# Estudio de Impacto Ambiental

## Atención a solicitud de información adicional dentro del trámite de licencia ambiental

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 TABLAS** ..... **vii**
**LISTADO DE FIGURAS** ..... **viii**
**LISTADO DE FOTOS** ..... **ix**
**LISTADO DE REQUERIMIENTOS** ..... **10**
**1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO** ..... **10**
**2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO** ..... **10**
**3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA** ..... **11**
3.1 MEDIO ABIÓTICO ..... 11
3.1.1 Geología ..... 11
3.1.2 Geomorfología ..... 16
3.1.3 Paisaje ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.1.3.1 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.1.3.2 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.1.3.3 ..... **¡Error! Marcador no definido.**
3.1.4 Suelos y usos de la tierra ..... 39
3.1.5 Hidrología ..... 41
3.1.6 Calidad del Agua ..... 41
3.1.6.1 ..... 41
3.1.6.2 ..... 42
3.1.6.3 ..... 42
3.1.6.4 ..... 42
3.1.6.5 ..... 42
3.1.7 Hidrogeología ..... 43
3.1.8 ..... 43
3.1.9 ..... 52
3.1.10 Atmósfera (3.1.8.) ..... 60
3.2 MEDIO BIOTICO ..... 61
3.2.1 ..... 61
3.2.1.1 ..... 61
3.2.1.2 ..... 65
3.2.1.3 ..... 66
3.2.1.4 ..... 66

3.2.1.5 ..... 66
3.2.1.6 ..... 67
3.2.1.7 ..... 68
3.2.1.8 ..... 68
3.2.1.9 ..... 72
3.2.1.10 ..... 72
3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO ..... 85
3.3.1 ..... 85
3.3.2 ..... 89
3.4 SERVICIOS ECOSISTEMICOS ..... 93
3.4.1 ..... 93
3.4.2 ..... 94
3.4.3 ..... 94
3.4.4 ..... 95
3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL ..... 95
**4 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS ..... 102**
4.1 ..... 102
4.2 ..... 102
4.3 ..... 103
4.4 ..... 105
4.4.1 ..... 105
4.4.2 ..... 105
**5 Evaluación ambiental de impactos ..... 106**
5.1 ..... 106
5.2 ..... 106
5.3 ..... 108
5.4 ..... 108
5.5 ..... 108
5.6 Evaluación económica Ambiental ..... 109
5.6.1 ..... 109
5.6.2 ..... 109
5.6.3 ..... 110
5.6.4 ..... 110

5.6.5 ..... 110
5.6.6 ..... 111
5.6.7 ..... 111
5.6.8 ..... 112
5.6.9 ..... 112
5.6.10 ..... 113
5.6.11 ..... 113
5.6.12 ..... 114
5.6.13 Superposición de Proyectos ..... 114
5.6.13.1 ..... 114
5.6.13.2 ..... 118
5.6.13.3 ..... 119
5.6.13.4 ..... 120
5.6.13.5 ..... 122
5.6.13.6 ..... 122
5.6.13.7 ..... 124
**6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ..... 125**
6.1 Medio Abiótico ..... 125
6.2 Medio biótico ..... 126
6.2.1 ..... 126
6.2.2 ..... 144
6.2.3 Indicadores ..... 145
6.2.4 ..... 145
6.3 Planes de manejo de fauna ..... 157
6.3.1 ..... 157
6.3.2 ..... 157
6.3.3 ..... 159
6.3.4 ..... 159
6.3.5 ..... 161
**7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO ..... 161**
7.1 Medio Biótico ..... 161
7.1.1 ..... 161
7.1.2 ..... 168

7.1.3 Fauna....168
7.1.3.1 ....168
7.1.3.2 ....168
7.2 Medio Socioeconómico ....169
7.2.1....169
7.2.2....169
**8 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO....169**
8.1 ....169
8.2 ....170
8.3 ....170
8.4 ....176
8.5 ....176
8.6 ....176
8.7 ....177
8.8 ....177
8.9 ....178
8.10 ....178
8.11 ....178
**9 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1 %....179**
9.1 ....**¡Error! Marcador no definido.**
9.2 ....179
**10 PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD ....179**
10.1 Qué y cuánto compensar ....179
10.2 Plan de Compensación ....183
10.3 Forma ....183
10.4 Diseño de Compensación ....183
10.5 Monitoreo del plan de compensación ....192
10.6 ....183
10.6.1....192
10.6.2....193
10.6.3....193
**11 ANÁLISIS DE LA GEODATABASE ENTREGADA POR PARTE DEL INTERESADO....194**
11.1 GENERALIDADES....194

11.2 CAMPOS VACÍOS ..... 194
11.3 DE MANERA GENERAL. ..... 194

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Inventario de recursos y atractivos turísticos de categoría naturales .....37
Tabla 2. Valoración de la vulnerabilidad con el método GOD. .....53
Tabla 3. Parámetros del método GOD definido para la zona de estudio. .....55
Tabla 4. Parámetros vulnerabilidad método GOD. .....56
Tabla 5. Puntos hidrogeológicos. .....59
Tabla 6 Distribución de los muestreos para los grupos en veda nacional en las diferentes coberturas de la tierra en proyecto Cocorná 3 .....62
Tabla 7 Localización de los individuos de orquídeas y bromelias terrestres en el área de intervención del proyecto.....63
Tabla 8 Especies de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto .....63
Tabla 9 Índices de diversidad de especies de bromelias y orquídeas terrestres presentes en el área de intervención del proyecto .....63
Tabla 10. Representatividad del muestreo de epífitas vasculares .....64
Tabla 11. Métricas de las plantas vasculares empleadas para la construcción del IIBVegRip.....74
Tabla 12.Puntajes de las variables utilizadas .....75
Tabla 13. Interpretación del IIB de la vegetación riparia .....76
Tabla 14. Calificación del IIB de la vegetación riparia.....76
Tabla 15. Métricas de las algas seleccionadas para la construcción del IIB del perifiton (IIBPerif) para la valoración de caudales ambientales en Colombia. .....77
Tabla 16.Puntajes de las variables utilizadas en la construcción del IIB del perifiton (IIBPerif) para la determinación de caudales ambientales (Modificado de Dodds et al. 1998, Fore y Grafe 2002, Hill et al. 2003, Griffith et al. 2005) .....79
Tabla 17.Interpretación del IIB del perifiton (IIBPerif) para determinar el estado ecológico del tramo del río con base en esta comunidad .....80
Tabla 18.Métricas de los invertebrados utilizadas para la construcción del IIB para macro-invertebrados acuáticos en la valoración de caudales ambientales en Colombia.....80
Tabla 19.Ecuación utilizada para el cálculo del IIBMacroin .....82
Tabla 20. Puntaje asignado para cada una de las variables (métricas) que conforman el IIBMacroin según su rango de valor. .....82
Tabla 21.Interpretación del IIBMacroin de los macro-invertebrados de cada tramo según su puntaje.....83
Tabla 22. Puntajes para las variables utilizadas para calcular el IIBpeces. .....84
Tabla 23. Puntajes para las variables utilizadas para calcular el IIBpeces. .....84
Tabla 24 Resultados de sensibilidad ambiental por flora asociada a las coberturas de la tierra estado actualizado.....98
Tabla 25 Resultados de la Zonificación Ambiental del Medio Biótico .....100
Tabla 26. Compensación de individuos de especies sensibles a intervenir .....128
Tabla 27. Individuos de regeneración estimados de especies sensibles en el área de intervención.....131
Tabla 28. Áreas para la Rehabilitación de hábitats de briofitos y líquenes .....133

Tabla 29. Factor de compensación y criterios asociados .....181
Tabla 30. Área a compensar por pérdida de la biodiversidad .....182
Tabla 31 Costos tóales plan de compensación por pérdida de biodiversidad ...**¡Error! Marcador no definido.**

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Fotos en el Sev 2I .....12
Figura 2. Sev 2I .....12
Figura 3. Interpolación Sev 2I .....13
Figura 4. Vista de referencia Sev 1I .....14
Figura 5. Fotos en el Sev 1I .....15
Figura 6. Interpolación Sev 1I .....15
Figura 7. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2005 .....17
Figura 8. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2015 .....18
Figura 9. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2020 .....19
Figura 10. Mapa con el conflicto en el uso de la tierra dentro del área de influencia del componente de suelos del proyecto Cocorná III a escala 1:10.000 .....40
Figura 11. Vista en planta general de las obras de casa de máquinas. .....44
Figura 12. Perfil general de la casa de máquinas con el canal de descarga .....45
Figura 13. Ubicación de la casa de máquinas, vista sobre ortofoto. .....46
Figura 14. Unidades hidrogeológicas en la zona de construcción de la casa de máquinas. .....47
Figura 15. Localización en planta de Sección CM1 y CM2 .....48
Figura 16. Perfil estratigráfico, Sección CM1. .....48
Figura 17. Perfil estratigráfico, Sección CM2. .....49
Figura 18. Esquema de drenaje para excavaciones .....50
Figura 19. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas. .....51
Figura 20. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1-CM1' – Casa de Máquinas. .....51
Figura 21. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca. .....54
Figura 22. Vulnerabilidad a la contaminación de acuífero en la zona de estudio, metodología GOD. .....57
Figura 23. Mapa de inventario de puntos de agua para la zona de estudio .....60
Figura 24. Curvas de acumulación de especies para orquídeas y bromelias terrestres .....65
Figura 25. Relación longitud peso para el género *Astroblepus* presente en el río Cocorná, área de influencia de PCH Cocorná III. .....67
Figura 26. Especies endémicas muestreadas en el área de influencia del Medio Biótico. .....97
Figura 27. Riqueza florística asociada a las coberturas de la tierra. Estado actualizado. .....99
Figura 28. Zonificación Ambiental del Medio Biótico .....101
Figura 29 Áreas potenciales a rehabilitar .....149

Figura 30. Modos de Compensación ..... 150
Figura 31. Diagrama de siembra y distribución de individuos según los gremios .. 151
Figura 32. Diagrama de siembra y distribución de individuos por núcleos ..... 152
Figura 33. Pasos elevados de fauna. ..... 158
Figura 34. Puntos de rescate y ubicación de peces ..... 160
Figura 35 Área de Influencia por grupo de componentes Geología-Geomorfología-Geotecnia-Hidrogeología ..... 174
Figura 36Bioma de unidad biótica en el área de intervención del proyecto Cocorná III ..... 180
Figura 37 Áreas para restauración ecológica del con presupuesto del plan de inversión del 1% ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 38 Áreas para acciones de restauración ecológica diferenciadas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 39 Áreas para restauración ecológica del con presupuesto del plan de compensación por perdida de biodiversidad ..... **¡Error! Marcador no definido.**

## LISTADO DE FOTOS

Foto 1. Abscisa 3+724. Sitio de ubicación de casa de máquinas. ..... 44
Foto 2. Establecimiento de Parcelas de muestreo de vegetación riparia ..... 73
Foto 3. Muestras de biomasa recolectadas ..... 74

## LISTADO DE REQUERIMIENTOS

# 1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, y de construcción y demolición

Presentar para los depósitos cuaternarios que serán removidos para la ejecución del proyecto, el análisis sobre su potencial uso como fuente de materiales de construcción, el cual, aunque no es condicionante para el otorgamiento de la Licencia Ambiental del proyecto, debe ser presentado de manera previa al inicio de actividades.

**Respuesta:**

Durante las excavaciones que requiera el proyecto es posible que se encuentren con depósitos cuaternarios y estos materiales mediante un proceso de trituración y clasificación pueden servir como material de construcción para el proyecto, sin embargo, como se presentó Estudio de Impacto Ambiental - EIA - entregado en abril 2022, Capitulo 3 Descripción del proyecto, Numeral 3.4.1.23, en la zona hay 7 canteras que pueden suministrar el material de construcción ya procesado, por este motivo y con el de no generar más áreas de intervención y agilizar el proceso constructivo, el material sobrante que venga de los depósitos cuaternarios será transportado y almacenado en el zodme más cercano.

# 2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Allegar la información sobre el área de influencia para el Componente atmosférico (Calidad del Aire), como es el modelamiento de dispersión de las emisiones generadas por las fuentes asociadas al proyecto en sus diferentes fases y presentar la información sobre el área de influencia para el Componente atmosférico (Nivel de Ruido), como es la modelación de los niveles de ruido ambiental estimados, que se debe presentar por medio de software especializados que manejen algoritmos de tipo acústicos. Esta información se puede allegar a la Corporación antes de iniciar la fase constructiva.

**Respuesta:**

De acuerdo con la Guía Para La definición, identificación Y delimitación Del Área De Influencia de la ANLA (2018), para cada componente se define como el área donde se manifiestan y trascienden los impactos ambientales significativos. Teniendo en cuenta lo anterior, los componentes atmosféricos, calidad del aire y ruido ambiental no fueron considerados para la delimitación del área de influencia del Medio Abiótico, ya que los impactos sobre estos componentes no son significativos en el área de

influencia, además cómo se muestra en la actualización del Capítulo 8 Evaluación Ambiental, entregado en abril de 2022, los impactos generados sobre estos componentes no exceden el Área de Influencia del Medio Abiótico planteada.

# 3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

## 3.1 MEDIO ABIÓTICO

### 3.1.1 Geología

Incluir para las estructuras geológicas locales, la información relacionada a los planos de fracturamiento, diagramas de paleoesfuerzos y zonas con diferente densidad de fracturamiento, la cual es especialmente importante en la zona donde se ubicarán la captación y la casa de máquinas del proyecto y debe presentarse en escala 1:10.000 o más detallada.

**Respuesta:**

No se considera pertinente la elaboración de planos de fracturamiento, diagramas de paleoesfuerzos o identificación zonas con diferente densidad de fracturamiento en los sitios donde se localiza la casa de máquinas y la captación del proyecto, toda vez que estos análisis se restringen al afloramiento o proximidad de macizos rocosos, y esta infraestructura se localiza sobre depósitos aluvio-torrenciales del río Cocorná de al menos 50 m de profundidad para la casa de máquinas y 24 m para la captación.

Adicionalmente, ninguna infraestructura del proyecto asociada a la captación o a la casa de máquinas considera taludes de corte, anclaje de obras, o se desarrolla en laderas sobre roca. Por tanto, el análisis cinemático del macizo rocoso no se considera aplicable al tipo de estructuras que se tienen proyectadas en el desarrollo de la obra.

**Captación**

Como se detalle en el Anexo 5.1 Caracterización Abiótica, 5.1.1. Geología, geotecnia, hidrogeología, Campaña_Perforaciones 2017, presentado en Estudio de Impacto Ambiental entregado en abril de 2022, se ejecutó una perforación para terraza pareada de la margen derecha de la captación, de 15 m de profundidad. En el caso de la Perforación 1. Captación, no se encontró roca fresca en los 15 m de perforación.

Respecto a los resultados de los métodos indirectos, el Sondeo eléctrico vertical (Sev 2I), localizado en la vereda La Placeta, sobre depósitos aluvio-torrenciales, en margen izquierda del río Cocorná, a unos 12 m del cauce aluvial, el punto se ubica a 1.340 m.s.n.m. Se ubica sobre los desarenadores, se realiza dicho sondeo en cercanías apique (Ap4) sobre escarpe de terraza erodado por socavación lateral de orillas, el suelo en la clasificación S.C.U.S. es un SM, un suelo areno limoso, de baja plasticidad, parcialmente cohesivo.

Figura 1. Fotos en el Sev 2I

Figura 2. Sev 2I

Fuente: (Google Earth, 2005)

Los resultados de la interpretación coinciden con la presencia de un depósito aluvio-torrencial de 0-24 m, basamento rocoso a partir de 24 m (roca granodiorítica asociada al Batolito Antioqueño), saturado a partir de los 6 –m.

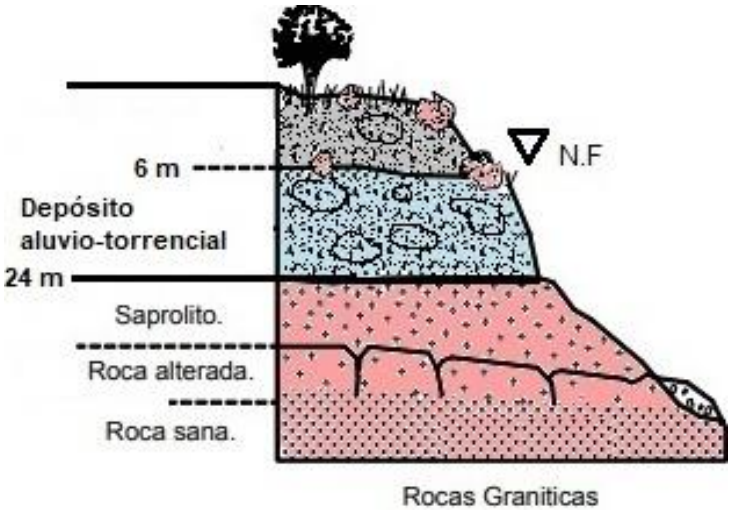



Figura 3. Interpolación Sev 2I

Indicando, según la interpretación resultado del sondeo eléctrico 2I, el apique Ap4 y la perforación P1, que al menos los primeros 24 m de profundidad de la terraza aluvio-torrencial, donde se ubica la captación, corresponden a depósitos aluviales, por ende, no es pertinente la realización de análisis de planos de fracturamiento, diagramas de paleoesfuerzos y zonas con diferente densidad de fracturamiento en depósitos aluvio-torrenciales de gravas y bloques.

**Casa de máquinas**

Para la determinación de los análisis de planos de fracturamiento, diagramas de paleoesfuerzos y zonas con diferente densidad de fracturamiento en la casa de máquinas se requiere la presencia de macizo rocoso para el levantamiento de la información, como se detalla a continuación, no se encuentran evidencias de la presencia de roca en superficie o profundidades aptas para la medición de dichos indicadores en la zona de casa de máquinas, a razón de ser un abanico aluvio-torrencial formado entre la quebrada La Chorrera y el río Cocorná de 11,44 ha, plenamente caracterizado a partir de métodos directos e indirectos y detallado como unidad geomorfológica de origen fluvial.

Como se detalla en el Anexo 5.1 Caracterización Abiótica, 5.1.1. Geología, geotecnia, hidrogeología, Campaña_Perforaciones 2017, presentado en Estudio de Impacto Ambiental entregado en abril de 2022, se ejecutó una perforación para terraza pareada de la margen derecha de la casa de máquinas, de 15 m de profundidad.

En el caso de la Perforación 3, correspondiente a la terraza pareada de margen derecha de casa de máquinas, a los 15 m aún se reportaba depósito aluvial.

Respecto a los resultados de los métodos indirectos se realizaron sondeos eléctricos verticales, el Sondeo eléctrico vertical 1I (Sev1I) obtuvo la siguiente interpretación:

Sobre posible depósito aluviotorrencial, a unos 60 m del río Cocorná, ubicado en un posible abanico superpuesto entre la quebrada La Chorrera y el río Cocorná. El punto se encuentra a unos 1.119 m.s.n.m. a 6 m de la conducción y 300 m de casa de máquinas.

Se realiza en la vereda Mazotes, y se caracteriza por presentar prominentes bloques aflorando en superficie, estos bloques se asocian a la litología predominante de la región (rocas ígneas intrusivas), asociadas posiblemente al Batolito Antioqueño, este depósito se caracteriza por el desarrollo de profundos horizontes de suelo, se encontraron varios horizontes de paleosuelos, en este lugar se realiza un apique complementario de 2 m de profundidad (Ap6). En la clasificación S.C.U.S. es un SC, un suelo areno arcilloso, de alta plasticidad.

