la presencia de algunas unidades de suelo con poca erodabilidad atenúan los procesos erosivos presentes en la zona. Tal como se detalló en el Capítulo 5, Caracterización del Medio Abiótico, en el apartado de Dinámica Fluvial del río Cocorná, para poder estudiar y estimar la pérdida de suelo y el transporte de sedimentos en la cuenca, se aplicó el Modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE, por sus siglas en inglés). Cómo resultado se obtuvo una erosión media de aproximadamente 13 ton/ha/año para la cuenca hasta captación, lo que corresponde a 1,30 mm/año de pérdida laminar y 618.861 ton/año en toda la cuenca; para el Área de Influencia Socioeconómica la erosión media obtenida fue 46,26 ton/ha/año (365.834 ton/año) y para el área total analizada fue de 17,08 ton/ha/año (941.470 ton/año) (ver Figura 5-4 y Tabla 5-15).

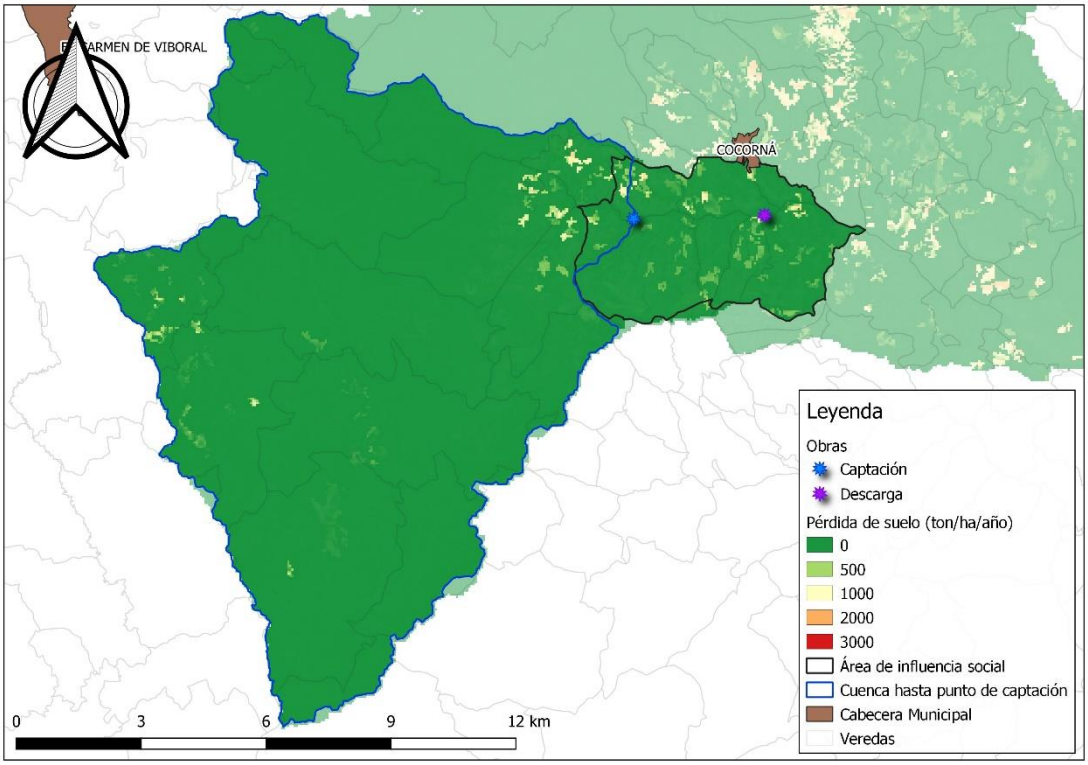

Figura 5-4. Pérdida de suelo (toneladas/ha/años) en la cuenca tributaria a la captación del proyecto y Área de Influencia Socioeconómica

Con el objetivo de analizar el control de la erosión que se produce por las coberturas y las prácticas del suelo, se aplica de nuevo el modelo RUSLE en la misma área tributaria, asumiendo ahora los valores más críticos para los factores C y P. Lo anterior implica modelar la pérdida de suelo bajo un escenario de ausencia total de coberturas (factor C = 1), así como que no existiera ninguna práctica que ayude a proteger el suelo (factor P = 1). Bajo este escenario, se obtienen erosiones medias de 2.543,9 ton/ha/año para la cuenca hasta captación, 5.132,2 ton/ha/año para el área de Influencia Socioeconómica y 2.893,6 ton/ha/año para el área total de análisis; lo que respectivamente equivale a 121.476.720; 40.585.168 y 159.605.290 toneladas de suelo perdidas al año (ver Figura 5-5 y Tabla 5-15).

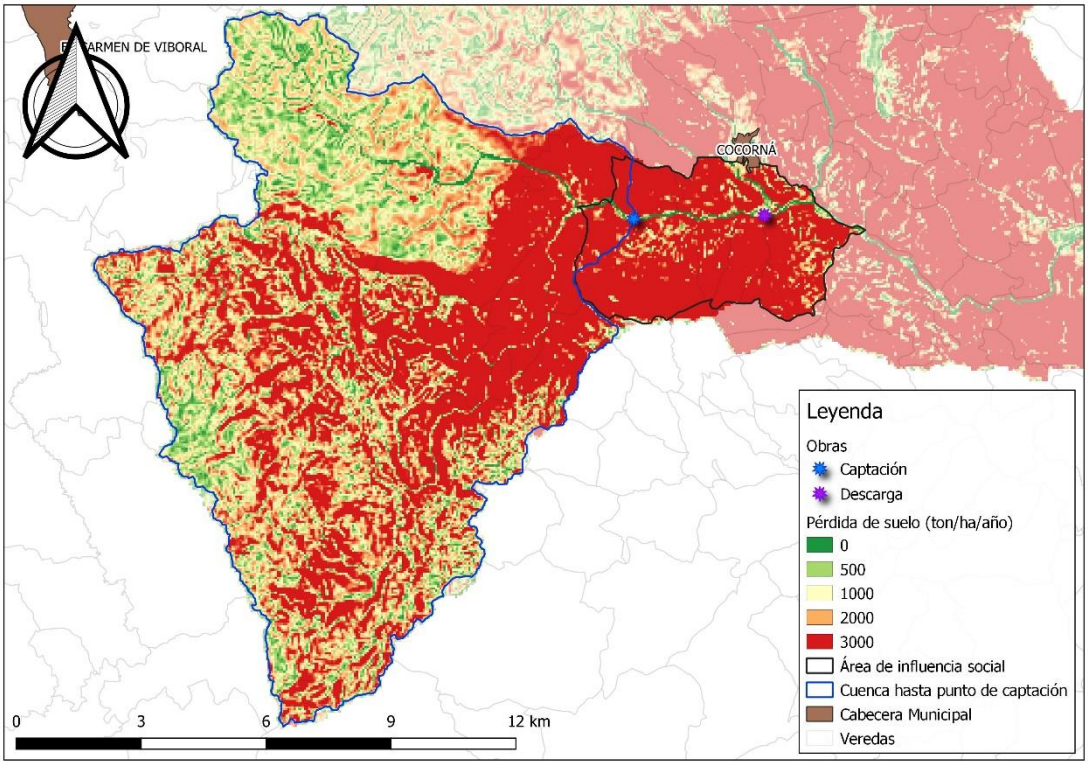

Figura 5-5. Pérdida de suelo (toneladas/ha/años) máxima (sin protección por coberturas) en la cuenca tributaria a la captación del proyecto y Área de Influencia Socioeconómica

Comparando la Figura 5-4 con Figura 5-5 se puede observar la protección que ejercen las coberturas presentes en el área y las prácticas de conservación del suelo, con lo que se evita una pérdida de suelo de más de 2.500 ton/ha/año en todas las áreas de análisis (ver Tabla 5-15); lo cual corresponde a más 100 veces la erosión actual para las zonas analizadas.

Tabla 5-15. Pérdida de suelo y protección actual, por coberturas en las áreas de análisis

Área de análisis	Pérdida de suelo (ton/ha/año)	Pérdida máxima (ton/ha/año)	Protección por coberturas (ton/ha/año)
Cuenca hasta captación	12,97	2.543,91	2.530,94
Área de influencia socioeconómica	46,26	5.132,17	5.085,91
Área total	17,08	2.893,60	2.876,52

Para el escenario tendencial, en el POMCA del río Samaná Norte se proyecta un crecimiento anual del 2,7% de la actividad agropecuaria (Cornare et al., 2017), lo cual estaría directamente relacionado con la expansión de la ganadería y la agricultura comercial, y se vería reflejado en los cambios de coberturas boscosas por áreas de cultivos y de pastos. La expansión de la ganadería y la agricultura se encuentra jalonada por la llegada de población foránea, la cual se asienta principalmente en cercanías a las cabeceras municipales y principales centros poblados, mientras que en las partes altas de la cuenca perviven economías campesinas de poca productividad. Este conjunto de procesos afectaría el control de la erosión que ejercen las coberturas boscosas, intensificando la pérdida de suelo ya evidenciada en cercanías a la zona urbana de Cocorná, en el escenario actual; presentando una mayor afectación en el área de influencia socioeconómica, dada su cercanía a la cabecera municipal de Cocorná.

5.4.2.7 Depuración del agua

En el área del Proyecto, el servicio ecosistémico de depuración del agua se asocia al uso de las fuentes hídricas como receptoras de descargas de aguas residuales. La magnitud del uso del servicio se asume igual al caudal de aguas residuales domésticas (ARD) vertido en el Tramo de Caudal Reducido. El caudal de ARD fue estimado de acuerdo con el Título D del RAS (MinVivienda, 2016), a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_V = \frac{C_R * P * D_{neta}}{86400}$$

Donde Q_V (l/s) es el caudal de aguas residuales domésticas; C_R $(adimensional)$ es el coeficiente de retorno; P (hab) es el número de habitantes estimado o proyectado y $D_{neta}(L/hab/día)$ es la demanda neta de agua potable proyectada por habitante.

Para el cálculo del estado actual y el escenario tendencial del servicio de depuración del agua se tuvo en cuenta, al igual que para la oferta hídrica, la población ubicada en el Área de Caracterización a Detalle y las proyecciones de población a 10 años, por vereda, del POMCA del Río Samaná Norte (Cornare et al., 2017), mostradas en la Tabla 5-4. Por otra parte, para ambos escenarios se asumieron el coeficiente de retorno (Tabla 5-16) y la demanda neta de agua potable (Tabla 5-3) a partir de los Títulos D y B del RAS (MinVivienda, 2010, 2016), respectivamente, considerando los escenarios más críticos (nivel de complejidad alto y clima cálido).

Tabla 5-16. Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y Medio	0,80
Medio Alto y Alto	0,85

Fuente: RAS, Título D (MinVivienda, 2016)

También fueron estimadas las cargas contaminantes de los vertimientos, usando los factores de contaminación por sistema de tratamiento propuestos por Economopoulos (1993) y Eddy & Metcalf (1995), mostrados en la Tabla 5-17. Debido a que se tienen factores de carga contaminante únicamente para vertimientos sin tratamiento o con tratamiento con pozo séptico, los usuarios con vertimientos infiltrados al suelo fueron asumidos como vertimientos directos a la fuente hídrica (distribución mostrada en la Tabla 5-18 y tomada de fichas de caracterización socioeconómica), considerando el escenario más crítico. Los factores de Nitrógeno total y Fosforo total en pozo séptico son iguales a los factores con ningún tratamiento (ver Tabla 5-17) ya que los sistemas sépticos tienen eficiencias de remoción bajas para estos parámetros (Eddy & Metcalf, 1995).

Tabla 5-17. Carga contaminante en vertimientos de acuerdo con el sistema de tratamiento

Tratamiento	DBO (kg/hab/año)	SST (kg/hab/año)	DQO (kg/hab/año)	Ntotal (kg/hab/año)	Ptotal (kg/hab/año)
Pozo séptico	6,90	16	17,25	4,02	0,292
Ninguno	22,63	25	56,575	4,02	0,292

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno; SST: Sólidos suspendidos totales; DQO: Demanda química de oxígeno; Ntotal: Nitrógeno total; Ptotal: Fósforo total
Fuente: Economopoulos (1993) y Eddy & Metcalf (1995)

Tabla 5-18. Distribución de vertimientos en el Área de Caracterización a Detalle

Vereda	Población (hab)	Infiltración al suelo	Pozo séptico	Vertimiento a fuente hídrica	Vertimiento a fuente hídrica e infiltración a suelo
El Tesoro	37	40,54%	40,54%	10,81%	8,11%
Las Mercedes	32	28,13%	62,50%	0,00%	9,38%
Los Cedros	3	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Mazotes	11	27,27%	72,73%	0,00%	0,00%
Montañita	4	0,00%	75,00%	25,00%	0,00%
Placeta	3	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
San José	38	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%
Total	128	**35,94%**	**53,13%**	**6,25%**	**4,69%**

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados de cargas contaminantes y caudal de los vertimientos supuestos en el tramo de caudal reducido para los escenarios actual y tendencial son mostrados en la Tabla 5-19. Es importante mencionar que las aguas residuales vertidas como infiltración al suelo se suponen como vertidas directamente a la fuente hídrica, ya que se desconoce las eficiencias de remoción que pueda tener el tipo de suelo de la zona; y de esta manera también se asume el escenario más

crítico de vertimientos de ARD, a sabiendas de que esto no necesariamente refleja las condiciones reales del recurso, ya que el suelo puede tener una capacidad alta de remoción de contaminantes presentes en las ARD.