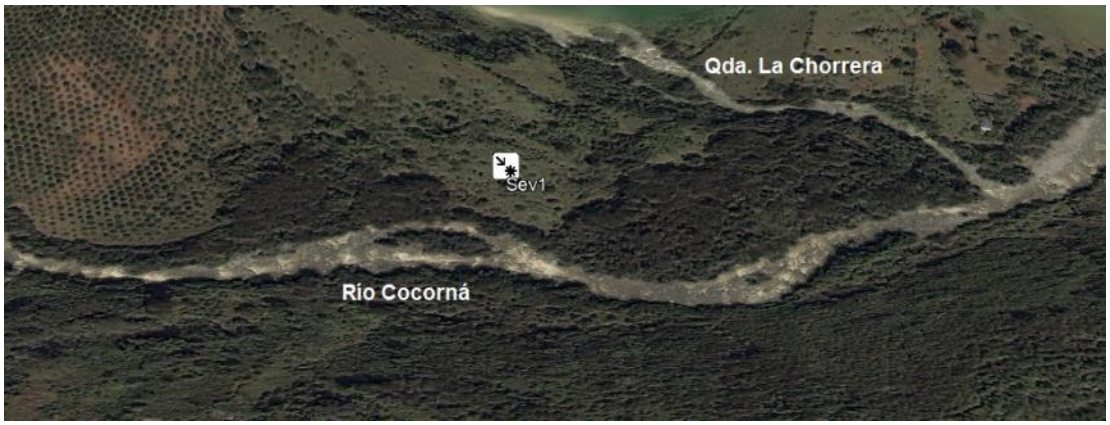



Figura 4. Vista de referencia Sev 1I

Fuente: (Google Earth, 2005)

Figura 5. Fotos en el Sev 1I

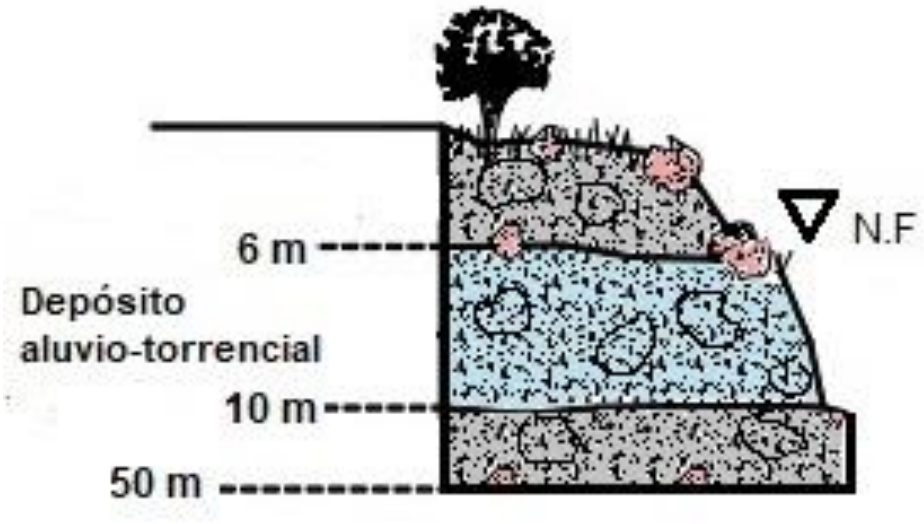



Figura 6. Interpolación Sev 1I

Según la interpretación resultado del sondeo eléctrico 1I, el apique Ap6 y la perforación P3, Al menos los primeros 50 m de profundidad de la terraza aluvio-torrencial, donde se ubica la casa de máquinas, corresponden a depósitos aluviales, por ende, no es pertinente la realización de análisis de planos de fracturamiento, diagramas de paleoesfuerzos y zonas con diferente densidad de fracturamiento en depósitos aluvio-torrenciales de gravas y bloques.

### 3.1.2 Geomorfología

Aclarar la escala cartográfica utilizada para los mapas de pendientes, procesos erosivos y susceptibilidad a eventos de movimientos en masa, la cual debe ser 1:10.000 o más detallada y en el caso de los procesos erosivos, se debe presentar mapas multitemporales que permitan evaluar la dinámica de estos.

**Respuesta:**

La escala cartográfica utilizada en los mapas de pendientes, procesos erosivos y susceptibilidad a eventos de movimientos en masa es de 1:10.000.

En el Anexo 5.1 Caracterización Abiótica, 5.1.1. Geología, geotecnia, hidrogeología, se encuentran las salidas gráficas asociadas a los mapas de procesos morfodinámicos en distintas temporalidades como se describe a continuación:

MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS MULTITEMPORAL 2005

MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS MULTITEMPORAL 2015

MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS MULTITEMPORAL 2020

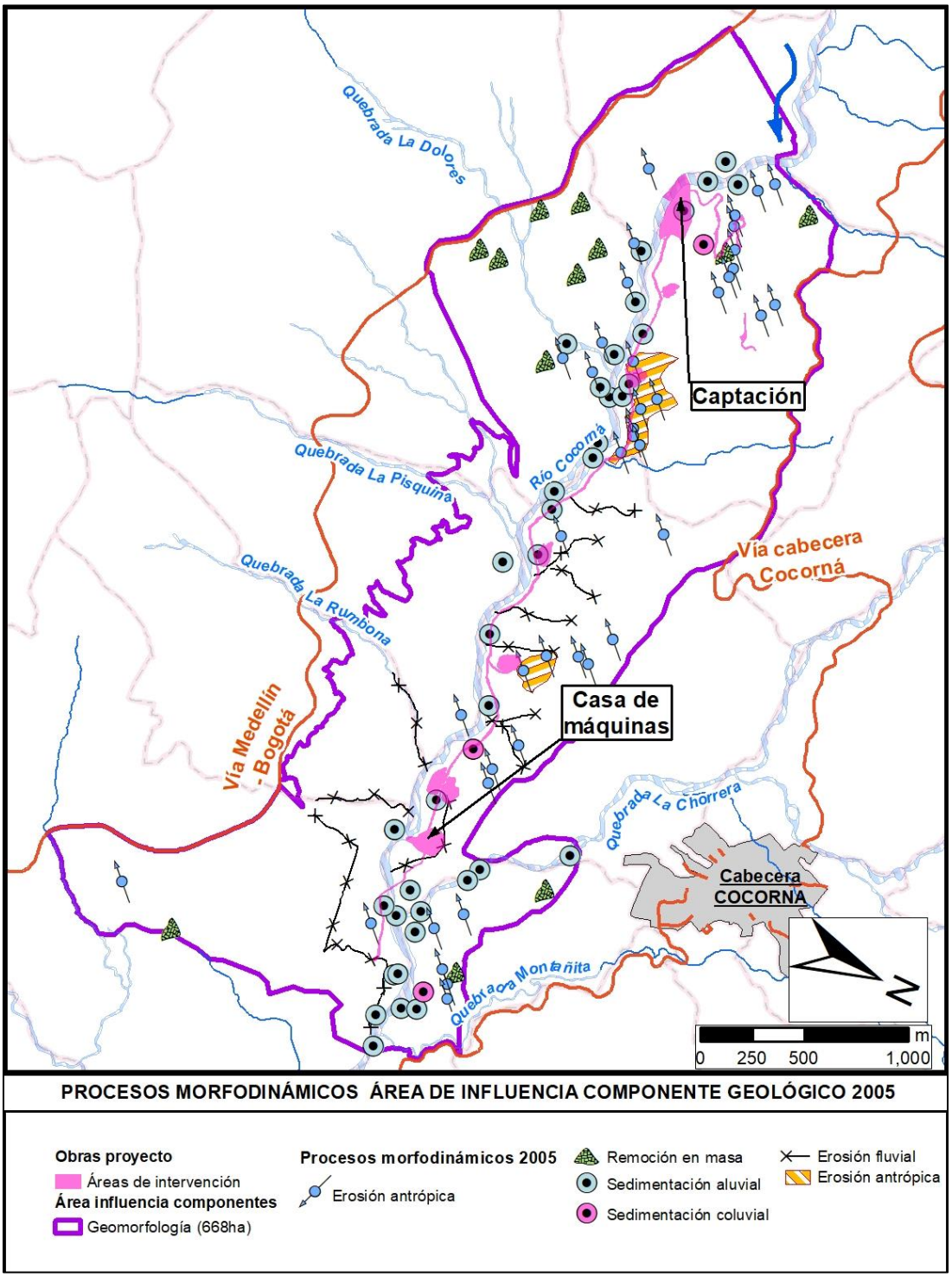



Figura 7. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2005

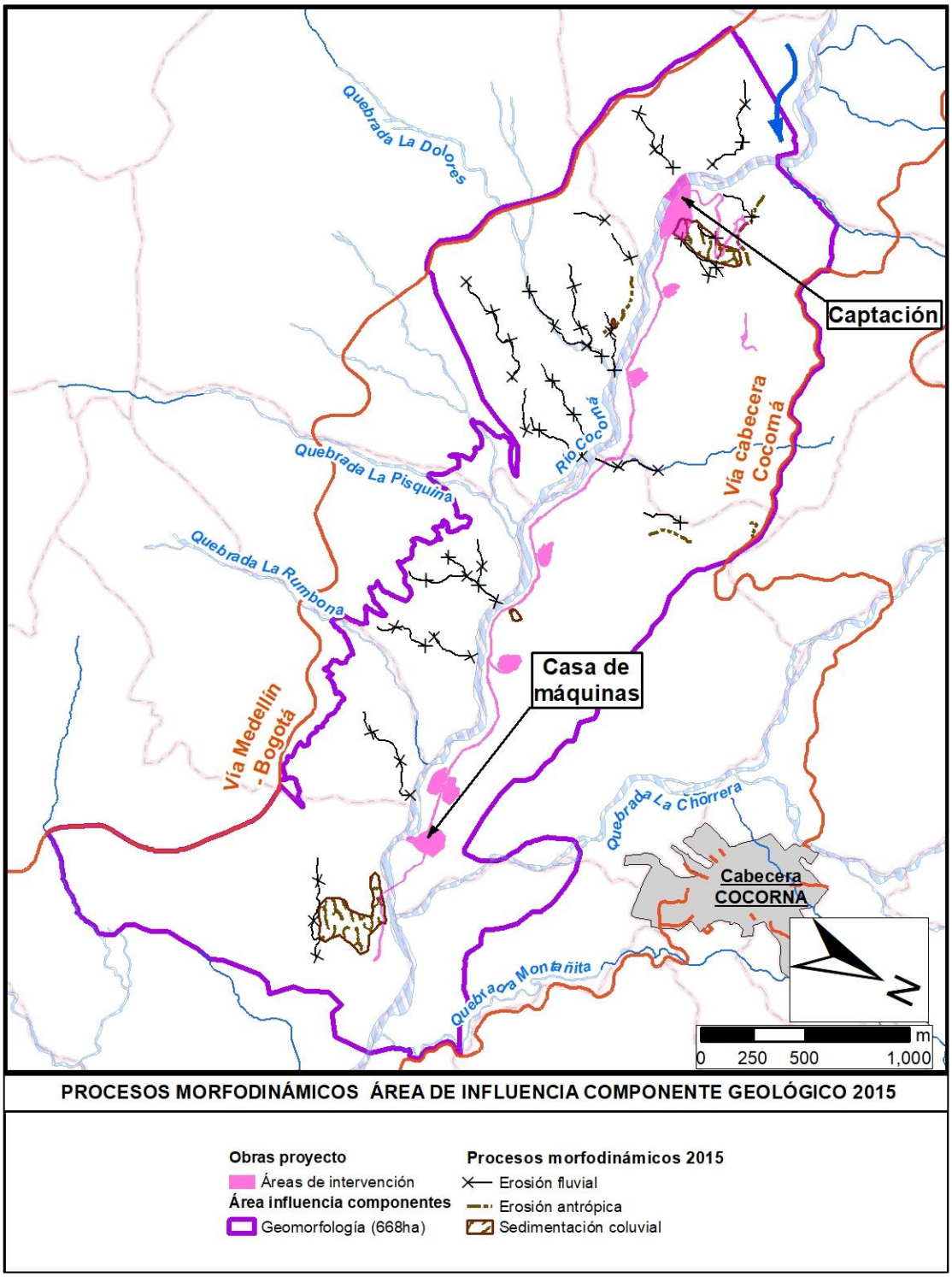



Figura 8. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2015

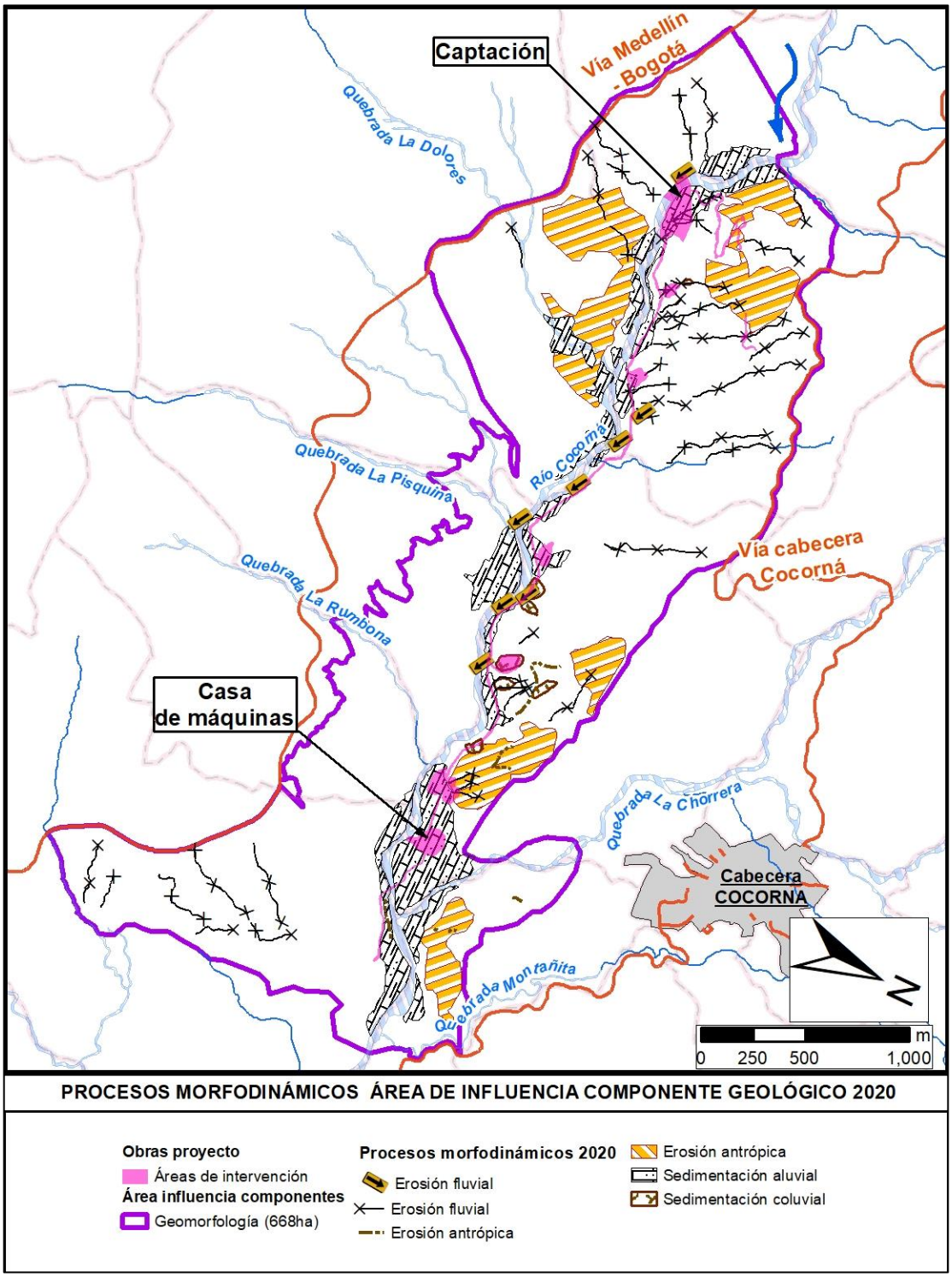



Figura 9. Mapa de procesos morfodinámicos multitemporal 2020

### 3.1.3 Paisaje

3.1.3.1

Presentar el análisis de las variaciones ecológicas de las unidades de paisaje en escala espacial y temporal y la afectación paisajística por la reducción de caudales en los sitios de interés turístico.

**Respuesta:**

Las unidades de paisaje definidas a partir de la combinación de las categorías de pendientes del terreno y coberturas terrestres en el apartado **5.1.6.2 Unidades del paisaje**, en donde esta última categoría es la más susceptible a albergar las transformaciones antropogénicas convirtiéndose en una evidencia de la expresión de la compleja relación entre las sociedades humanas y sus espacios de vida

Bajo la consideración de que el grado de transformación de las pendientes del terreno es relativamente estático en temporalidad en comparación de la dinámica de transformación de las coberturas se abordara la ecología del paisaje en torno a los flujos de energía que han moldeado tanto la extensión como la forma de las coberturas dentro del área de influencia para el componente paisaje entre los años 2021 y 2012.

El área de influencia para el componente paisaje se encuentra incorporada dentro de la jurisdicción del municipio de Cocorná dentro del sector de la cuenca media alta del río Cocorná. Con una geomorfología propia de una cañón con ancho de aproximadamente 4km entre sus laderas se aprecia como elemento principal moldeador la escorrentía de las aguas tanto del río Cocorná en sentido principal oriente occidente como sus tributarios el principal de ellos la quebrada La Chorrera que discurres desde la ladera norte (ver Figura 3-10).

Dentro del contexto humano como factor formador, el área de análisis para el paisaje alberga las tendencias económicas del usos del suelo agrícola en el municipio con una intensidad influenciada tanto por la cercanía con la cabecera municipal como por la presencia de una vía principal nacional como lo es la autopista que comunica las ciudades de Medellín y Bogotá.

De acuerdo con las descripciones presentadas el área de análisis conforma un sistema ecológico abierto en donde las acciones antrópicas (entradas) expresadas principalmente en coberturas de tipo agrícola superan en términos de tasa de cambio en el tiempo a otros factores moldeadores por ejemplo al componente hidrológico en el transporte de sedimentos. En consecuencia, en un escenario en donde su ecología está dado por factores y procesos antrópicos se consideran como expresión principal de los mismos la distribución y forma de las coberturas.