Tabla 5-19. Cargas contaminantes y caudal de ARD de viviendas en el tramo de caudal reducido

Sector	Población (hab)	QV (l/s)	DBO (kg/año)	SST (kg/año)	DQO (kg/año)	Ntotal (kg/año)	PTotal (kg/año)
El Tesoro	37	0,055	601,36	786,04	1503,40	148,56	10,80
Las Mercedes	32	0,047	409,56	617,84	1023,90	128,48	9,34
Los Cedros	3	0,004	67,89	74,46	169,73	12,05	0,88
Mazotes	11	0,016	123,09	202,46	307,73	44,17	3,21
Montañita	4	0,006	43,33	72,82	108,33	16,06	1,17
Placeta	3	0,004	20,70	48,00	51,75	12,05	0,88
San José	38	0,056	561,07	775,58	1402,68	152,57	11,10
Total actual	**128**	**0,189**	**1.827,00**	**2.577,20**	**4.567,50**	**513,92**	**37,38**
Tendencial 2029	**126**	**0,186**	**1.798,45**	**2.536,93**	**4.496,13**	**505,89**	**36,79**

De la información de la Tabla 5-19 se puede concluir que los vertimientos causan una perturbación mínima de la calidad del agua presente en el río Cocorná y sus afluentes en el tramo de caudal reducido, debido al elevado caudal de las fuentes hídricas comparado con el caudal y la carga contaminante de los vertimientos; lo cual también fue evidenciado en los cuerpos de agua (características organolépticas del agua) durante las visitas de campo realizadas y en los resultados de los muestreos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua realizados para este EIA (ver Sección Calidad del agua en Capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia).

5.4.2.8 Regulación hídrica

La regulación hídrica da cuenta de la capacidad que tiene la cuenca para mantener un régimen hidrológico a través de la interacción entre coberturas, suelo, condiciones climáticas y características físicas de la cuenca. La retención de agua por parte de las coberturas es el atributo que presta este servicio ecosistémico en la cuenca tributaria hasta la captación del Proyecto. La condición actual de este servicio ecosistémico fue analizada a través del Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH), usando la curva de duración de caudales para el punto de captación, calculada en la sección de Hidrología (Capítulo 5. Caracterización del Área de Influencia) mostrada en la Figura 5-6.

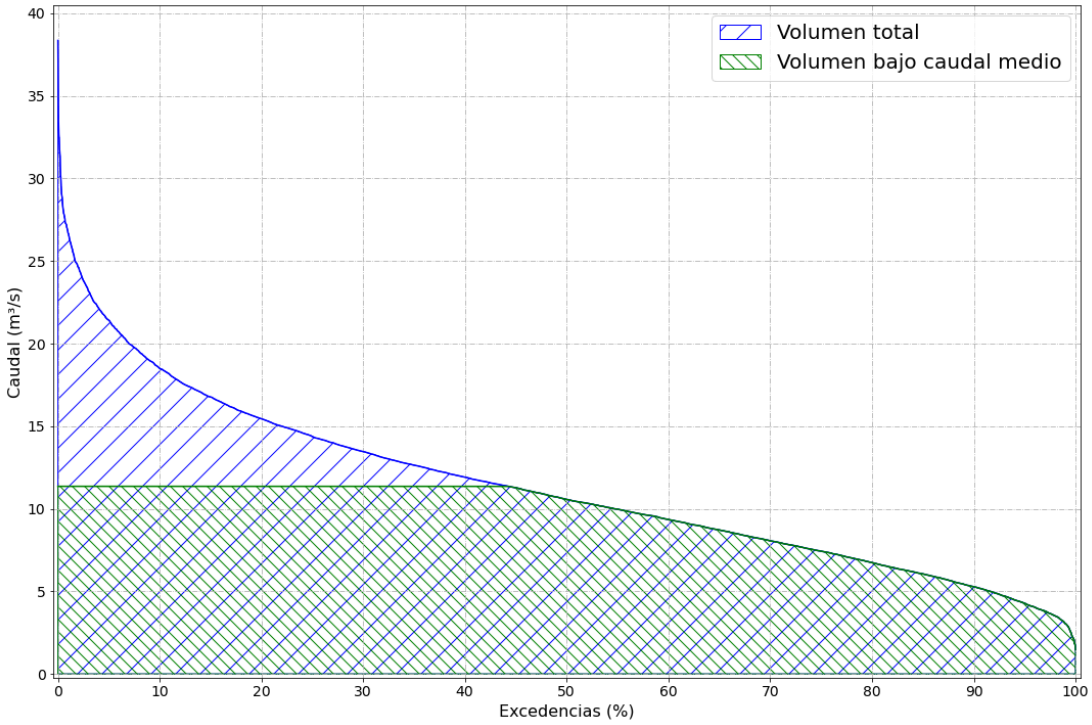

Figura 5-6. Curva de duración de caudales para cálculo de IRH

En la Tabla 5-20 se muestra el IRH para el escenario actual, el cual muestra una retención y regulación del agua alta; el valor numérico es muy cercano al registrado en el POMCA del Río Samaná Norte (Cornare et al., 2017, Chapter 4.7 Hidrología). Para el escenario tendencial se asume que los cambios en las coberturas (transformación de zonas boscosas por pastos y potreros) implicaría una reducción progresiva en la retención de agua en la vegetación y el suelo (Ortega, 2014).

Tabla 5-20. Índice de retención y regulación hídrica en la cuenca de captación

Escenario	IRH	Calificación
Actual	0,82	Alta
Tendencial	---	Alta-Moderada*

*Tendencia a disminuir de acuerdo con los cambios de coberturas de la zona

La población beneficiada de este servicio incluye, además de los habitantes en la cuenca hasta captación, los habitantes aguas abajo los cuales se benefician de la amortiguación de caudales máximos instantáneos y caudales mínimos extremos; reduciendo la susceptibilidad de inundaciones y avenidas torrenciales, y manteniendo la disponibilidad de agua en temporadas secas. Adicionalmente, el Proyecto se

beneficiaría igualmente de este servicio ecosistémico, manteniendo una buena disponibilidad hídrica en temporadas secas, y reduciendo los picos de caudales máximos durante tormentas (ver Tabla 5-2 y Figura 5-6).

5.4.2.9 Regulación de riesgos naturales

El análisis de riesgos naturales fue realizado desde las perspectivas de inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa, para el área de influencia del Medio Abiótico, de acuerdo con la metodología de Cornare & Gobernación de Antioquia (2012), los resultados son mostrados en la Tabla 5-21 y de la Figura 5-7 a la Figura 5-9. El riesgo por inundación es en su mayoría bajo debido a las características fisiográficas de la zona (cañón estrecho en “uve”, con laderas continuas y escarpadas); la amenaza por movimientos en masa es alta principalmente por las altas pendiente (mayores al 35% en la mayor parte del Área de Influencia), sin embargo, la poca cantidad de infraestructura y asentamientos en la zona, reducen el nivel de riesgo hasta niveles medios. Por su parte, el riesgo de avenidas torrenciales es medio, dada a la baja vulnerabilidad presentada en la zona (pocos asentamientos e infraestructura) aunque se tenga una capacidad de arrastre importante en el río y las quebradas del Área de Influencia.

Tabla 5-21. Niveles de riesgo en el área de influencia

Nivel de riesgo	Inundaciones	Movimientos en masa	Avenidas torrenciales
Muy bajo	0,00%	0,00%	0,00%
Bajo	49,96%	1,31%	0,00%
Medio	44,36%	68,95%	95,63%
Alto	5,28%	29,74%	4,37%
Muy alto	0,41%	0,00%	0,00%

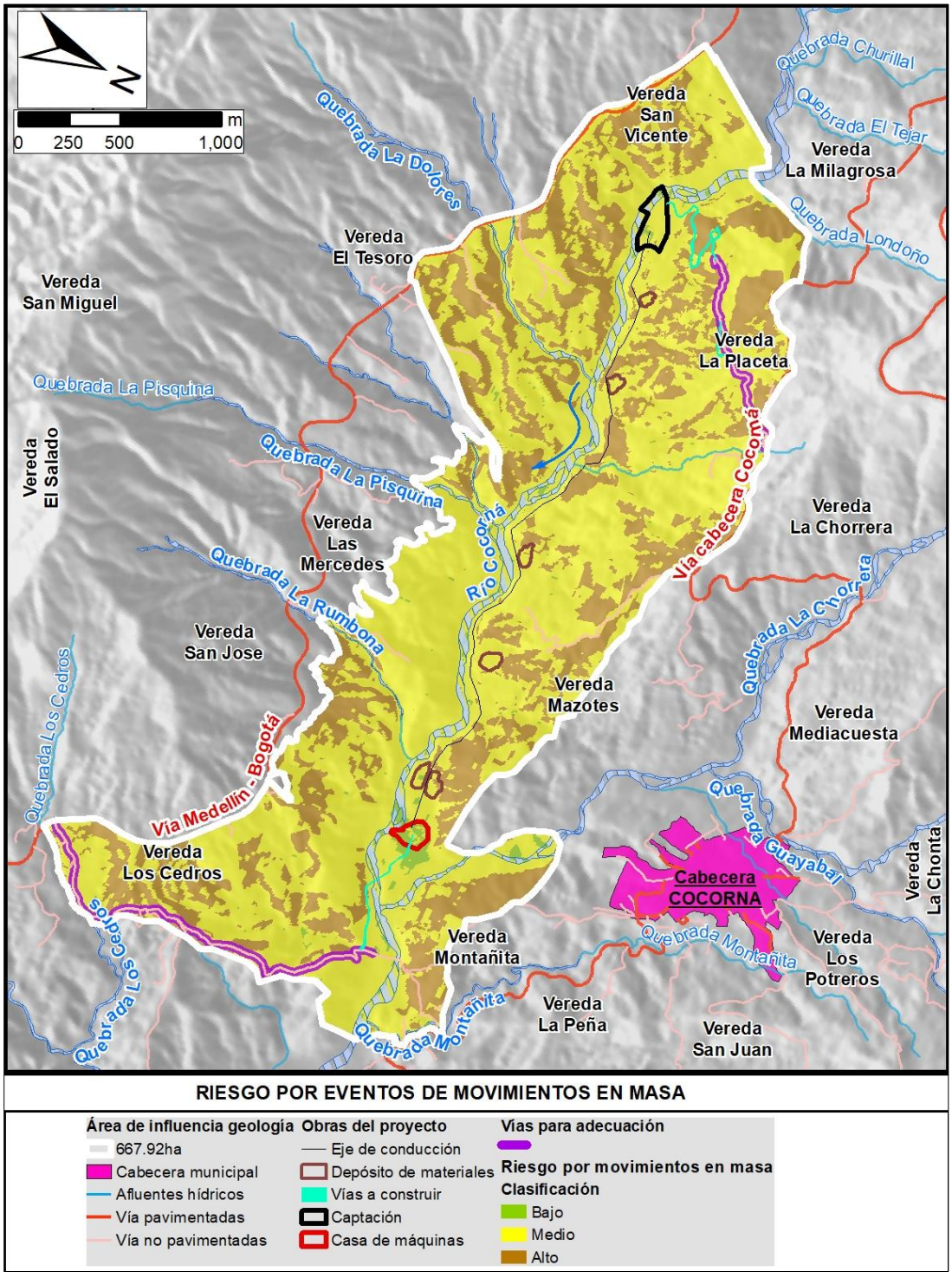

Figura 5-7. Mapa de riesgos por movimientos en masa

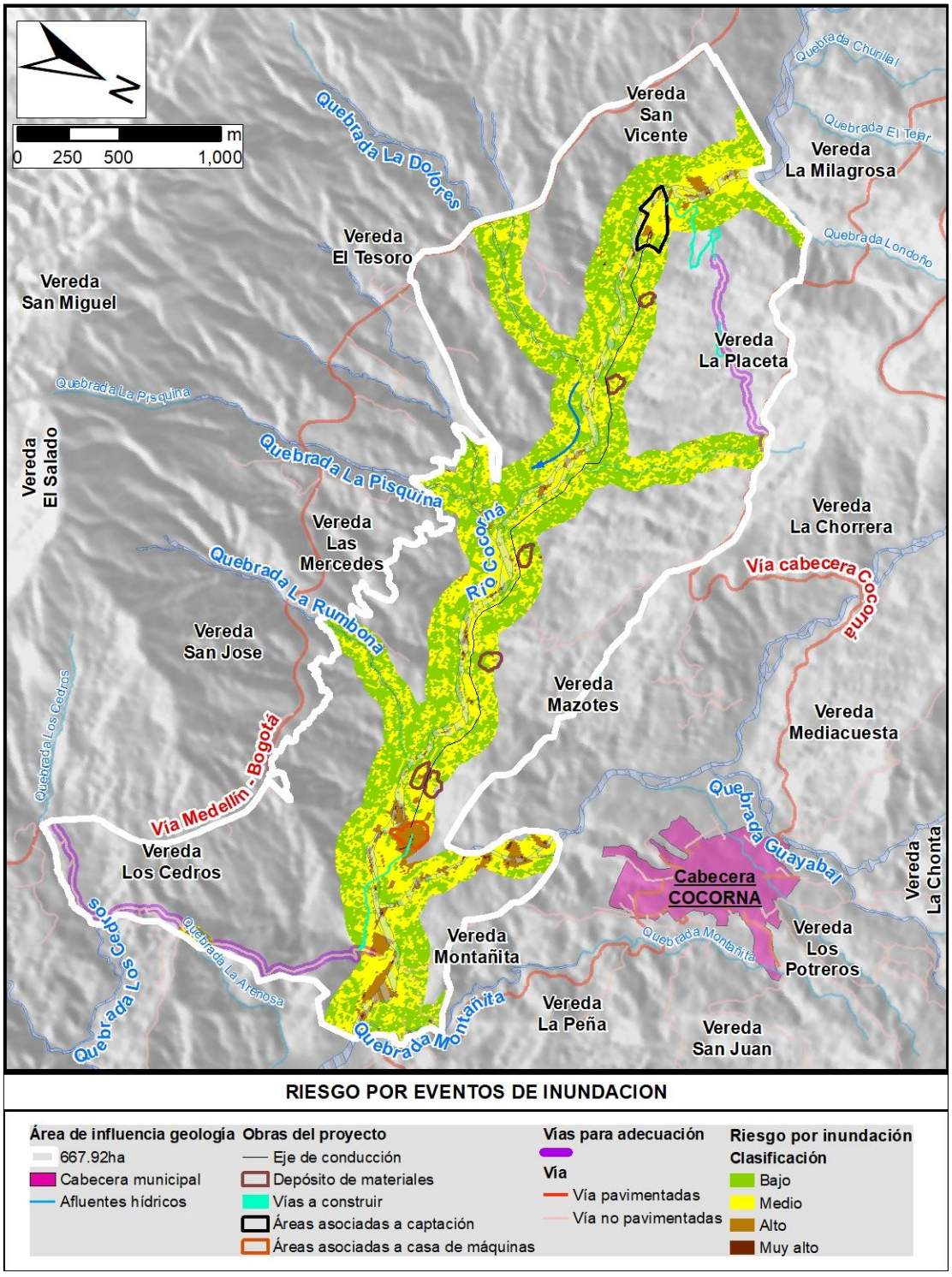

Figura 5-8. Mapa de riesgos por inundación

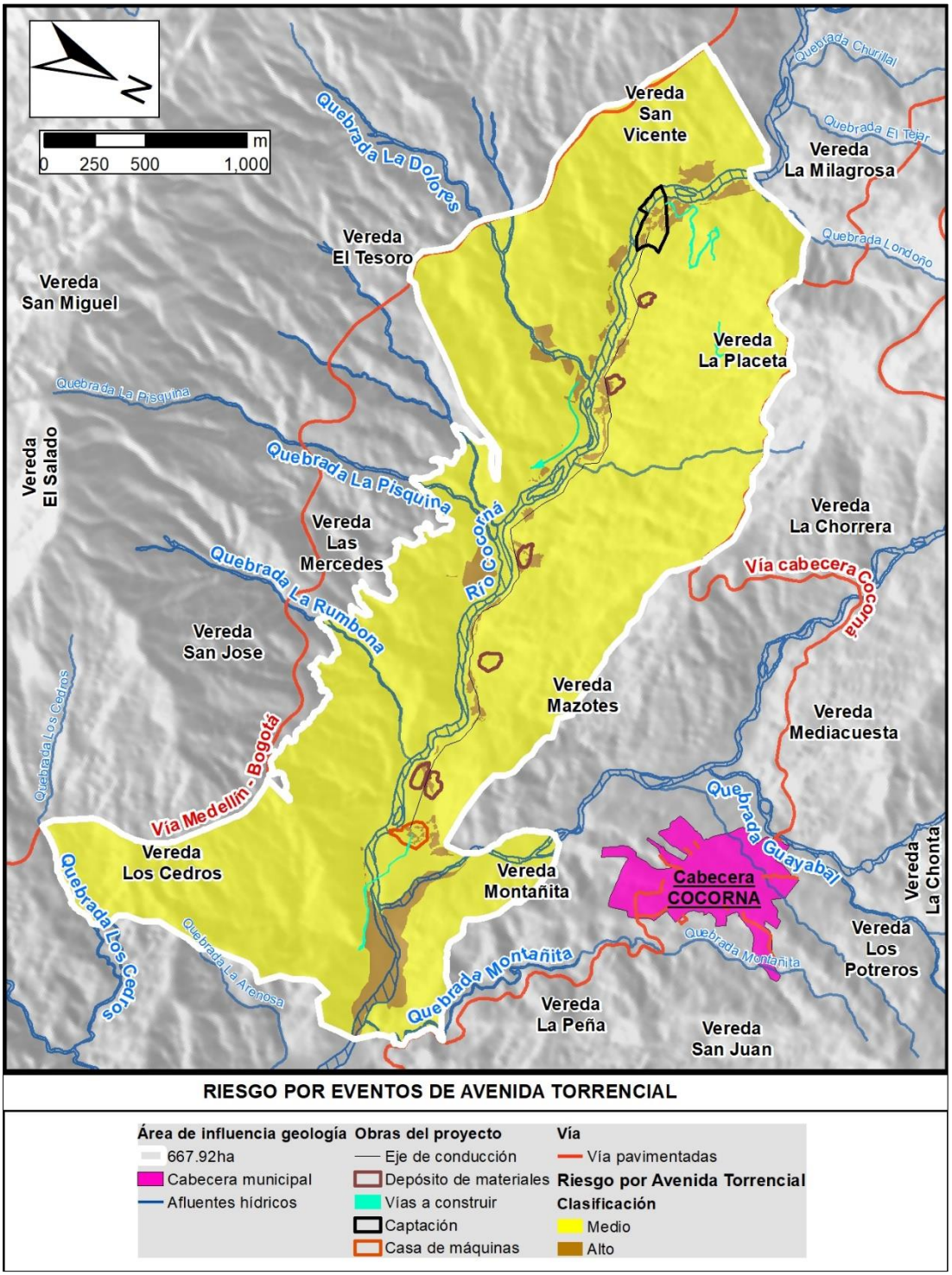

Figura 5-9. Mapa de riesgos por avenidas torrenciales

Los cambios en las coberturas para la zona de estudio, proyectados por Cornare et al. (2017), afectarían la mitigación del riesgo de avenidas torrenciales, ya que la cantidad de agua interceptada por las plantas se vería reducida, provocando consecuencias en la amortiguación de caudales máximos en eventos de avenidas torrenciales. Por otro lado, la regulación del riesgo por movimientos en masa está relacionado principalmente con las características morfométricas geológicas y geotécnicas del terreno, y la regulación del riesgo por inundaciones está ligadas a la morfología y geomorfología del terreno; aspectos que no presentarían variaciones importantes durante la duración del proyecto, por lo que estos componentes del servicio ecosistémico no se verían afectados.

5.4.2.10 Recreación, turismo y apreciación del paisaje

En lo que refiere al paisaje desde el punto de vista socioeconómico, se puede encontrar una elevada intervención por deforestación, afectación a la vegetación riparia, crecimiento de áreas de pasto cercanas a las fuentes hídricas y baja tecnificación de los vertimientos domésticos que afectan la condición natural del área de influencia y lo convierten en un paisaje altamente antropizado con efectos negativos sobre su calidad visual y los referentes paisajísticos existentes (especialmente los asociados a fuentes hídricas).