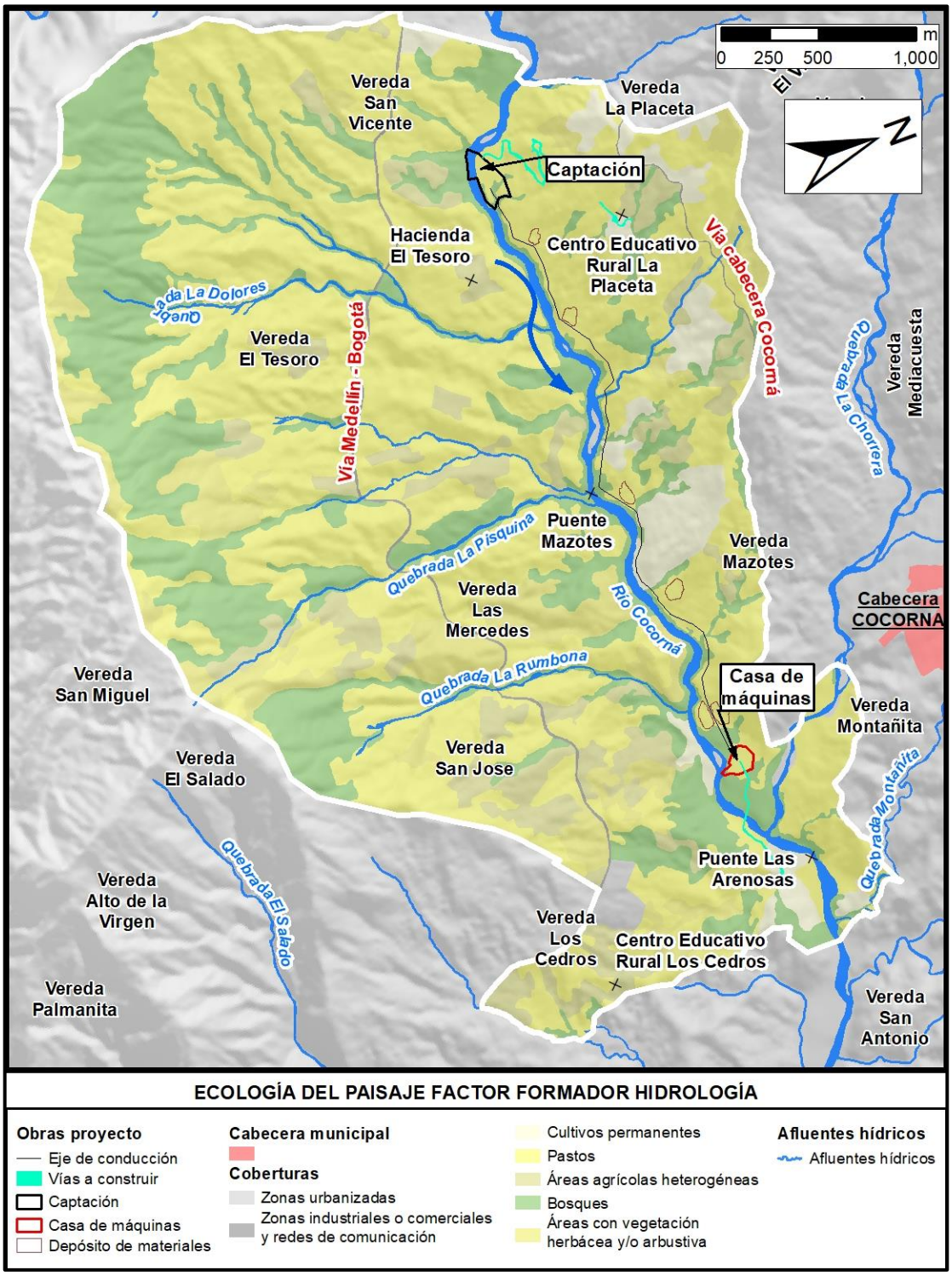



Figura 3-10 Red hidrológica como factor formador del paisaje

La presentación de las coberturas será tratada de manera agrupada en el nvel dos del sistema de clasificación de coberturas Corine Land Cover adaptado para Colombia, el cual se ajusta a una escala de representación 1:50.000 concordante con la extensión de 1438ha del área de influencia para el componente paisaje. En consecuencia se describirá a continuación la extensión, distribución y distanciamiento entre los diferentes segmentos de grupos de coberturas.

En el caso de las coberturas naturales en especial las coberturas boscosas se presentan en una distribución espacial principalmente con estructura funcional tipo corredor lineal natural que desde ambas márgenes del río Cocorná conectan, aprovechando la trayectoria de sus tributarios, los parches de zonas altas con los fragmentos remanentes cercanos al cauce del drenaje como se aprecia en la Figura 3-11. Las presiones de la frontera agrícola y el cambio de destinación de las propiedades hacia unidades de vivienda recreativa ejercen una alta presión sobre la extensión y las funciones ecológicas que presta este tipo de cobertura, evidenciado en su fragmentación principalmente sobre la margen izquierda donde podemos encontrar el distanciamiento máximo entre parches boscosos con aproximadamente 470m.

Las coberturas dentro de la categoría de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva se encuentran dentro del área de análisis como parches principalmente en cercanía a las zonas boscosas como se evidencia en la Figura 3-12.Con un fortalecimiento circunstancial asociado a las condiciones vividas durante el periodo de cese de actividades humanas durante el primer año de la pandemia del COVID -19 son las coberturas con mayor fragmentación expresada en distanciamientos que van desde los 13 hasta los 927m, los mayores valores entre los grupos de coberturas analizados. Sus funciones ecológicas para los grupos de fauna y el enriquecimiento paisajístico se denotan con un nivel de presión medio alto en virtud de su proximidad a área agrícolas y sin figuras de protección legal como es el caso de las zonas de retiros a drenajes que albergan bosques. Es de resaltar la vocación de algunos propietarios de terrenos de la zona que no intervienen áreas en esta categoría de cobertura ante la oportunidad económica que les significan las opciones de procesos de parcelación.0

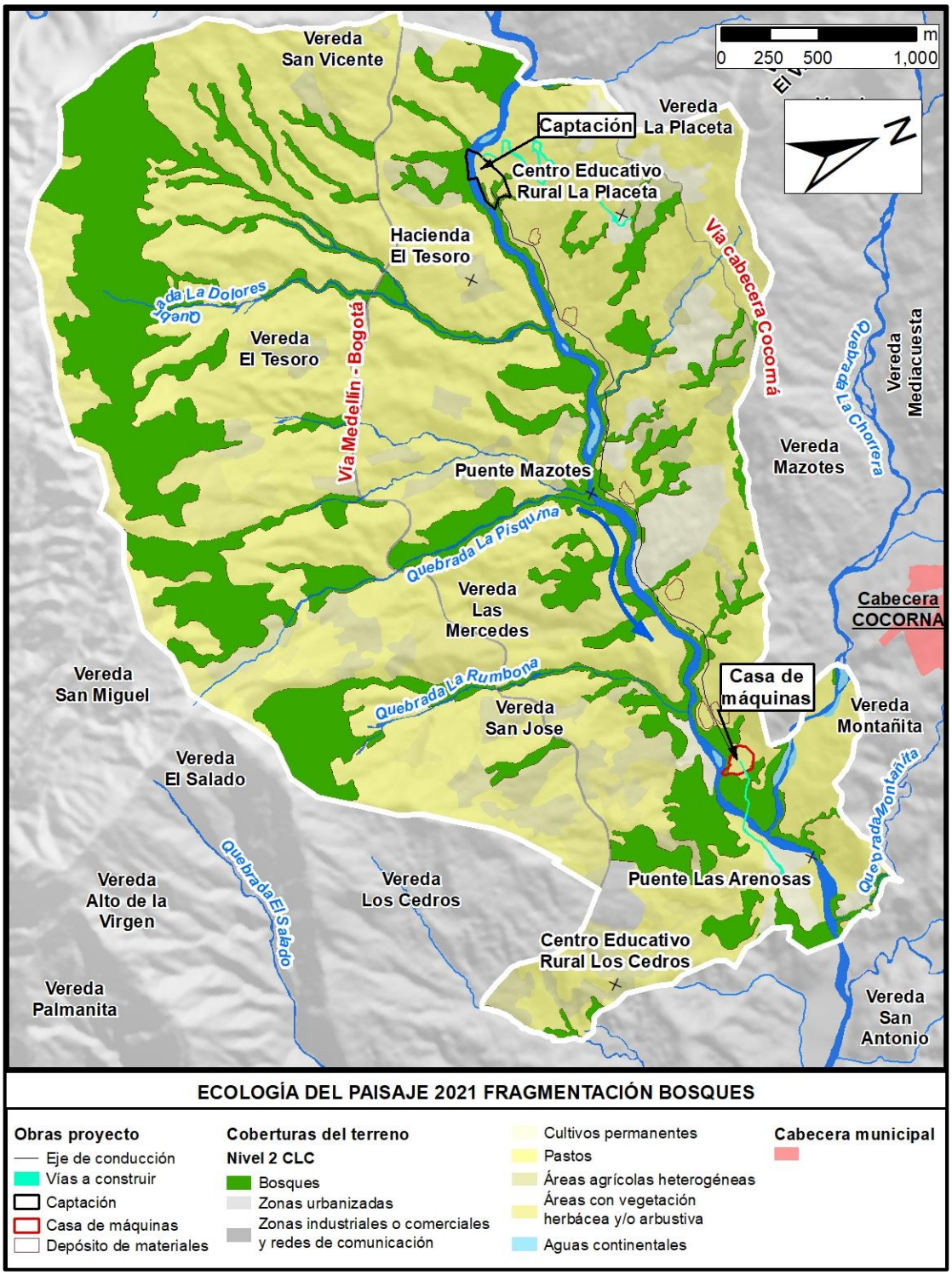



Figura 3-11 Fragmentos de coberturas boscosas 2021

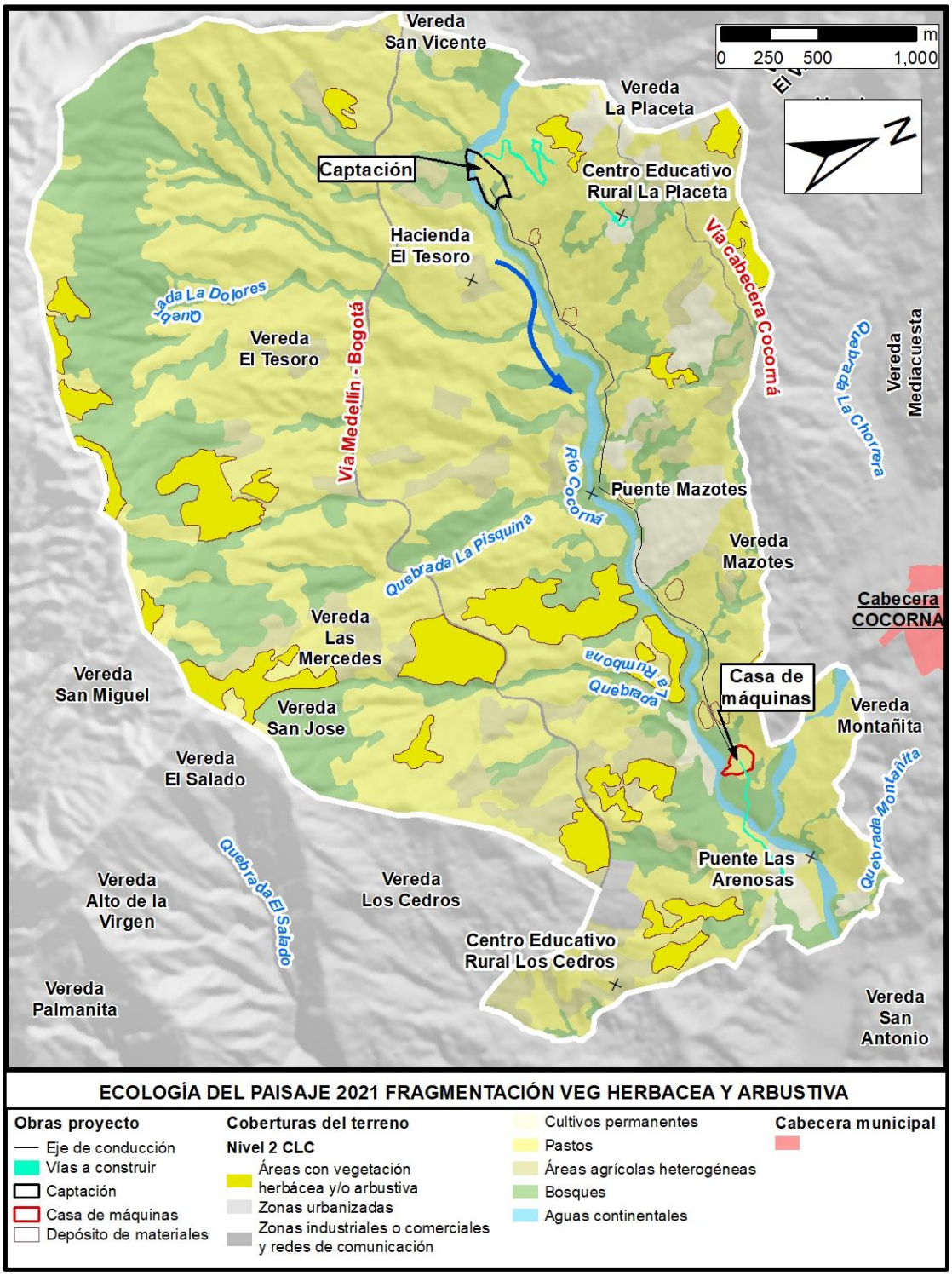



Figura 3-12 Fragmentos de coberturas de vegetación herbácea y arbustiva 2021

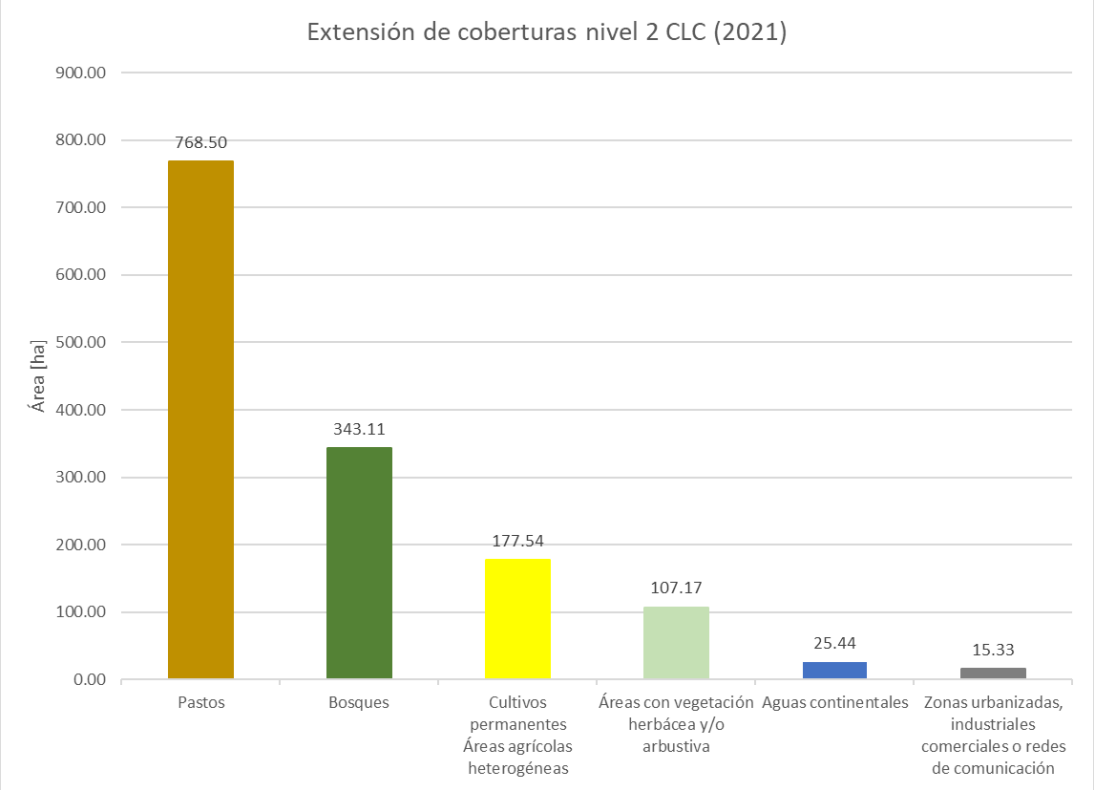



Figura 3-13 Cuantificación de las extensiones de coberturas (CLC N2) en el área de análisis para el año 2021

La categoría de pastos configura la matriz envolvente dominante con la mayor extensión correspondiente al 53.5% (768.5ha) del área de análisis (ver Figura 3-13) con el menor distanciamiento entre parches. Este grupo de coberturas en conjunción con las áreas agrícolas heterogéneas y los cultivos permanentes (ver Figura 3-15) albergan las principales acciones transformadoras de origen antrópicas y la expresión tanto paisajística como ecológica del área en análisis.