Con respecto a referentes paisajísticos, se puede notar que casi todos son áreas recreativas sobre el río Cocorná y sus afluentes, utilizados por los locales y personas de municipios cercanos (con afluencia importante del Vallé de Aburrá); la mayor parte de estos no cuenta con infraestructura para la prestación de servicios turísticos y la actividad económica a su alrededor se limita a ventas informales en los días de mayor confluencia de visitantes. Se encuentran algunos restaurantes y estaderos que aprovechan miradores y fuentes de agua para ofrecer servicios turísticos, están en los principales corredores viales como la autopista Medellín-Bogotá y la vía que la conecta con la cabecera municipal de Cocorná. En las veredas del área de influencia se encuentran algunos de estos negocios, especialmente miradores y restaurantes que prestan servicios a los viajeros.

Dentro del Área de Influencia del Proyecto fueron identificados algunos sitios de aprovechamiento fluvial recreativo (charcos), ninguno de estos cuenta con infraestructura para la prestación de servicios turísticos ni actividades económicas asociadas al aprovechamiento de estos sitios. La ubicación de los charcos es mostrada en la Figura 5-10 y la Tabla 5-22; información detallada de estos, así como sus características hidráulicas y turísticas son presentadas respectivamente en los capítulos de Caracterización del Medio Abiótico (sección Hidrología) y Caracterización del Medio Socioeconómico (Componente Cultural) de este EIA.

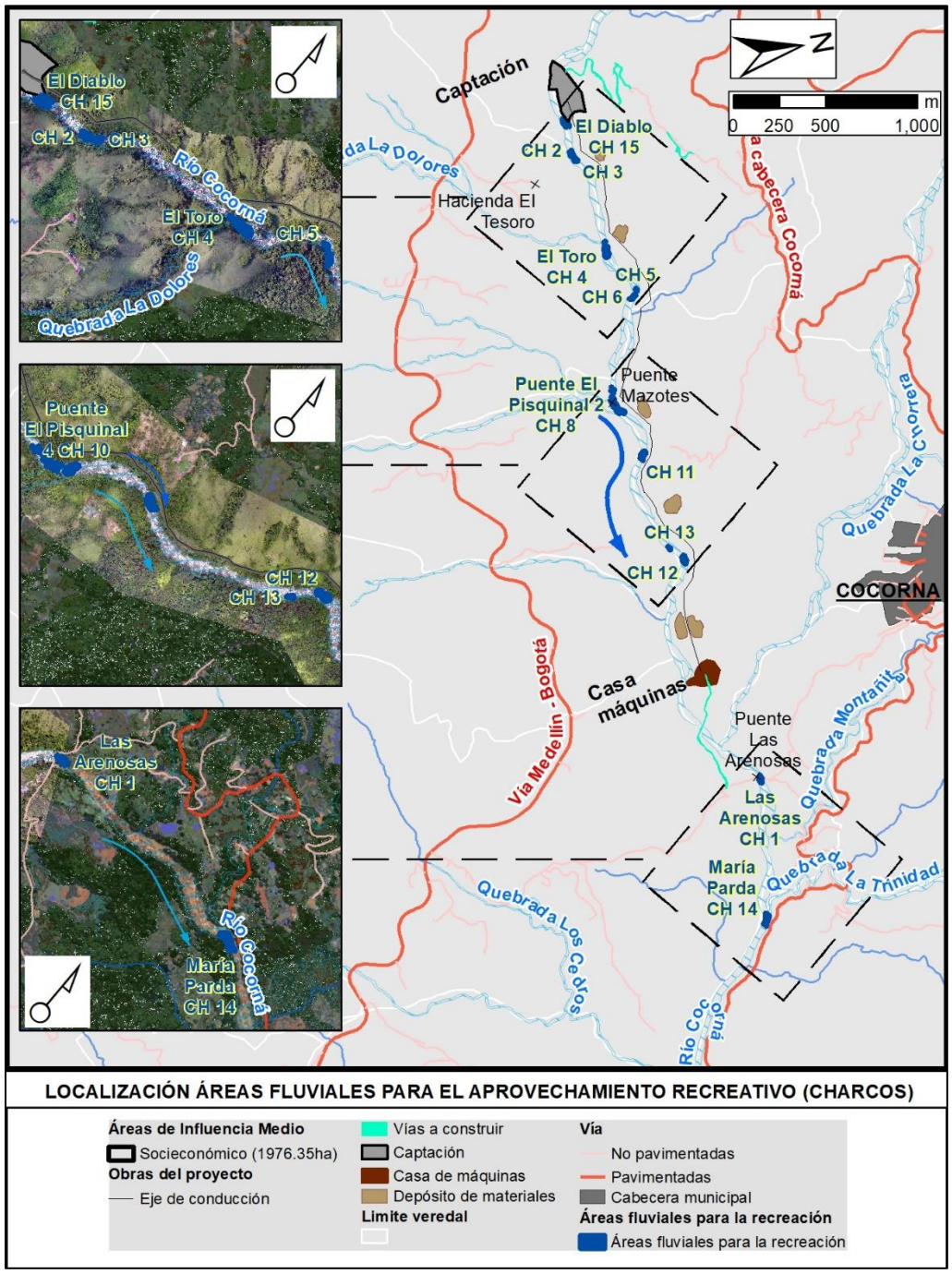

Figura 5-10. Referentes paisajísticos cercanos al proyecto Cocorná III

Tabla 5-22. Áreas fluviales para aprovechamientos recreativos en el Área de Influencia

Nombre	Charco	Área (m²)	Coordenadas*	
			Este (m)	Norte (m)
Charco Las Arenosas	CH1	686	878.347	1.160.492
Sin nombre	CH2	779	874.823	1.160.072
Sin nombre	CH3	334	874.857	1.160.088
Charco El Toro	CH4	1.818	875.370	1.160.165
Sin nombre	CH5	176	875.610	1.160.289
Sin nombre	CH6	522	875.643	1.160.264
Charco Puente El Pisquinal 1	CH7	463	876.128	1.160.067
Charco Puente El Pisquinal 2	CH8	1214	876.190	1.160.061
Charco Puente El Pisquinal 3	CH9	691	876.242	1.160.082
Charco Puente El Pisquinal 4	CH10	254	876.251	1.160.106
Sin nombre	CH11	972	876.502	1.160.167
Sin nombre	CH12	1.000	877.098	1.160.291
Sin nombre	CH13	218	877.023	1.160.223
Charco María Parda	CH14	1.374	879.101	1.160.393
Charco del Diablo	CH15	1.165	874.648	1.160.068

*Sistema de coordenada MAGNA Colombia-Bogotá

Adicionalmente, para complementar el análisis del servicio ecosistémico de Recreación, Turismo y Apreciación del Paisaje, se realizó, en el Área de Influencia de Paisaje, una zonificación de las unidades de paisaje, teniendo en cuenta la calidad visual y la fragilidad, siguiendo la metodologías de BLM (1980), Ramos Fernández (1980) y Yeomans (1986); explicadas a detalle en el apartado Paisaje de la sección Metodología, en el Capítulo 2 de Generalidades. Con esta metodología se determina el potencial de conservación o de intervención de las unidades de paisaje a partir del modelo digital de elevación del terreno (MDT), mapa de coberturas, ecosistemas y ubicación proyectada de las obras, obteniendo las clasificaciones mostradas en la Tabla 5-23 y Figura 5-11. Los resultados indican que las unidades de paisaje en el área de influencia en su mayoría son de buena calidad visual y concordantes entre sí mismos, otorgándole a la zona un alto interés paisajístico de la comunidad local y regional, como se explicó previamente; no obstante, la mayor parte donde se ubicarían las obras del proyecto, los elementos discordantes pueden ser mitigados con medidas de manejo que favorezcan la apreciación y el disfrute del paisaje en la zona.

Tabla 5-23. Clases de valor paisajístico

Clase	Descripción
Clase 1	Zonas de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
Clase 2	Zonas de alta calidad y baja fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística y causen impactos de poca entidad en el paisaje.
Clase 3	Zonas de calidad media o alta y de fragilidad variable, que pueden incorporarse a las Clases 1 y 2 cuando las circunstancias lo aconsejen.
Clase 4	Zonas de calidad baja y de fragilidad media o alta, que pueden incorporarse a la Clase 5 cuando sea preciso.
Clase 5	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causan impactos muy fuertes.

Fuente: Ramos et al (1980)

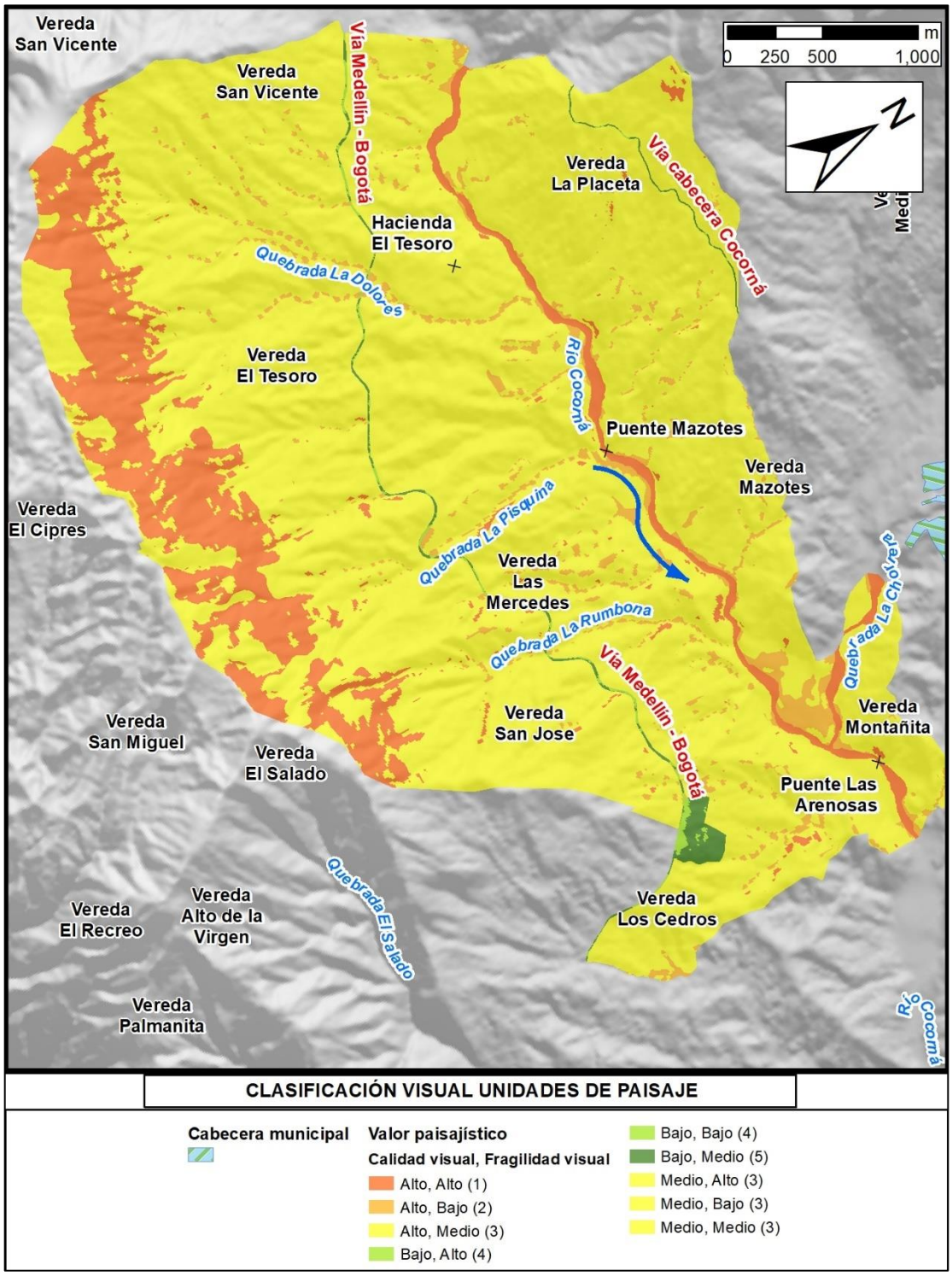

Figura 5-11. Calidad visual de las unidades de paisaje

Nota: los números en paréntesis de la leyenda corresponden a las clases de la Tabla 5-23

En lo referente al escenario tendencial, se espera encontrar que las actividades económicas que afectan el paisaje del municipio y del área de influencia se mantengan o acrecienten, especialmente la expansión de la ganadería que afecta las áreas de bosque y vegetación ripiara. Respecto al turismo, el municipio verá un aumento leve de la actividad, que será promovido por la llegada de población flotante al municipio, adicionalmente, las veredas cercanas a la cabecera municipal proyectan el asentamiento cada vez mayor de veraneantes. La infraestructura de turismo y productos turísticos muestran también una tendencia creciente; la actividad aporta al crecimiento del Producto Interno Bruto Local, sin embargo, no implica el mejoramiento de los niveles de ingresos y pobreza del municipio. En las veredas del área de influencia se tiene planeado la creación de algunos productos turísticos sobre el río Cocorná aprovechando los charcos y otros referentes paisajísticos naturales, estos serían implementados por privados y el crecimiento de la actividad no tendrá grandes efectos sobre los niveles de ingresos para la población de esta zona. El aprovechamiento recreativo de las fuentes hídricas y otros referentes paisajísticos continúa siendo una actividad de gran importancia en la cultura local, mostrando un crecimiento por la llegada de visitantes de localidades cercanas, esto muestra efectos negativos sobre la oferta natural por los impactos de la actividad sobre las fuentes de agua, especialmente por la disposición de residuos sólidos. Este tipo de actividades no permite la generación de ingresos para el municipio y la población local. La construcción y operación de proyectos de generación de energía sobre el río Cocorná, genera conflictos socioambientales en torno al aprovechamiento recreativo y las actividades culturales que se realizan sobre los referentes paisajísticos naturales.