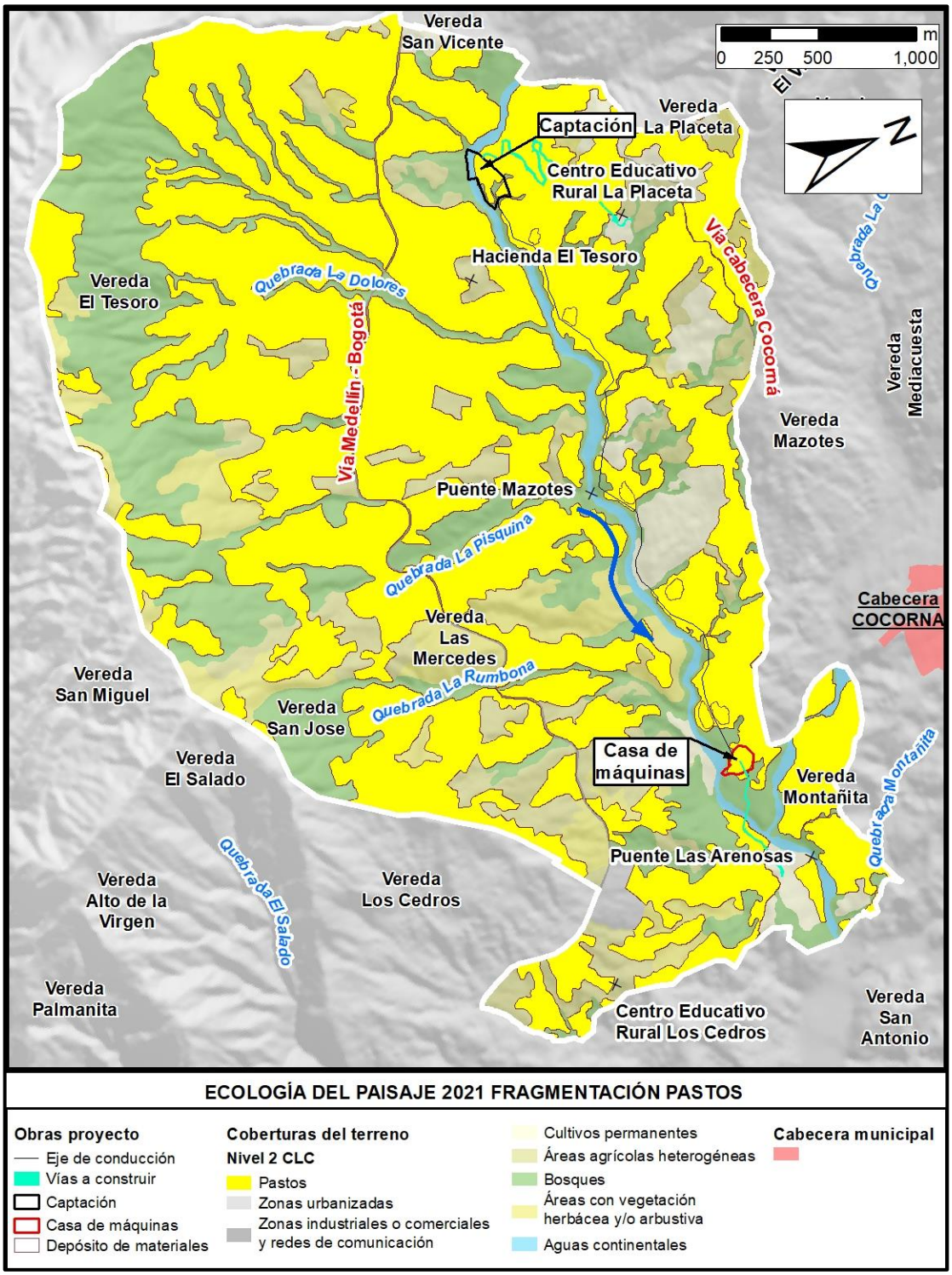



Figura 3-14 Fragmentos de coberturas de pastos 2021

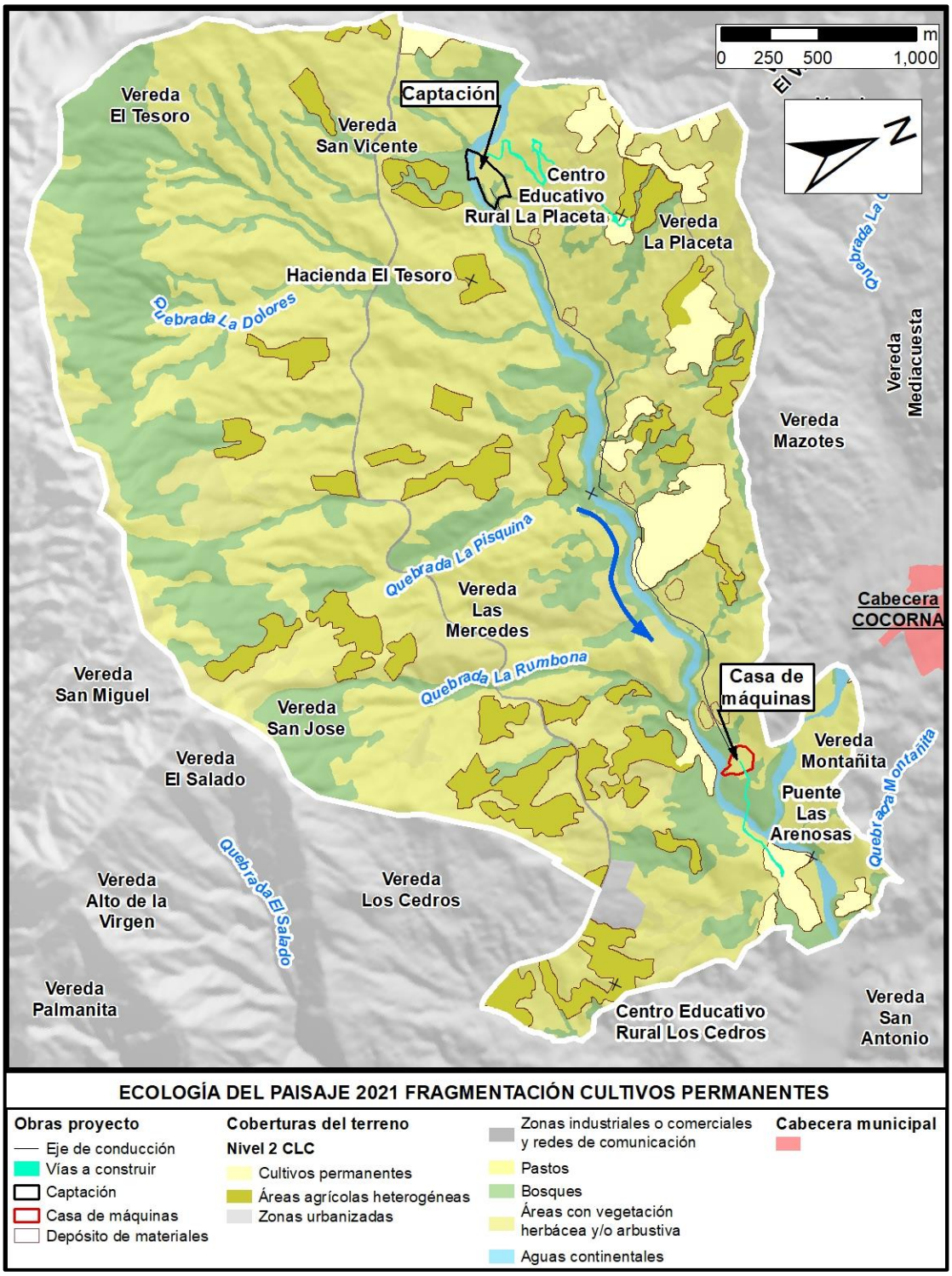



Figura 3-15 Fragmentos de coberturas cultivos y áreas agrícolas heterogéneas 2021

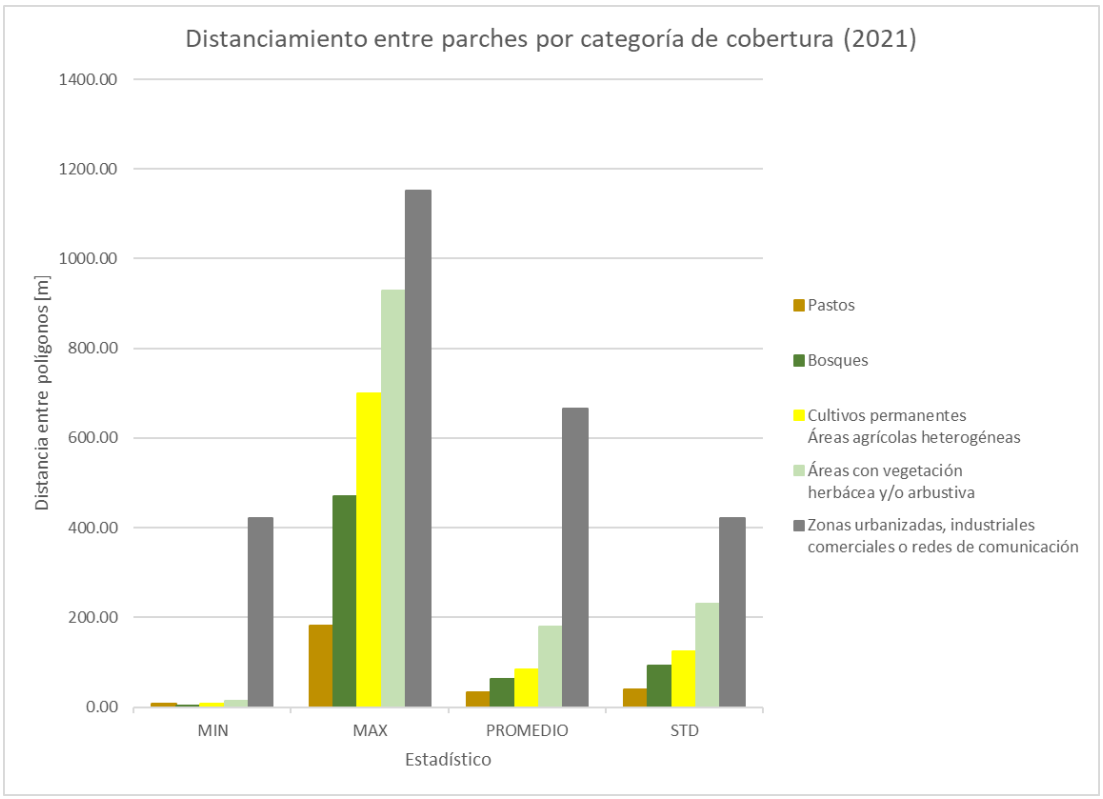



Figura 3-16 Distanciamiento entre polígonos por categoría de coberturas

Las zonas urbanas y redes de comunicación con las menor extensión dentro del área de análisis presentan un mayor distanciamiento entre los polígonos de todas las coberturas apreciado en la Figura 3-17y constituyen barreras físicas fragmentadora que cumple la función de entrada y salida de bienes y servicios propiciando la transformación del territorio.

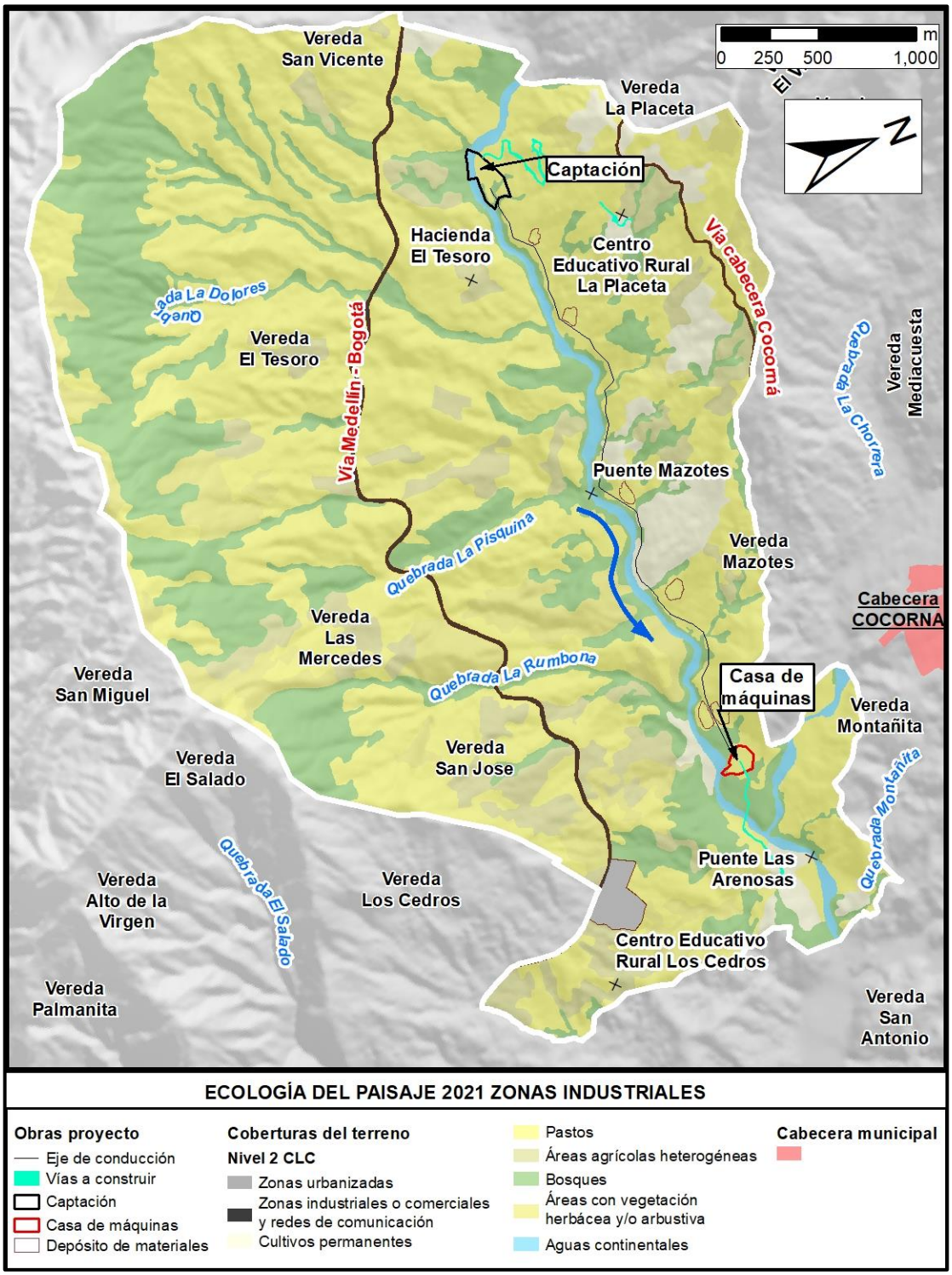
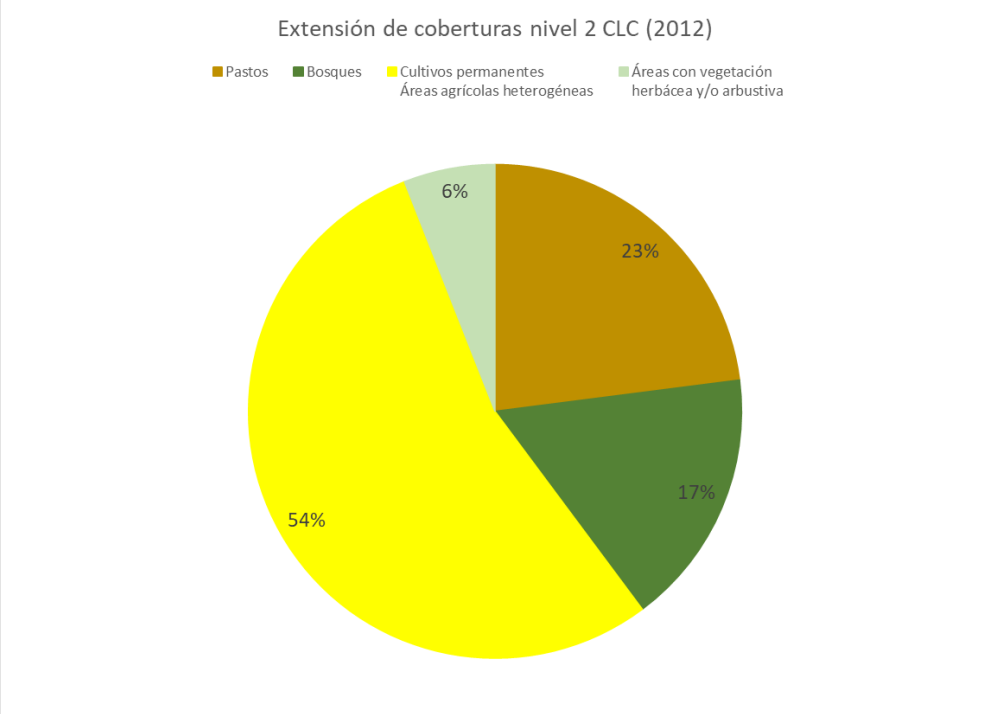



Figura 3-17 Fragmentos de coberturas zonas industrializadas urbanizadas y redes de comunicaciones 2021



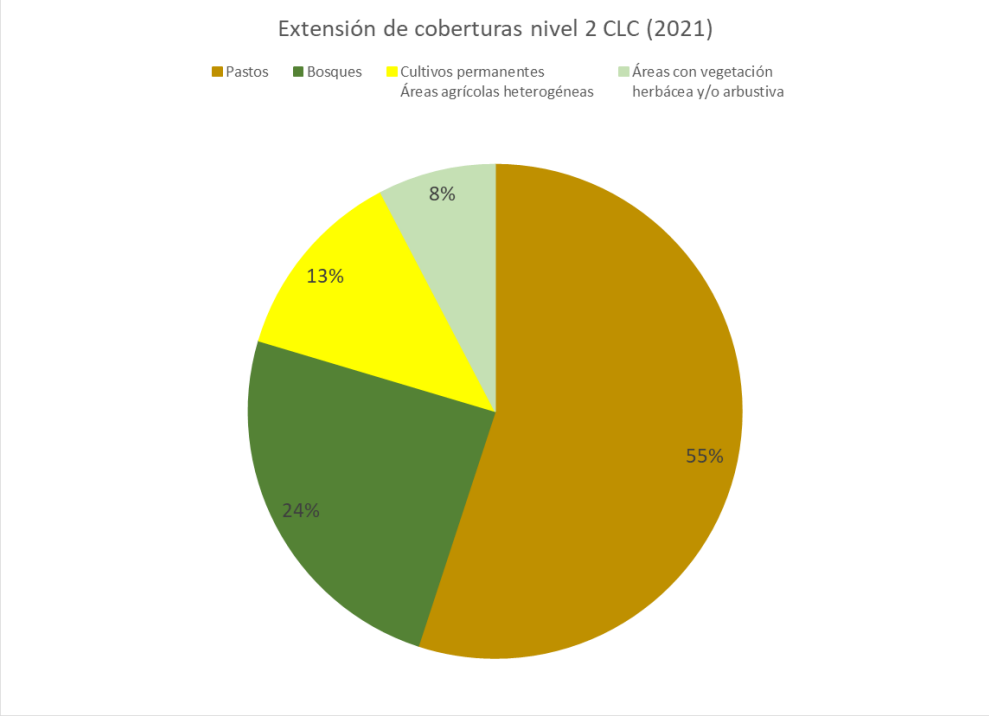



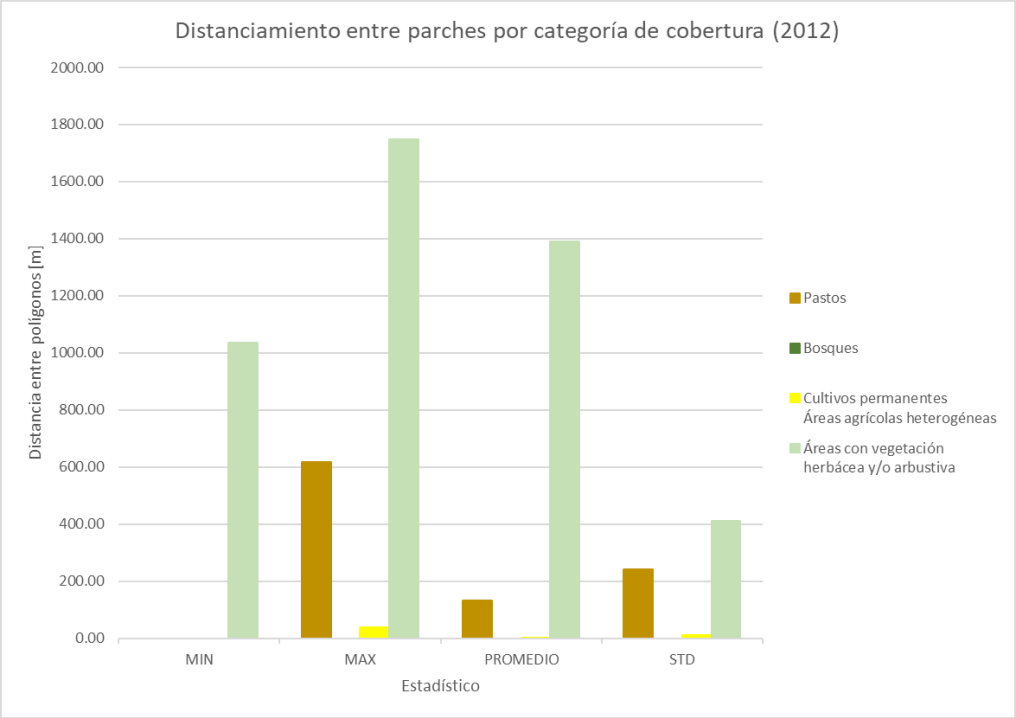

Figura 3-18 Comparativo cuantificación de las extensiones de coberturas (CLC N2) en el área de análisis entre los años 2012 y 2021

Las características ecológicas del área de influencia para el componente paisaje a escala temporal de 2021se diferencian por una paisaje heterogéneo compuesto por una matriz de pastos, áreas agrícolas y cultivos que aglutinan corredores lineales de zonas boscosas y parches remanentes con áreas de vegetación herbácea. Las área correspondiente a vía configuran el tránsito de bienes y servicios característicos de una vía primaria de orden nacional a los cuales responden tanto a la vocación agrícola que ha venido transformando del paisaje como a prospectiva dinámica inmobiliaria de segunda vivienda que se avizora como un nuevo factor transformador en el área.

Comparativamente entre los años 2012 y 2021 se han modificado la extensión de las coberturas (Figura 3-18) en donde se evidencia principalmente el aumento de pastos en detrimento de las zonas de cultivo en virtud de las actividades ganaderas y viviendas con adecuación del lote en zonas verdes. Adicionalmente, la comparación presentada en la Figura 3-19 que las acciones transformantes sobre el paisaje del territorio han favorecido la consolidación de la matriz de pastos, pasando de un distanciamiento máximo de parches de 600 a 200m incrementando su extensión

En este orden de ideas el paisaje ha variado hacia la correspondencia en conjunto principalmente a las transformaciones antrópicas que han incrementado los territorios con coberturas de pastos (ver Figura 3-20, Figura 3-21, Figura 3-22 y Figura 3-23) y conservando los relictos de corredores boscosos aledaños a cauces de drenajes en ajuste con las normativas ambientales vigentes. Prospectivamente sobre este paisaje recaerá una nueva dinámica inmobiliaria que incrementaría la presión sobre las áreas de boscosas en favorecimiento de coberturas principalmente pastos.

Los sitios denominados con nombre sobre el cauce del río con potencial para aprovechamiento recreativo, charcos El Diablo, El Toro, Puente El Pisquinal y del Puente las Arenosas, este último dentro del área de paisaje pero por fuera del tramos con caudal reducido para el proyecto, presentaran una variación en sus niveles similares presentadas en las temporadas invernales, de estiaje y sus periodos de transición tal como se explica en el apartado “***5.1.4.9.5 5.1.4.9.5Análisis de las zonas de recreación sobre el río Cocorná (charcos)”*** . Dicho análisis presenta enfoques para los escenarios anterior y posterior a una hipotética entrada en funcionamiento del proyecto Cocorná IIII, relacionando que las variaciones no serían significativas. Con base en estos resultados se deduce que los diferentes observadores visitantes conservaran el disfrute de la escena visual que aportan estos sitios en el paisaje por lo cual, se considera que si se presenta una afectación sobre las propiedades visuales paisajísticas ofertadas por los “charcos” esta tendrá una magnitud despreciable e imperceptible por los observadores.



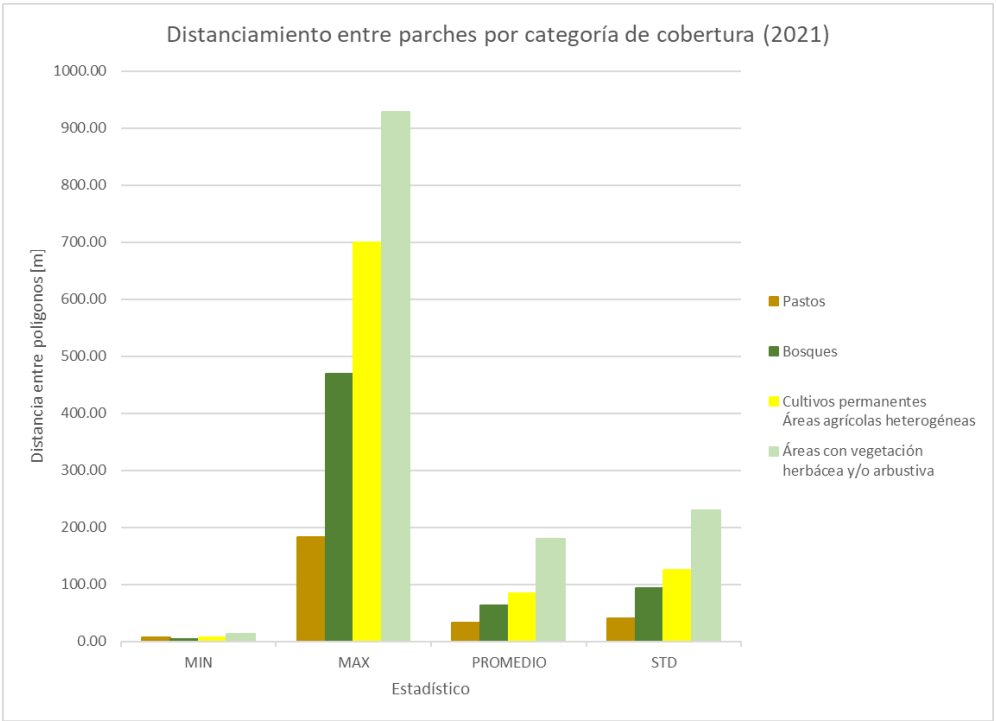
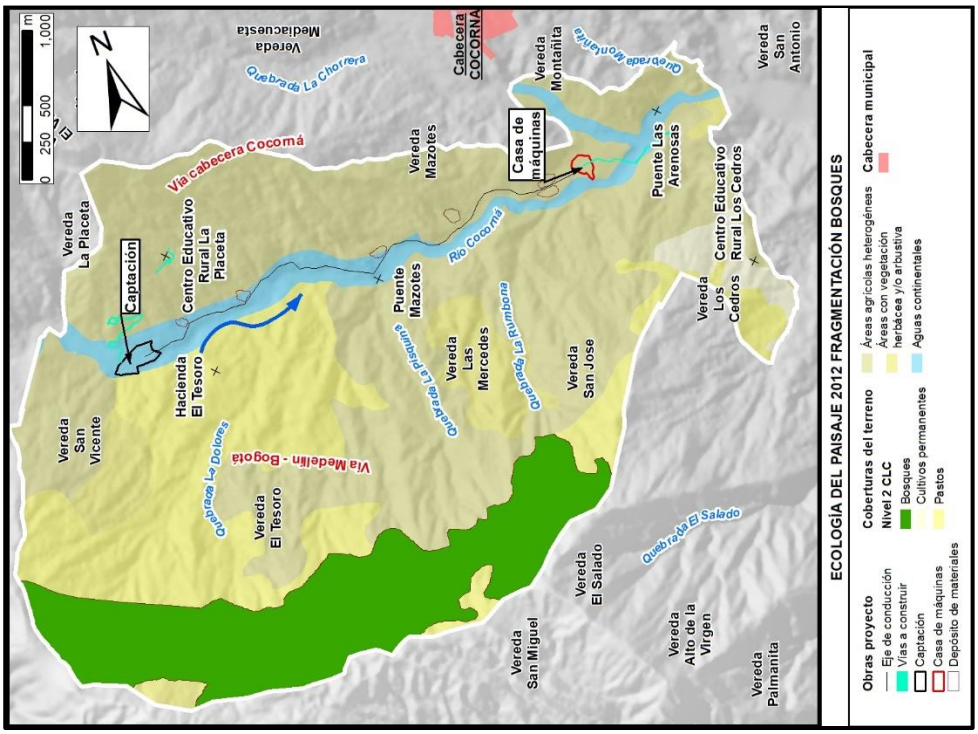




Figura 3-19 Comparativo distanciamiento entre polígonos por categoría de coberturas para los años 2012 y 2021



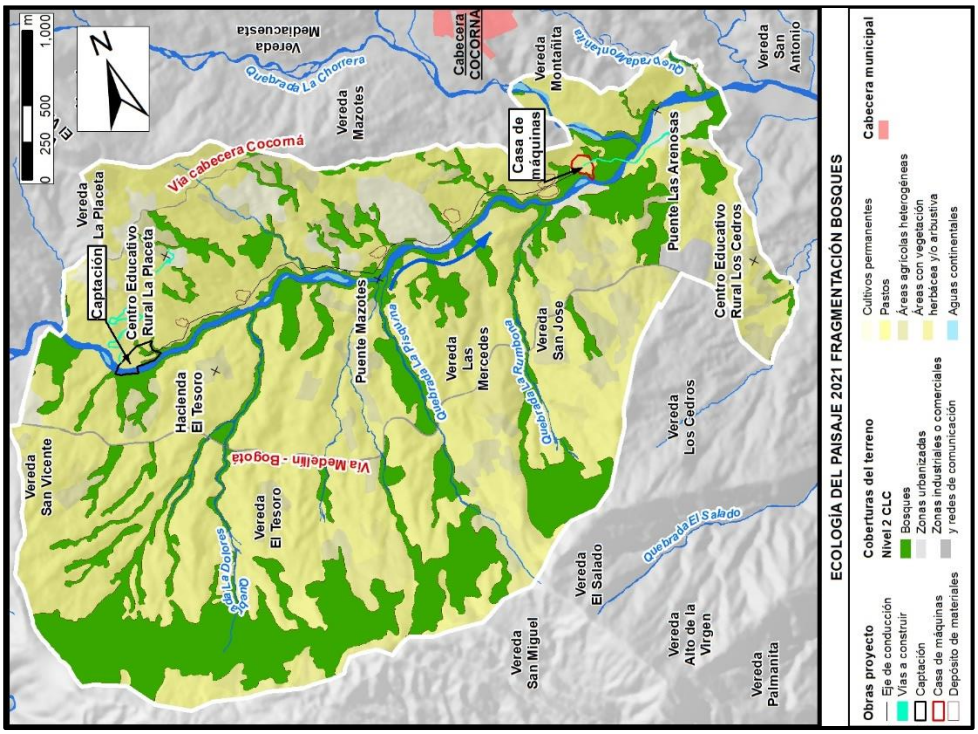
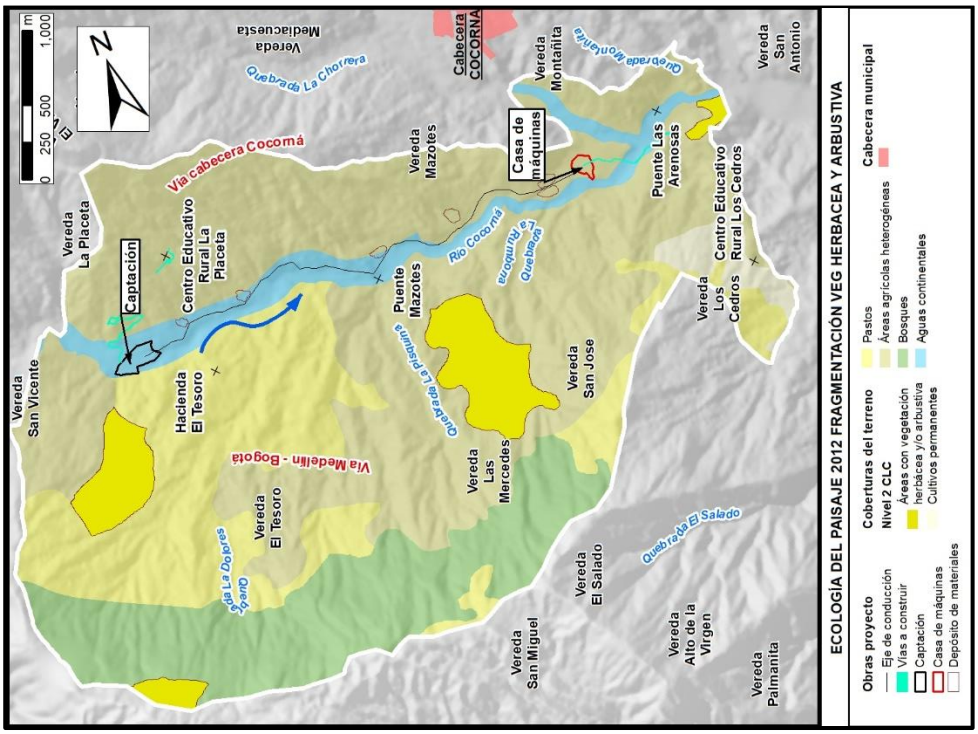




Figura 3-20 Comparativo de fragmentos de coberturas boscosas entre los años 2012 y 2021



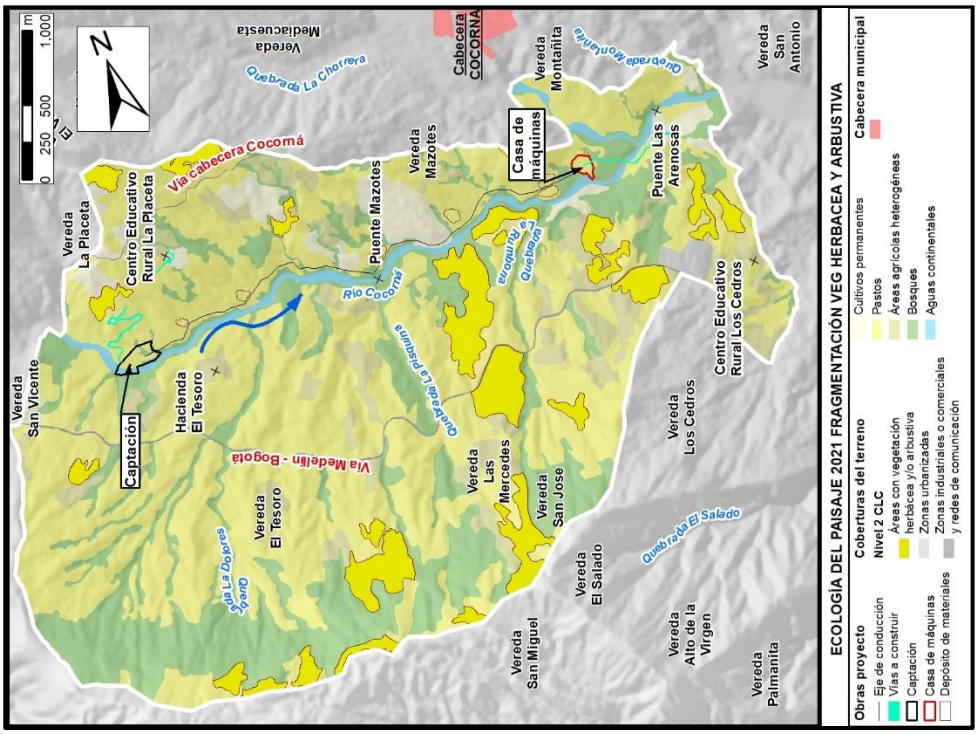




Figura 3-21 Comparativo de fragmentos de coberturas de áreas de vegetación herbácea y arbustiva entre los años 2012 y 2021

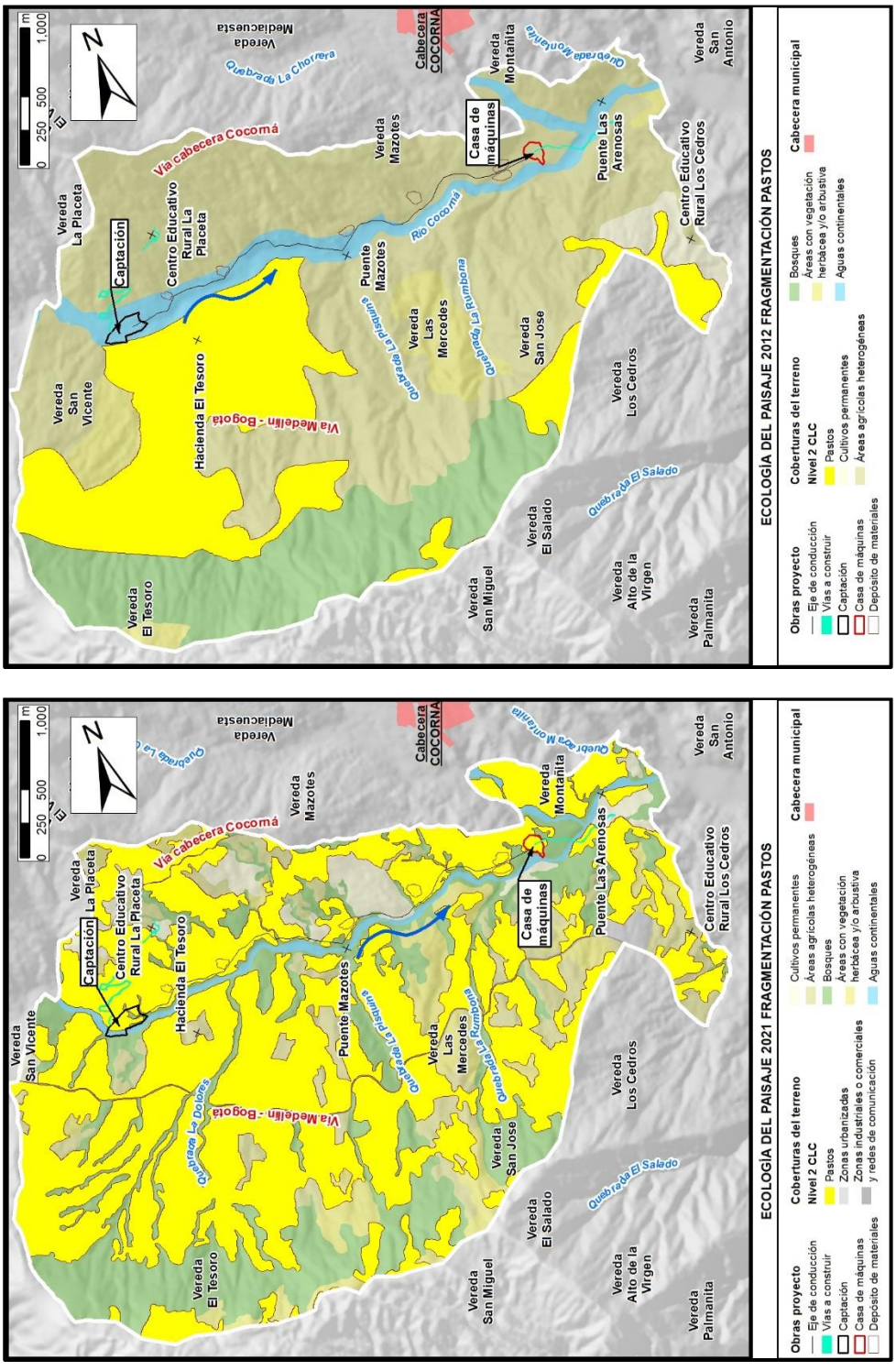



Figura 3-22 Comparativo de fragmentos de coberturas pastos entre los años 2012 y 2021

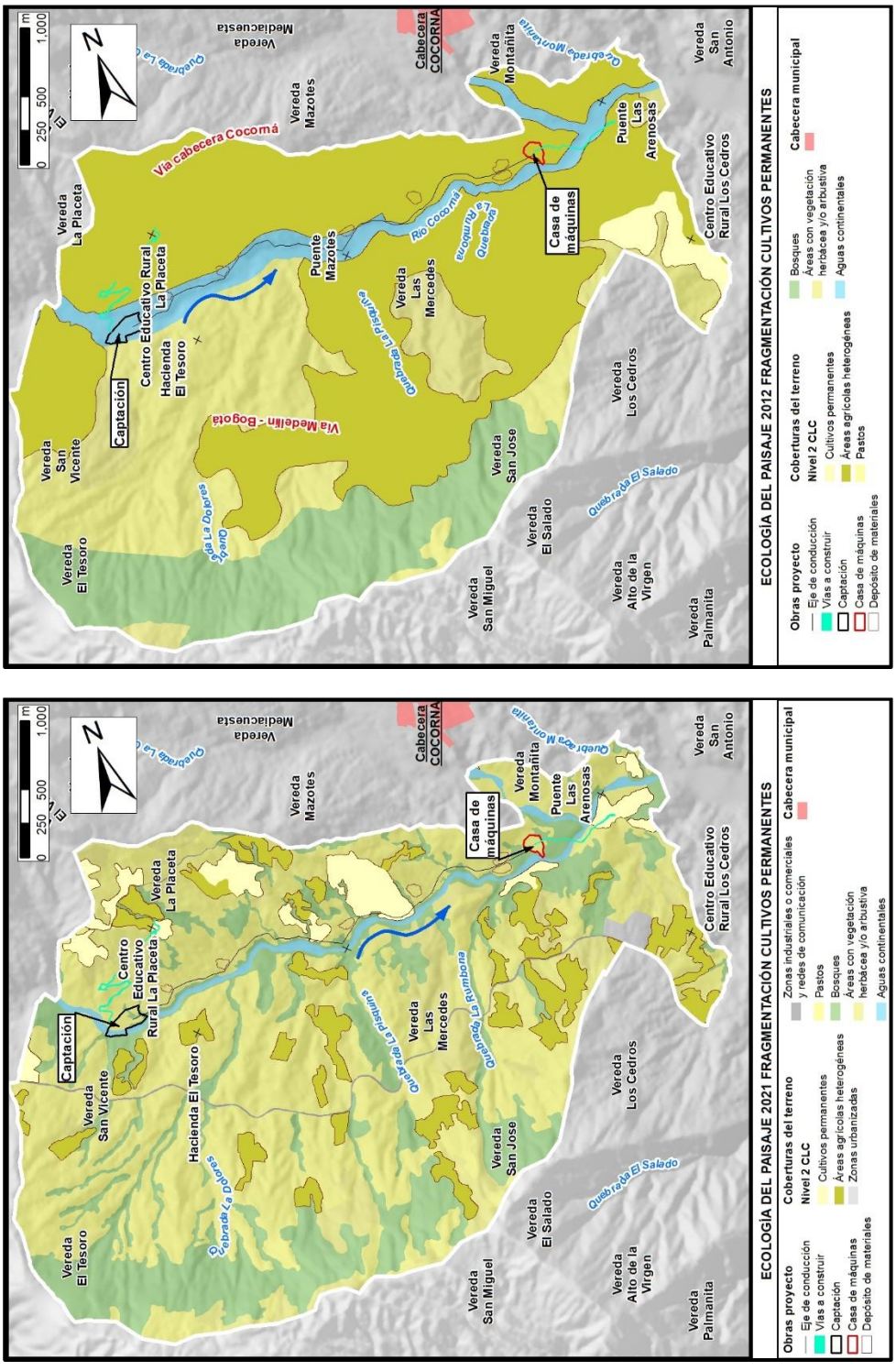



Figura 3-23 Comparativo de fragmentos de coberturas de cultivos permanentes entre los años 2012 y 2021

3.1.3.2

Realizar la evaluación de la percepción y valoración del paisaje por parte de las comunidades vecinas, entidades, instituciones y actores encargados de planificar y ordenar el territorio.