5.4.2.11 Análisis de resultados

En la Tabla 5-24 se muestran los resultados consolidados del análisis de servicios ecosistémicos para los escenarios actual y tendencial, el nivel de dependencia de la comunidad y del proyecto, y la cantidad de beneficiarios de cada servicio; presentado en detalle en apartados anteriores. Además, se muestra la relación de actividades del proyecto (ASPIs en el Capítulo de Evaluación Ambiental) que generarían impactos sobre cada servicio ecosistémico (mostrada en detalle en el Anexo 5.4.2 – Matriz de identificación de impactos en servicios ecosistémicos).

El servicio ecosistémico cultural de Recreación, turismo y apreciación del paisaje es el que tiene mayor susceptibilidad de ser afectado, esto gracias a que la construcción, operación y desmantelamiento del proyecto, introducirían elementos discordantes al paisaje que, conjugado con la valoración subjetiva de cada individuo, aumenta su potencial afectación. Los siguientes servicios con mayor potencial afectación son los relacionados con el agua, en cantidad y calidad (Oferta hídrica y depuración del agua, respectivamente), afectados principalmente por las actividades constructivas que demandan agua y generan vertimientos; teniendo una importante participación de la actividad de generación de energía, que limita la cantidad de agua disponible en el tramo entre captación y casa de máquinas y reduce la capacidad de depuración de contaminantes en dicho tramo.

Es importante resaltar los servicios de regulación, aunque no están relacionados con la actividad principal del Proyecto, son transversales para mantener un correcto funcionamiento del Proyecto. En estos servicios se tiene una afectación relativamente media, relacionada principalmente con la intervención de coberturas naturales en las zonas proyectadas para las obras. Los demás servicios presentan una afectación relativamente baja, en relación con la cantidad de actividades del proyecto y los servicios mencionados antes, esto es debido a que la zona está medianamente intervenida, y la dependencia de la comunidad a estos servicios es baja.

Tabla 5-24. Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos

Categoría	Servicio ecosistémico (SE)	Estado actual del SE	Tendencia futura del SE	Tipo y cantidad de usuarios del SE	Número ASPI afectan el SE / Total ASPIs	Dependencia de las comunidades al SE	Dependencia del proyecto al SE
Aprovisionamiento	Oferta hídrica	0,222 l/s	0,219 l/s	128 habitantes en el Área de Caracterización a detalle Socioeconómica	15/39	Media	Alta
	Alimento por actividades agropecuarias	160,03 ha	2,7% de crecimiento anual de la actividad agropecuaria	Habitantes del Área de Influencia Biótica	12/39	Baja	Baja
	Combustible de biomasa	33 viviendas	Sin cambios considerables	Habitantes en el Área de Caracterización a detalle Socioeconómica	4/39	Baja	Baja
	Madera como material de construcción	3 viviendas	Tendencia al aumento	Habitantes en el Área de Caracterización a detalle Socioeconómica	4/39	Baja	Baja
Soporte	Almacenamiento de carbono	233.608,706 kg C/ha	Tendencia a disminución	Habitantes del Área de Influencia de Flora	3/39	Baja	Baja
Regulación	Control de la erosión	5.085,91 ton/ha/año protegidas en Área de Influencia Socioeconómica	Tendencia a disminución	Habitantes en el Área de Influencia Socioeconómica	7/39	Baja	Media
	Depuración del agua	0,189 l/s	0,186 l/s	128 habitantes en el Área de Caracterización a detalle Socioeconómica	19/39	Media	Baja
	Regulación hídrica	Alta	Alta-Moderada. Tendencia a disminución	Habitantes de la cuenca del Río Cocorná	9/39	Baja	Media

Categoría	Servicio ecosistémico (SE)	Estado actual del SE	Tendencia futura del SE	Tipo y cantidad de usuarios del SE	Número ASPI afectan el SE / Total ASPIs	Dependencia de las comunidades al SE	Dependencia del proyecto al SE
	Regulación de riesgos naturales	Riesgo bajo para inundaciones, medio para movimientos en masa y medio para avenidas torrenciales	Sin cambios considerables	Habitantes del Área de Influencia	10/39	Baja	Media
Culturales	Recreación, turismo y apreciación del paisaje	Inconmensurable	Inconmensurable	Habitantes del Área de Influencia	25/39	Inconmensurable	Inconmensurable

BIBLIOGRAFÍA

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, *21*(Mea 2005), 136–147.

BLM. (1980). *Visual resource management program*. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=uloAE_-703kC

Brack, C. L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution*, *116*, 195–200. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00251-2

Cornare, Corantioquia, & Consorcio POMCAS Oriente Antioqueño. (2017). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Samaná Norte*. Retrieved from http://www.cornare.gov.co/planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas-pomcas/

Cornare, & Gobernación de Antioquia. (2012). *Evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de Cornare*.

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Base de datos del Sistema de Selección de Beneficiarios Para Programas Sociales*. Bogotá, Colombia.

Economopoulos, A. P., & World Health Organization. (1993). *Assessment of sources of air, water, and land pollution : a guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies*. Retrieved from https://apps.who.int/iris/handle/10665/58750

Eddy & Metcalf. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización* (3rd ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Landsberg, F., Treweek, J., Stickler, M. M., Henninger, N., & Venn, O. (2013). *Weaving ecosystem services into impact assessment*. 46.

Laterra, P., Barral, M. P., Carmona, A., & Nahuelhual, L. (2015). *ECOSER: Protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial*. Retrieved from http://eco-ser.com.ar/

MinAmbiente, & ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá D.C.

MinVivienda. (2010). Título B. Sistemas de Acueducto. In *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*.

MinVivienda. (2016). Título D: Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias. In *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Bogotá.

Ortega, L. F. (2014). *Evaluación comparativa del papel de diferentes coberturas vegetales sobre algunos servicios ecosistémicos en los Andes colombianos*. Universidad Nacional de Colombia.

Posada, L. (1994). *Transporte de sedimentos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Ramos Fernández, A. (1980). *El estudio del paisaje: trabajos de la cátedra de Planificación*. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=rPpQAAAACAAJ

Sarajevs, V. (2011). *Health Benefits of Street Trees*.

Wolf, B. K. L. (2013). *Why Do We Need Trees? Let's Talk About Ecosystem Services*. 32–35.

Yeomans, W. C. (1986). Visual impact assessment: changes in natural and rural environment. In R. C. Smardon, J. F. Palmer, & J. P. Felleman (Eds.), *Foundations for Visual Project Analysis* (pp. 201–222). Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=IvJOAAAAMAAJ

Yepes, A. P., Navarrete, D. A., Duque, A. J., Phillips, J. F., Cabrera, K. R., Álvarez, E., … Ordoñez, M. F. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia*. Bogotá D.C.