3.1.3.3

Identificar los grupos con interés en el uso del paisaje y los programas, proyectos, planes y similares de ordenamiento territorial y/o política pública con proyección de uso, gestión, disfrute y/o protección del paisaje en el área intervenida.

**Respuesta 3.1.3.2 y 3.1.3.3:**

La presión inmobiliaria ocasionada por el loteo de fincas, tiende a generar impactos sobre la apreciación estética del paisaje ya que puede pasar de ser una zona con coberturas verdes características de las zonas rurales a una zona urbanizada (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, archivo ActaSegundaReunionComuinidad)

Por parte de las entidades, instituciones y actores encargados de planificar y ordenar el territorio, se estableció desde 2016 el Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística 2017-2027 “Cocorná Dulce Aventura”, que quedó plasmado en el Acuerdo 02 de 2017 del Concejo Municipal, y es ratificado como propuesta en el Plan de Desarrollo 2020-2023 “Cocorná es esperanza” en él se reconoce el paisaje en términos de percepción y valoración a través del aprovechamiento de los recursos y escenarios naturales como potenciales de atractivo turístico, principalmente apuntan al ecoturismo como una de las estrategias para movilizar la economía de la región. El avistamiento de aves, senderismo y la apreciación de la fauna y la flora son los principales focos que plantean como posibles actividades a realizar en relación con el aprovechamiento del paisaje.

En la Tabla 1 se puede apreciar el inventario de recursos y atractivos turísticos naturales definidos por el Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística, se identifican los siguientes espacios

Tabla 1 Inventario de recursos y atractivos turísticos de categoría naturales

| Tipos | Nombre | Ubicación |
|---|---|---|
| Montaña | El Ciprés (Alto de la Palmirita) | Vereda El Ciprés |
| Hidrográfico (Ríos) | María Parda | Río Cocorná |
| | Guayabal | Quebrada Guayabal |
| | El Siete | Río Cocorná |

| Tipos | Nombre | Ubicación |
|---|---|---|
| | El Descanso | Autopista Medellín- Bogotá, Vereda El Coco |
| | Pailania | Río Santo Domingo |
| | El Melcocho | Vereda El Roblal |
| Hidrográficos (Caídas de agua) | Cascada las Perlas | Vereda La Chorrera |
| | Cascada Cabellera de Venus | Vereda Media Cuesta |
| | Cascada El Sinaí | Vereda El Sinaí |
| | Cascada La Peña | Vereda La Peña |
| | Cascada Santa Rita | Vereda Santa Rita |
| | Cascada Las Brujas | Vereda El Retiro |
| | Cascada La Trinidad | Vereda El Chocó |
| Lugares de observación de Flora y Fauna | Microcuenca Guayabal | Veredas: Cruces, El Víaho, Media Cuesta |
| | Ruta María Parda | Vereda los Cedros, El Coco |
| | El Melcocho | Veredas El Retiro, El Roblal, El Cocuyo |

Fuente: Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística 2017-2027

Como se observa, de los 17 espacios naturales considerados dentro del inventario de sitios naturales por parte del Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística del Municipio, sólo dos (2) se encuentran asociados al río Cocorná, ambos sitios (María Parda y El Siete) se encuentran aguas abajo de la descarga del proyecto Cocorná 3, por lo cual no serán afectados por el tramo de caudal reducido.

Ademas de lo anterior, el Plan de Desarrollo 2020-2023 “Cocorná es esperanza” plantea las siguientes rutas relacionadas con la percepción y valoración del paisaje como una de las actividades que apuntan a fortalecer el desarrollo económico del municipio, son recorridos diseñados alrededor de los atractivos naturales y culturales que permiten integrar varios servicios.

- **Rutas con proyección de senderismo:** diseñadas para acercar a los turistas a sitios estratégicos donde puedan disfrutar de avistamiento de aves, espacios no contaminados, sitios con altas pendientes para divisa paisajística, contacto con la naturaleza, entre otras. Las rutas proyectadas son: micro cuenca Guayabal, Río Santo Domingo, El Ciprés, El Melcocho.

- **Ruta científica (avistamiento de aves y fauna en general):** establecen los recorridos en sectores donde por sus condiciones naturales particulares permiten encontrar todo tipo de fauna. Las zonas proyectadas son: Microcuenca Guayabal

(Veredas Cruces y El Viaho), Camino hacia María Parda (Veredas Lo Cedros y El Coco), Cañón de Santo Domingo y El Melcocho.

- **Ruta de las microcentrales:** es un recorrido alrededor de las obras civiles de las microcentrales existentes donde reconocen la infraestructura de los proyectos y comprenden el funcionamiento de una Pequeña Central Hidroeléctrica.

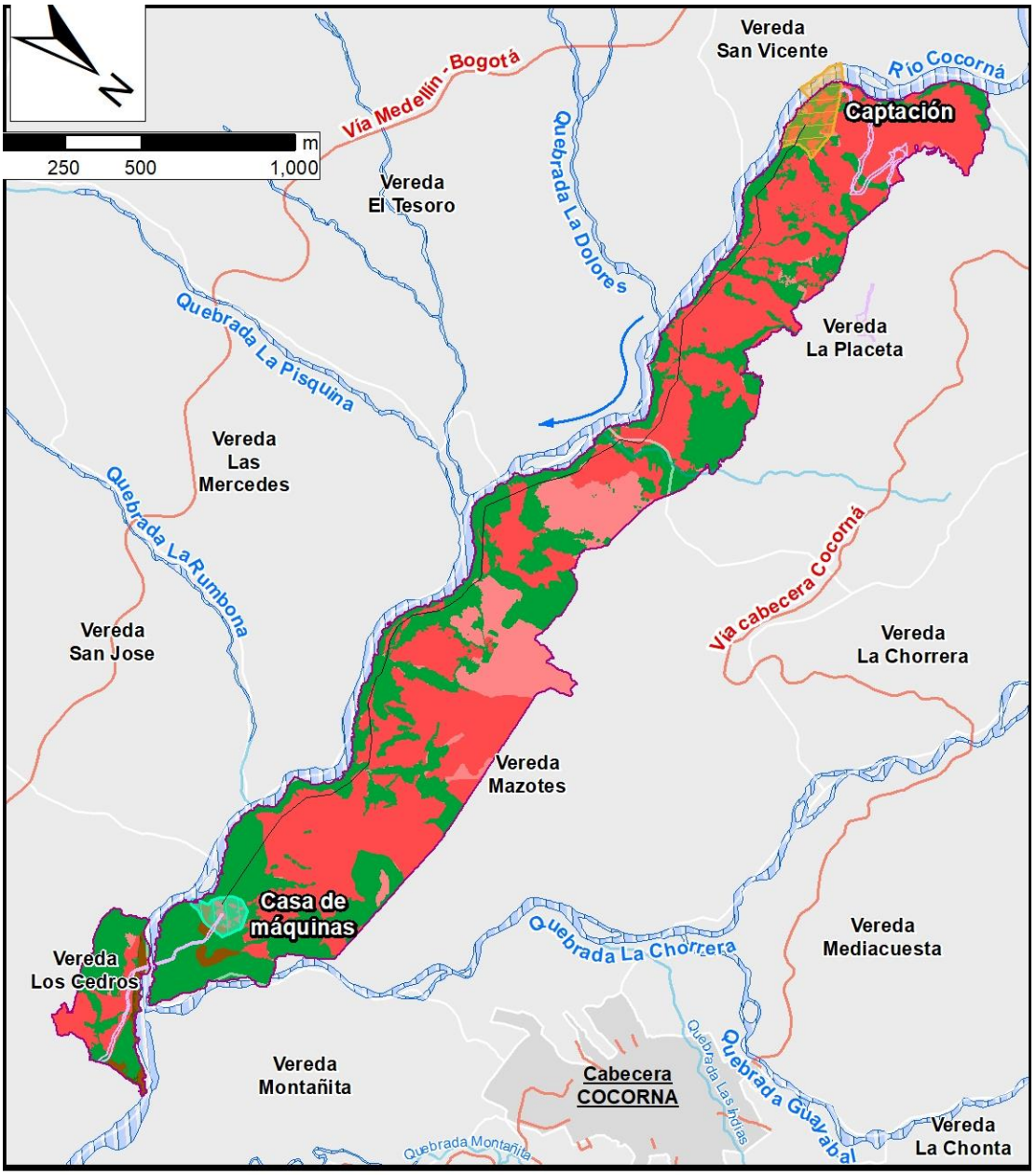
La iniciativa ecoturística plasmada en los diferentes instrumentos de planificación del municipio es la principal muestra de valoración que realizan al paisaje. Sin embargo, como resultado de los procesos participativos realizados con los líderes de las veredas que pertenecen al área de influencia socioeconómica, los propietarios de los predios que serán intervenidos por el proyecto y la comunidad general se identifican los impactos ocasionados por la informalidad en las iniciativas turísticas particulares como una de las principales problemáticas del territorio. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, archivo ActaSegundaReunionComuinidad) Y a pesar de que existe desde 2016 el Plan de Desarrollo y Sostenibilidad Turística 2017-2027 “Cocorná Dulce Aventura”, no hay ninguna iniciativa formal por parte de la Alcaldía, que permita evidenciar la ejecución de las actividades expuestas.

### 3.1.4 Suelos y usos de la tierra

Aclarar la escala de la información cartográfica, la cual debe ser 1:10.000 o más detallada, de manera que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del mismo y anticipar así los posibles conflictos que pudieran iniciarse en el área por su uso.

**Respuesta:**

En la figura 5-191 Mapa con el uso actual del suelo dentro del área de influencia del componente de suelos del proyecto Cocorná III, del Capítulo 5 Caracterización abiótica parte 1, se presenta en escala 1:10.000 como se muestra en el anexo 5.1 Caracterización Abiótica carpeta 5.1.1_Geologia_Geotec_Hidrogeo de la entrega anterior del EIA. Además, en la Figura 24 de este documento se presenta los conflictos en el uso de la tierra dentro del área de influencia del componente de suelos del proyecto Cocorná III a escala 1:10.000 y se envía en la carpeta 5.1.1_Geologia_Geotec_Hidrogeo el anexo MAPA CONFLICTO POR EL USO DEL SUELO.pdf.




**CONFLICTO POR EL USO DEL SUELO**

**Obras del proyecto**
- Vías a construir
- Captación
- Casa de máquinas

**Límite veredal**

**Área de Influencia**
- Componente de suelo

**Cabecera municipal**

**Afluentes hídricos**

**Vía**

**Conflicto por el uso del suelo**
- Por sobreutilización moderada
- Por sobreutilización severa
- Por subutilización ligera
- Por subutilización severa
- Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado

Figura 24. Mapa con el conflicto en el uso de la tierra dentro del área de influencia del componente de suelos del proyecto Cocorná III a escala 1:10.000

### 3.1.5 Hidrología

Presentar un plan operativo, que contemple un sistema de emergencia para evacuar el caudal en caso de que se presente un paro en la generación de la PCH y mantenga el caudal regulado en la fuente para el aprovechamiento de las demás PCHs sin afectar la generación de estas.

**Respuesta:**

La información de solicitada se presento en la entrega de estudio de impacto ambiental en el **"Capitulo 8. Evaluación Ambiental"** en el **numeral 1.5.1.2.1**

### 3.1.6 Calidad del Agua

3.1.6.1

Se deberá actualizar la caracterización de calidad del agua del río Cocorná para época de lluvias dado que la presentada se encuentra desactualizada, lo cual debe contemplar todos los ítems descritos para calidad del agua en los términos de referencia.

**Respuesta:**

Las caracterizaciones sobre calidad del agua realizadas en noviembre 2015, septiembre 2018 y enero 2022, son base adecuada para evaluar y determinar los impactos y sus planes asociados, en virtud de que la temporada climática de invierno con su respectivo aumento de caudal actúa como un sistema de camuflaje para los posibles contaminantes o agentes químicos presentes en el agua de un río, como por ejemplo los residuos de los fertilizantes y fumigantes utilizados en las prácticas agropecuarias, las bacterias y otros presentes en las aguas residuales domésticas, pues a mayor volumen de agua, mayor dilución y menor cuantificación de los parámetros medidos.

De otro lado, en conocimiento del territorio del tramo en estudio donde se proyecta implementar la PCH Cocorná III, se tienen condiciones de pocos vertimientos legalizados o no como puede verse en el numeral del Capítulo 5.1.2.2, con sólo dos vertimientos en dicho tramo. Los monitoreos realizados con la medición de los parámetros especificados por la Norma, ofrecieron finalmente unos resultados que permiten declarar que la calidad del agua del río Cocorná en el tramo de estudio del proyecto Cocorná III es buena. Si está condición se presenta en las temporadas varias en las cuales se ejecutaron las mediciones, mucho mejor en calidad se van a dar los resultados en la época climática solicitada.

No obstante, se propone realizar una nueva campaña ajustada a la temporada climática correspondiente a invierno en el período preconstructivo unos seis meses antes del inicio de las actividades de construcción.

3.1.6.2

Se deberá realizar la caracterización de calidad del agua del río Cocorná para las épocas de transición acorde con lo solicitado en los términos de referencia, con el fin de que la caracterización de este componente contemple el ciclo hidrológico completo. Para lo cual se deberá contemplar todos los ítems descritos para calidad del agua en los términos de referencia.

Nota: Es de resaltar que, se deberá presentar para la respuesta a los requerimientos anteriores la caracterización de la calidad del agua que les aplique según la temporada en la que puedan realizar los muestreos (época de lluvias o transiciones), y las dos caracterizaciones de calidad del agua restantes para complementar el ciclo hidrológico acorde con lo establecido en los TDR, deberán ser presentadas previo al inicio de la fase constructiva del proyecto en caso de obtener favorabilidad.

3.1.6.3

Para lo anterior, Se deberá anexar a los estudios el informe sobre la toma de muestras, el cual debe presentar los protocolos de monitoreo, toma, preservación, transporte y análisis de muestras, con su respectivo registro fotográfico y copia de la cadena de custodia.

3.1.6.4

Se deberá presentar un archivo magnético (Excel) con el cálculo del ICA para los tres puntos de monitoreos de calidad del agua, que permita verificar los resultados presentados. Estos archivos deberán contener los resultados del ICA para los nuevos monitoreos a realizar.

**Respuesta:**

El archivo se presenta en los anexos 5.1 Caracterización Abiótica en la carpeta 5.1.5_Calidad_agua, denominado Indices_Calidad_Contaminación_Agua.xlsx, con el cálculo del ICA para los tres puntos de monitoreos de calidad del agua.

3.1.6.5

Se deberá presentar un archivo magnético (Excel) con el cálculo de los índices de contaminación presentados (ICOSUS, ICOMI, ICOMO e ICOTORO) para los tres puntos de monitoreo de calidad del agua, que permita verificar los resultados presentados. Estos archivos deberán contener los resultados del ICA para los nuevos monitoreos a realizar.

**Respuesta:**

El archivo se presenta en los anexos 5.1 Caracterización Abiótica en la carpeta 5.1.5_Calidad_agua, denominado Indices_Calidad_Contaminación_Agua.xlsx con el cálculo de los índices de contaminación presentados (ICOSUS, ICOMI, ICOMO e ICOTORO) para los tres puntos de monitoreo de calidad del agua.

### 3.1.7 Hidrogeología

### 3.1.8

Presentar el análisis con las posibles variaciones en el nivel freático y la dinámica del área subterránea en el área donde se construirá la casa de máquinas del proyecto y las soluciones ambientales para el manejo adecuado de la obra y disminuir los impactos relacionados.

**Respuesta:**

No se considera pertinente el análisis de las posibles variaciones del nivel freático y la dinámica del área subterránea en donde se construirá la casa de máquinas del proyecto, toda vez que es una excavación de tipo subsuperficial, con excavaciones máximas de 2 m, dicha obra no genera impacto de abatimiento del nivel freático, efecto dren o efecto causado en el acuífero por la extracción de agua para realizar la excavación, ya que, de acuerdo con la exploración geotécnica realizada, sondeos eléctricos verticales, piezómetros y apiques, el nivel piezométrico en la zona donde se proyecta la construcción de la casa de máquinas se encuentra en la cota 1.116 m.s.n.m. 4 metros por debajo de la cota donde se proyecta la construcción de la casa de máquinas 1.120 m.s.n.m. Por tanto, no se genera alteración temporal del nivel freático en el acuífero sobre depósitos aluvioterroenciales, ni afecta los niveles de agua del río Cocorná, ni de la quebrada La Chorrera.

La Casa de Máquinas es de construcción de tipo subsuperficial (excavaciones máximo de 2m) y está destinada a albergar los equipos principales que consisten en las válvulas de ingreso del agua para la alimentación de las turbinas, dos turbinas Francis con sus generadores y los equipos electrónicos asociados, así como el puente grúa y las facilidades administrativas.

La Casa de Máquinas se asienta sobre terraza aluviotorrencial ubicada a 520 m aguas arriba de la desembocadura de la quebrada La Chorrera en el río Cocorná por la margen izquierda (Foto 1,cota 1.122 m.s.n.m.).

En la Figura 25 y Figura 26 se presentan los esquemas en planta y perfil de las obras de la Casa de Máquinas.

Foto 1. Abscisa 3+724. Sitio de ubicación de casa de máquinas.

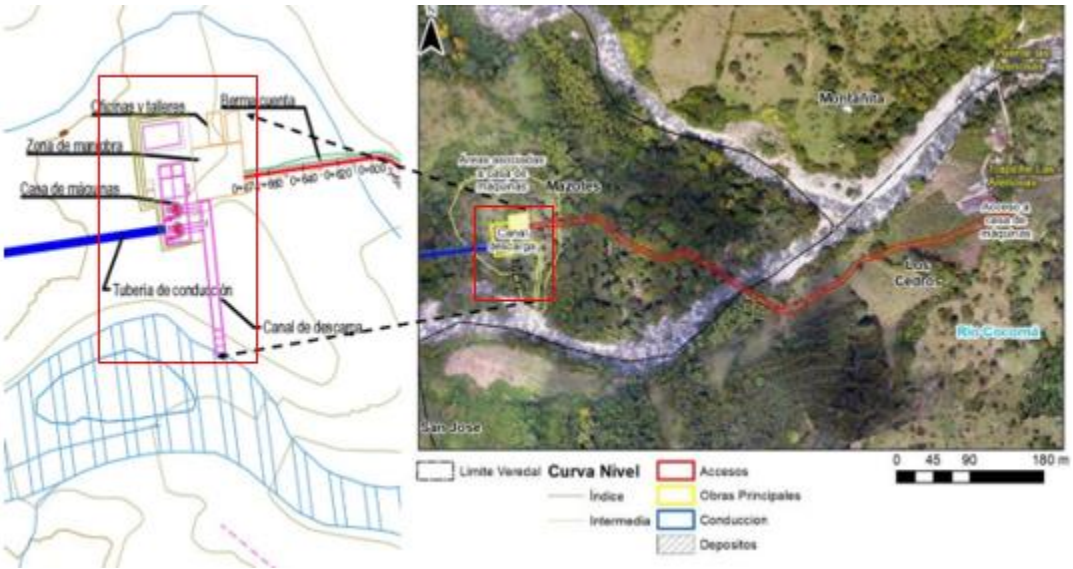



Figura 25. Vista en planta general de las obras de casa de máquinas.

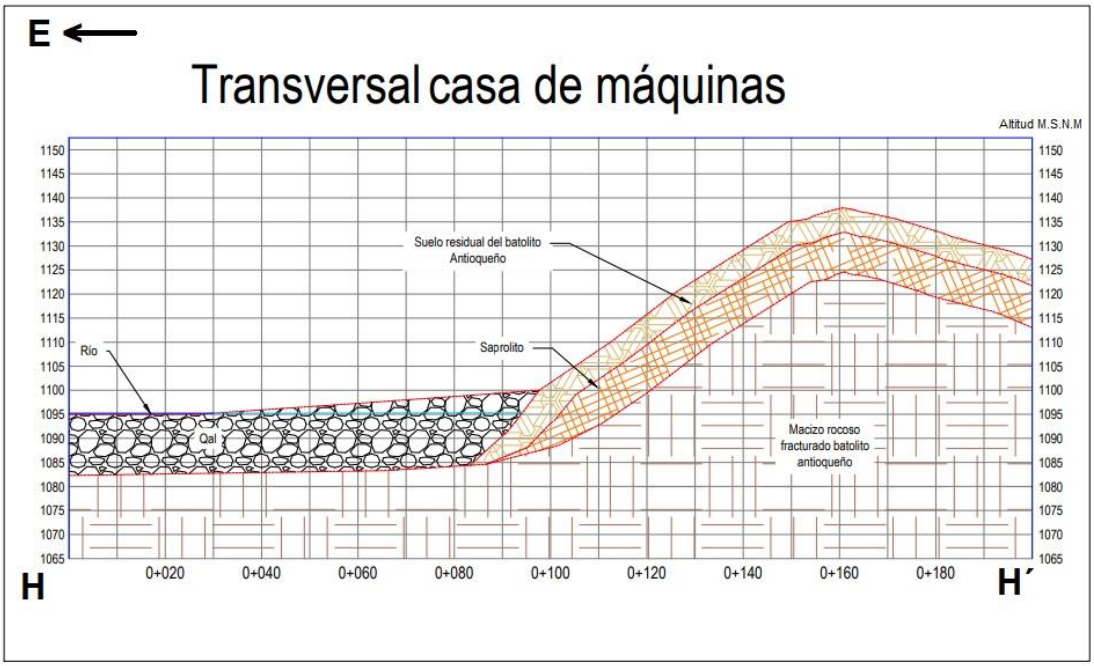



Figura 26. Perfil general de la casa de máquinas con el canal de descarga

La casa de máquinas cuenta con una excavación aproximada de máximo dos metros (2 m), se desarrollará sobre depósitos aluviotorrenciales de bloques de roca, arena y grava, aguas arriba de la confluencia de la quebrada la Chorrera y el río Cocorná (Figura 27)

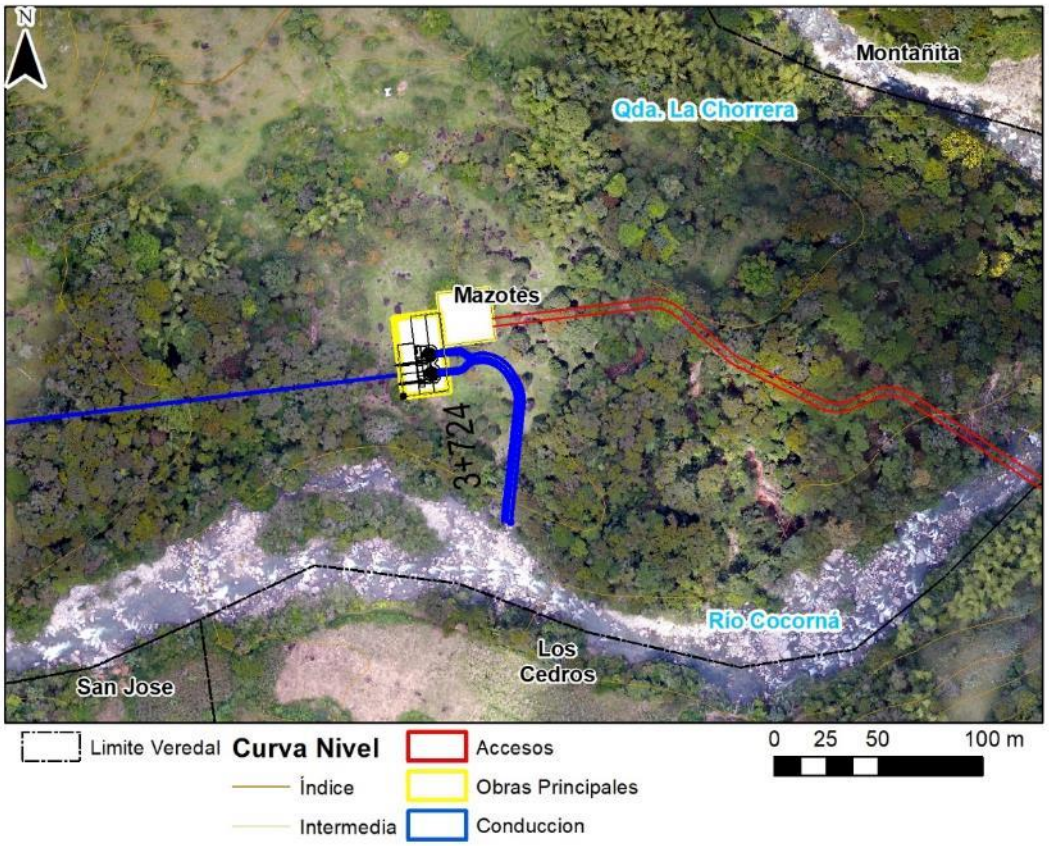



Figura 27. Ubicación de la casa de máquinas, vista sobre ortofoto.

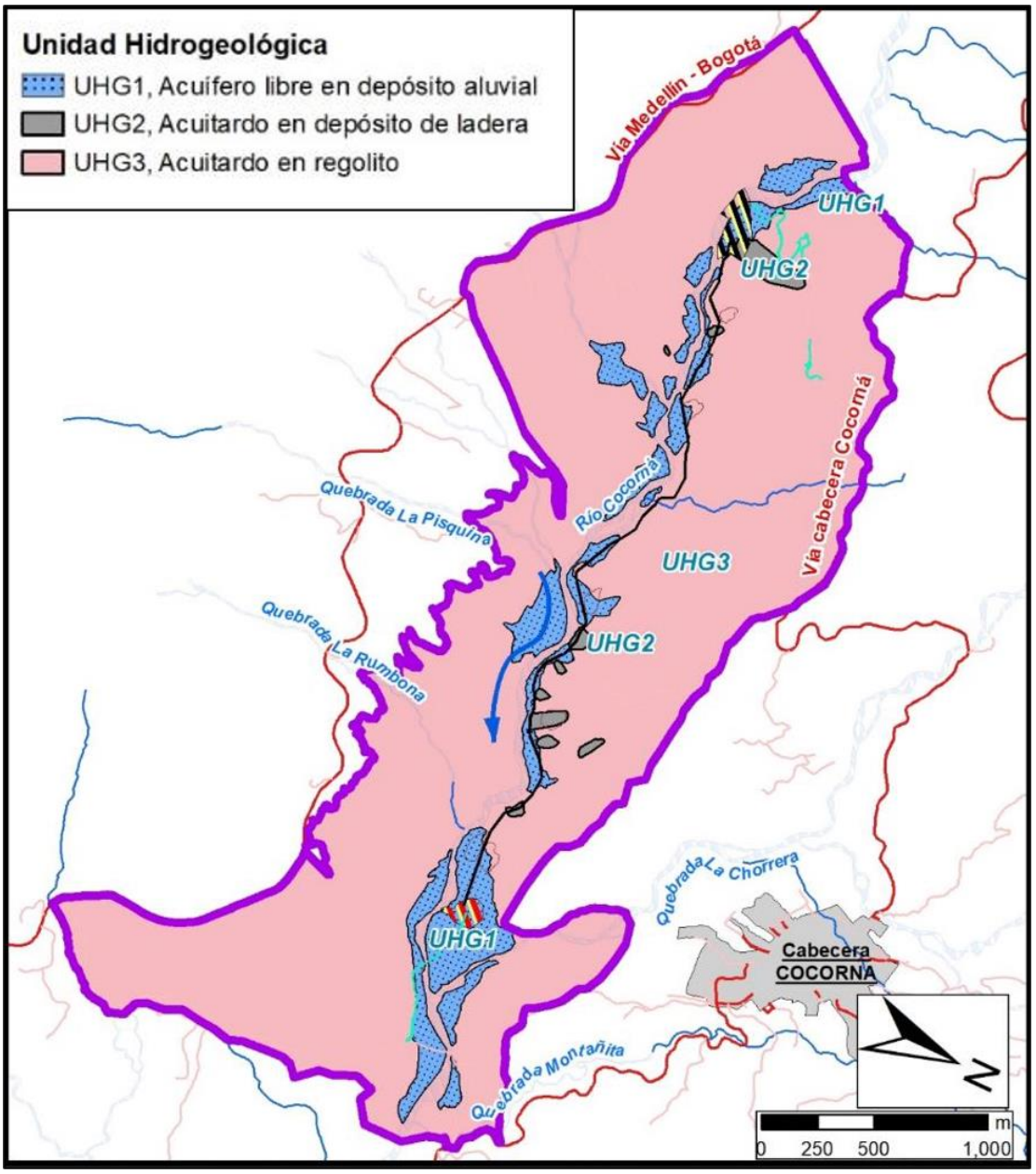



Figura 28. Unidades hidrogeológicas en la zona de construcción de la casa de máquinas.

El modelo geotécnico se define para la casa de máquinas con base en la campaña de exploración realizada en las visitas de campo, las condiciones estratigráficas, la caracterización geomecánica de los horizontes del suelo, obtenido a partir de dieciséis (16) sondeos eléctricos verticales, quince (15) apiques y tres (3) perforaciones.

La unidad geológica superficial donde se va a construir la casa de máquinas es un depósito de arena, gravas y bloques de roca, clasto soportadas y matriz soportada (Figura 2 y Foto 1), con diámetro menor a 1 m, semi-consolidado, con permeabilidades entre 10-2 a 10-4 m/s y con espesores superiores a los 10 m. La morfología de la terraza aluvial es de relieve quebrado, con pendiente que disminuye en dirección a la confluencia de la quebrada La Chorrera con el río Cocorná y finaliza con escarpes de hasta 5 metros de altura en el río Cocorná.

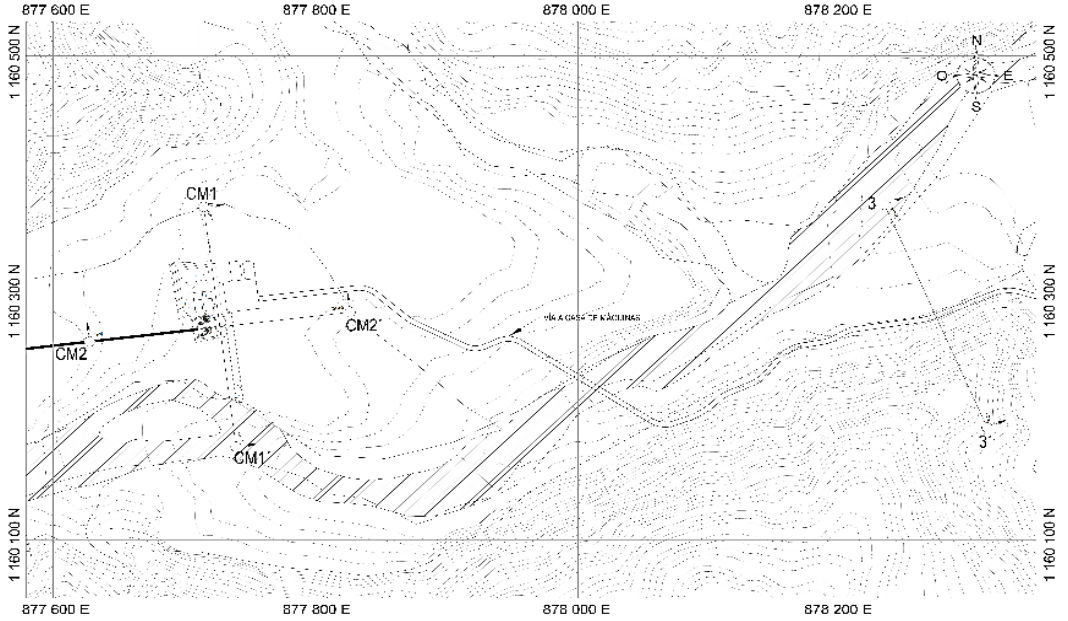



Figura 29. Localización en planta de Sección CM1 y CM2

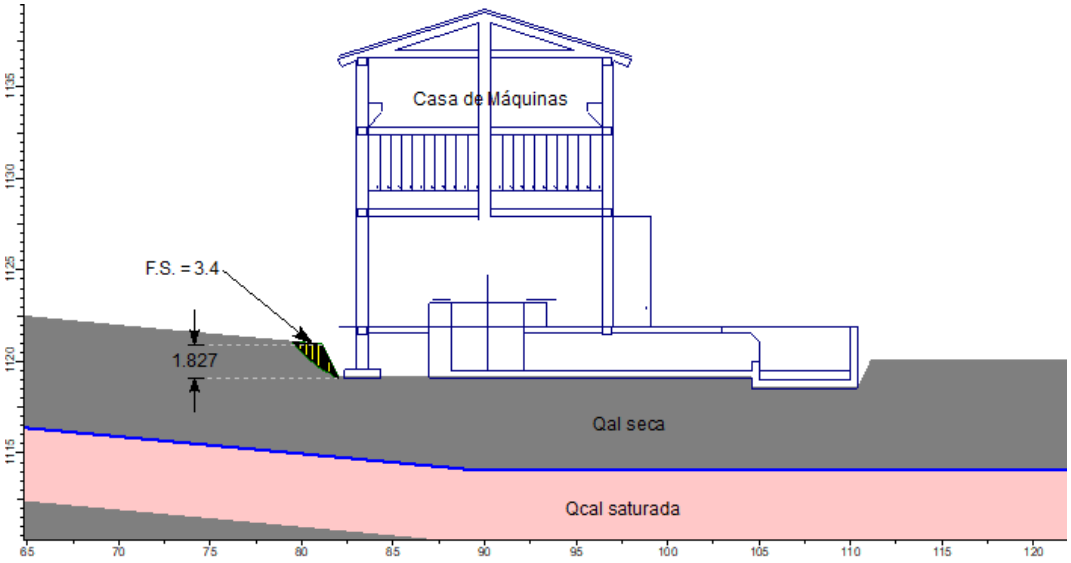



Figura 30. Perfil estratigráfico, Sección CM1.

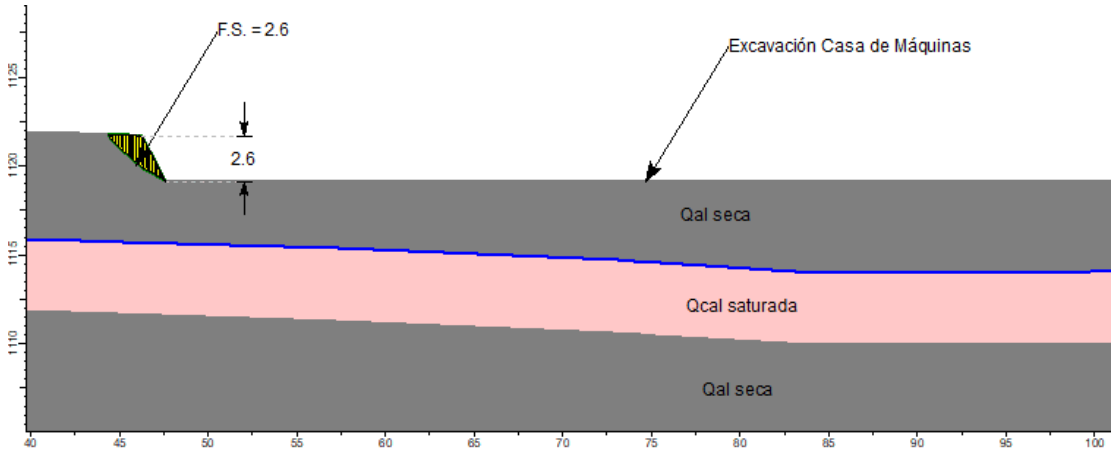



Figura 31. Perfil estratigráfico, Sección CM2.

En esta zona, la relación acuífero - río es un sistema donde el acuífero aporta recarga al río, y en otros puntos la quebrada y el río son quienes contribuyen con la infiltración de agua al acuífero, esta interacción depende en gran medida de la estacionalidad de las lluvias, granulometría del lecho del cauce, estructuras heredadas de la roca, entre otras. La quebrada La Chorrera tributa sus aguas en dirección SE por la margen izquierda del río Cocorná, depositando el material que arrastra en la confluencia de estos, y así mismo el flujo de agua subterránea va en dirección hacia estos dos afluentes hídricos.

El abatimiento del nivel freático o efecto dren se refiere al impacto causado en el acuífero por la extracción de agua para realizar la excavación y el desarrollo de la obra. Este efecto se combina con la construcción de los muros de la casa de máquina, que implica una obstrucción parcial del acuífero provocando una pérdida de recarga localizada en el nivel freático. Esto, depende de las condiciones de contorno de la construcción, que puede dar lugar a alteraciones temporales en el régimen natural de flujo de las aguas subterráneas, ascenso aguas arriba, y/o descenso aguas abajo de la obstrucción.

Este fenómeno se produce debido a que las obras subsuperficiales seccionan parcialmente el acuífero comportándose como un obstáculo al paso del agua subterránea. Ante esta situación, el agua modifica su dirección de flujo natural para bordear la obstrucción alterándose la superficie piezométrica natural del acuífero en torno a la estructura. El manejo de estos efectos es previsible, fácilmente cuantificable y se corrige mediante obras de paso de agua, estos diseños se realizan en la fase de estudios de detalle.

Para un desarrollo geotécnico adecuado de la casa de máquinas deberá ser revestida e impermeabilizada para prevenir cualquier alteración temporal durante la construcción, sin embargo, la obra subsuperficial para la construcción de la casa de máquinas, cuenta con excavaciones máximas de 2 m, dicha obra no genera impacto de abatimiento del nivel freático, efecto dren o el efecto causado en el acuífero por la extracción de agua para realizar la excavación,  ya que de acuerdo con la exploración

geotécnica realizada, sondeos eléctricos verticales, piezómetros y apiques, el nivel piezométrico en la zona donde se proyecta la construcción de la casa de máquinas se encuentra en la cota 1.116 m.s.n.m. 4 metros por debajo de la cota donde se proyecta la construcción de la casa de máquinas 1.120 m.s.n.m. Por tanto, no se genera alteración temporal del nivel freático en el acuífero sobre depósitos aluvioterroenciales, ni afecta los niveles de agua del río Cocorná, ni la quebrada La Chorrera. 4594 2504 1211 1085 06/22 655

En la zona de casa de máquinas los depósitos de bloques de roca, arena y grava presentan nivel freático de 5-6 m y se espera que con la excavación de la casa de máquinas (máximo 2 metros) no haya impacto, ni alteraciones al nivel freático, no se proyectan abatimientos, y los taludes de corte son de máximo 1,8 – 2, dichos taludes serán estabilizados con un adecuado sistema de drenajes (Figura 32) para evitar deslizamientos, levantamiento por subpresiones o rotura de fondo. Una vez se culmine la construcción el nivel freático retorna a su estado natural.

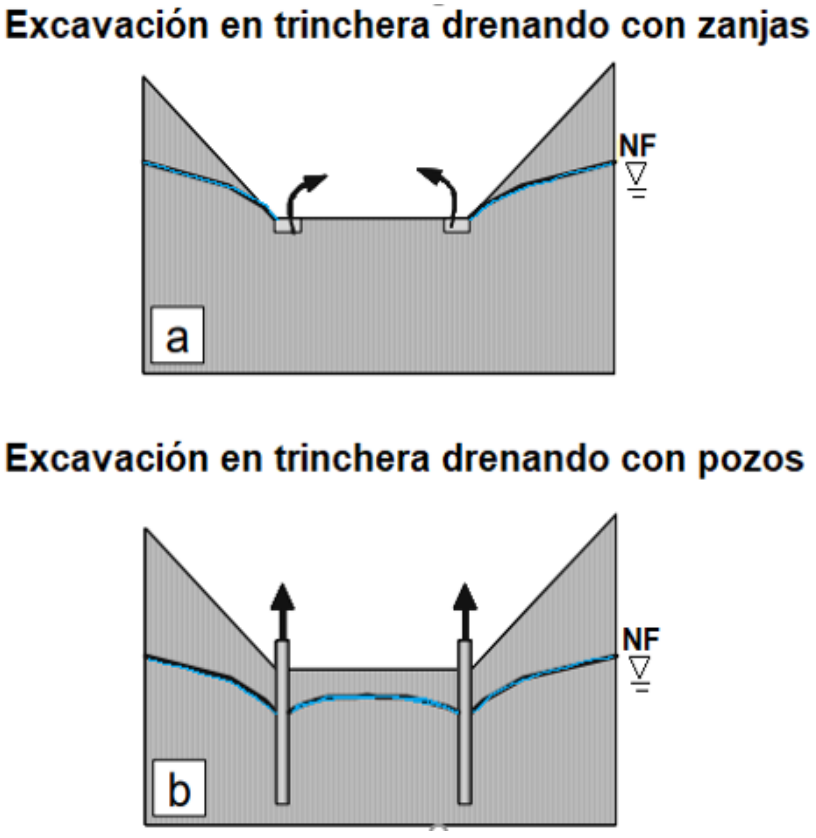



Figura 32. Esquema de drenaje para excavaciones

Fuente: Modificado a partir de Carrera & Vázquez-Suñé (2008)

A partir de los resultados de la exploración de campo realizada y de acuerdo con lo descrito hasta ahora, las obras correspondientes a la casa de máquinas se proyectan

sobre depósitos aluviotorrenciales del río Cocorná (Qal). En la Figura 29 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

El análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo de casa de máquinas, se obtiene un factor de seguridad de F.S = 3,4, el cual se considera que cumple para la obra

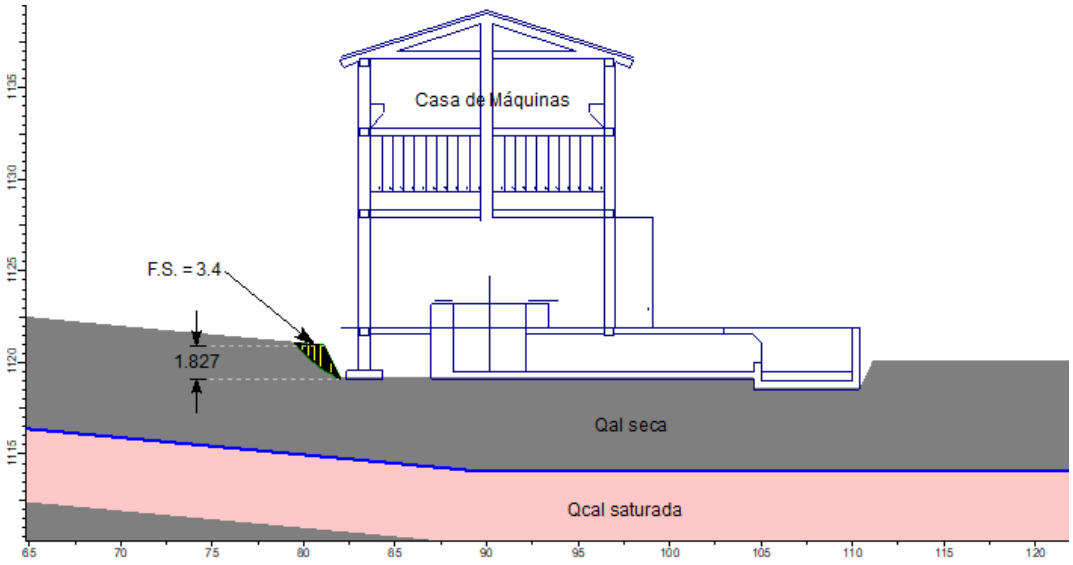



Figura 33. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas.

El análisis de estabilidad estático para la conformación del talud norte de casa de máquinas, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,6, el cual se considera que cumple para la obra.

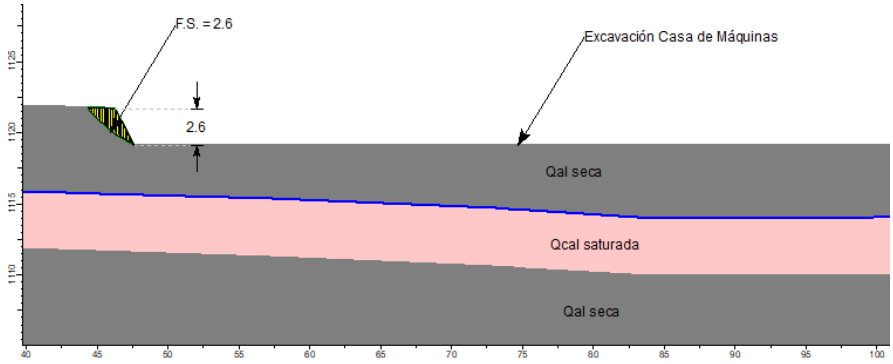



Figura 34. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1-CM1' – Casa de Máquinas.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, no se considera pertinente el análisis con las posibles variaciones del nivel freático y la dinámica del área subterránea en donde se construirá la casa de máquinas del proyecto.

**3.1.9**

Presentar la evaluación de vulnerabilidad intrínseca del acuífero a la contaminación en el área de influencia y el inventario de puntos de agua subterránea, anexando el Formularlo Único Nacional de Inventario de Aguas Subterráneas diligenciado para cada punto.

**Respuesta:**

**Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos**

La vulnerabilidad de los acuíferos representa las características intrínsecas que determinan la sensibilidad de varias partes de un acuífero a ser afectado adversamente por un contaminante (Foster, 1987 en Vargas, 2010).

Para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas existen varias metodologías, la selección y aplicación de cualquiera de ellas dependerá de la información existente y la utilidad de dicha evaluación. En este caso, se emplean los métodos paramétricos: GOD; donde cada parámetro está dividido en clases a las que se atribuye una puntuación (Vargas, 2010).

El grado de vulnerabilidad es una medida cualitativa y subjetiva, cuyo resultado depende del método, la calidad y la cantidad de información utilizada.

**Método GOD**

El sistema GOD (propuesto por Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988; en Vargas, 2010), es aplicable a áreas de trabajo con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de la información (Vargas, 2010). El método considera dos factores básicos, el grado de inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada y la capacidad de atenuación de los estratos suprayacentes a la zona saturada del acuífero. Estos factores no son directamente medibles y dependen a su vez de la combinación de distintos parámetros (grado de confinamiento; nivel freático; humedad de la zona no saturada; conductividad hidráulica, granulometría, fracturamiento y mineralogía de la zona no saturada o capas confinantes) (Banco Mundial, 2003).

Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, descritos a continuación (Vargas, 2010).

G (Groundwater occurrence) – Índice de confinamiento: corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede

variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia de acuíferos (evaluado con índice 0) y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1), pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados (Vargas, 2010).

O (Overall aquifer class) – Sustrato litológico: corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes, en términos de grado de consolidación y litología. Los índices más bajos (0,4) corresponden a los materiales no consolidados, mientras que los más altos (0,9 – 1,0) corresponden a rocas compactas fracturadas o karstificadas (Vargas, 2010).

D (Depth) – Profundidad del nivel freático: se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0,6) corresponden a acuíferos libres con profundidad mayor a 50 m; mientras que los índices altos (1,0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran en medios fracturados. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural (Vargas, 2010).

La vulnerabilidad se calcula como el producto de estos parámetros, índice de vulnerabilidad = G*O*D.

Cada uno de los factores posee valores entre cero y uno, entre mayor es el valor, más desfavorable es la condición, la clasificación se hace a partir de la Figura 35. Este método solo asigna un peso indirecto a las variables a través de sus valores.

Los resultados del cálculo del índice de vulnerabilidad pueden variar entre 0 y 1, obteniendo las categorías de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, como se observa en Tabla 2.

Tabla 2. Valoración de la vulnerabilidad con el método GOD.

| Grado | Vulnerabilidad |
|---|---|
| Muy bajo | 0 – 0,1 |
| Bajo | 0,1 – 0,3 |
| Moderado | 0,3 – 0,5 |
| Alto | 0,5 – 0,7 |
| Muy alto | 0,7 - 1 |

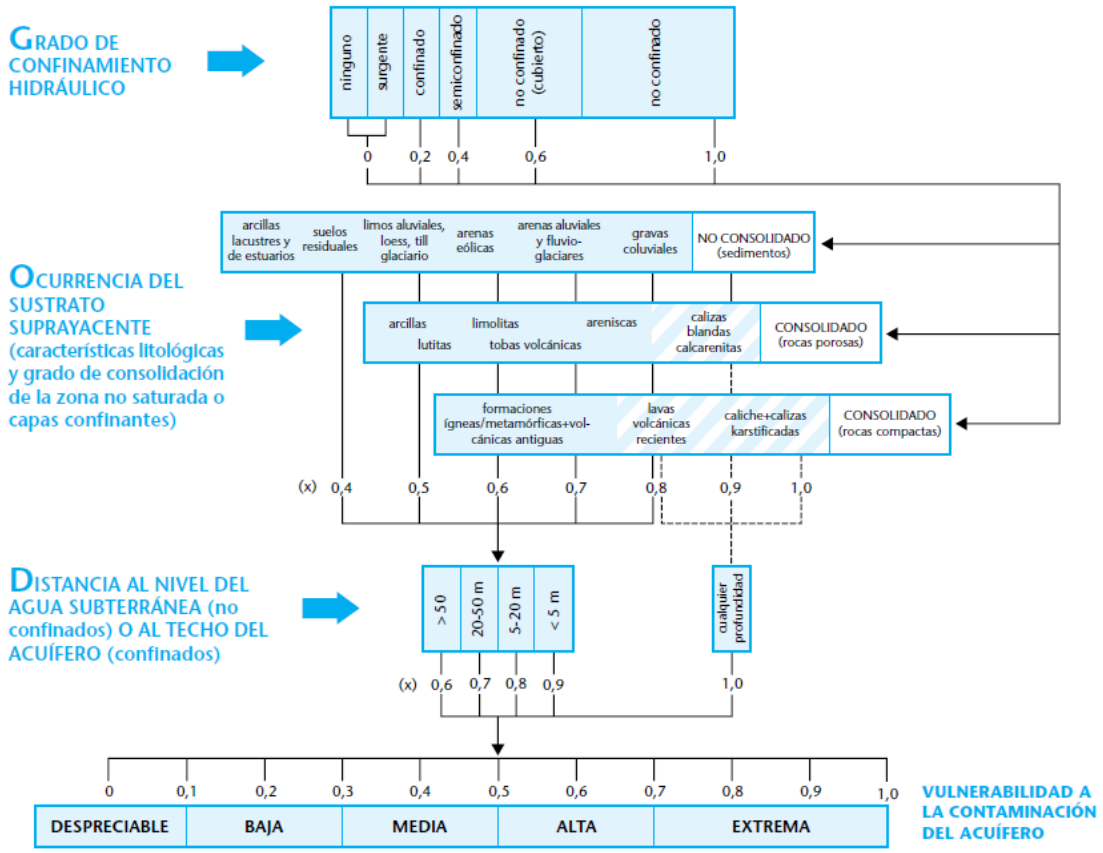



Figura 35. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca.

Fuente: Tomado de Banco Mundial (2003).

Para hallar el índice GOD de la zona de estudio, considerando la información existente y su distribución, se evalúan los parámetros de acuerdo con las unidades geológicas e hidrogeológicas definidas, como se describe a continuación.

G – Índice de confinamiento: Las unidades hidrogeológicas 1, 2 se definieron como unidades no confinadas ni cubiertas por lo que se les asigna un valor de 1, mientras que la UHG-3 considerada como acuitardo, se encuentra cubierta por la UHG-2 por lo tanto se le asigna un peso de 0,6. En cuanto, a las unidades hidrogeológicas acuitardo 4 (UHG-4), tienen un valor de cero para este parámetro.

O – Sustrato litológico: este parámetro corresponde a las características y consolidación de la zona no saturada, así que su clasificación se hace considerando la litología y las texturas de suelo de cada unidad hidrogeológica. Así que, la unidad hidrogeológica 2 (UHG-2), y la UHG-3 (acuitardo en regolito) la cual suprayace UHG-4 (acuitardo en roca) se le otorga un peso de 0,4, ya que corresponde al suelo residual y saprolito desarrollado sobre el material rocoso de la zona, mientras que las unidades hidrogeológicas acuitardo UHG-4 (acuitardo en roca) tienen un peso de 0,6 el cual corresponde a formaciones ígneas antiguas para materiales compactos consolidados

y a suelos limo arenosos, materiales porosos consolidados, pero la gran mayoría de veces suelen estar cubiertos por UHG-2. Mientras que, para las UHG-1 se les asigna un peso de 0,5 por ser depósitos aluviales.

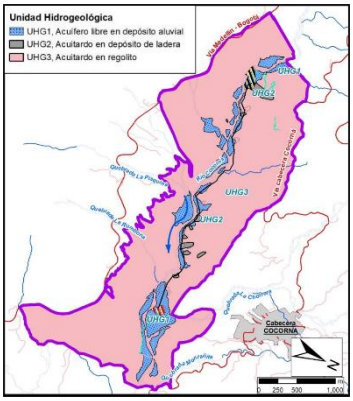
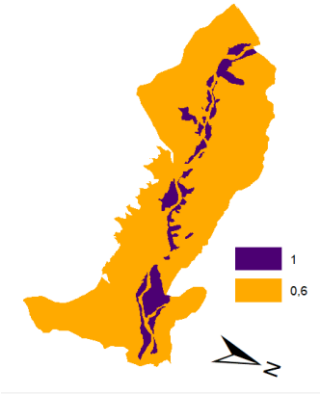
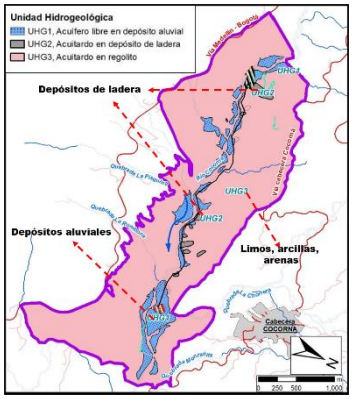
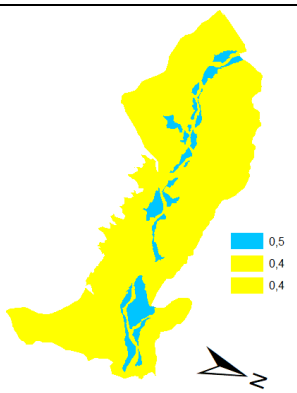
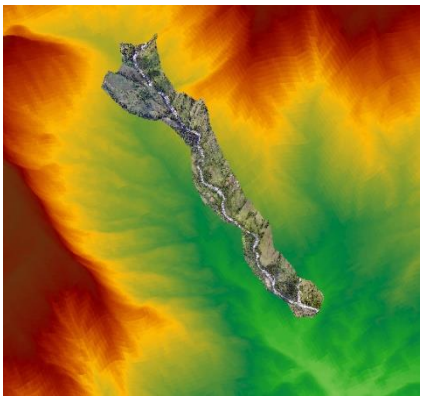
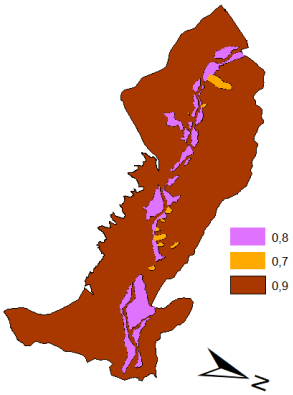
D – Profundidad del nivel freático: este parámetro se obtuvo a partir de la reclasificación de las mediciones a través de geo eléctrica, perforaciones y apiques

Tabla 3. Parámetros del método GOD definido para la zona de estudio.

| Unidad Hidrogeológica | Descripción geológica | Grado de Confinamiento Hidráulico (G) | Ocurrencia del Sustrato Suprayacente (O) | Distancia al Nivel del agua subterránea (D) | Resultado (G*O*D) | Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UHG1 | Acuíferos libres en depósitos aluviales | No confinado | Suelo residual | 6 – 25 m | 0,45 | Moderada |
| UHG2 | Acuitardo en depósitos de ladera | No confinado | Suelo residual | 4 – 25 m | 0,32 | Moderada |
| UHG3 | Acuitardo en regolito | No confinado-(Cubierto) | Suelo residual | 3 -30 m | 0,17 | Baja |
| UHG4 | Acuitardo en roca fracturada | Ninguno | Suelo residual | > 40 m | 0 | Despreciable |

Después de asignar un valor a estos elementos, se realiza un álgebra de mapas como indica la metodología (índice de vulnerabilidad = G*O*D); el resultado final se puede ver que las unidades hidrogeológicas 1 y 2 tienen vulnerabilidad moderada a la contaminación, mientras que las demás unidades hidrogeológicas (UHG3, UHG4) presentan una vulnerabilidad baja y despreciable según la metodología GOD.

Tabla 4. Parámetros vulnerabilidad método GOD.

| | | |
|---|---|---|
| G - Índice de confinamiento | **Tipo de acuíferos** | **Parámetro G** |
| |  |  |
| O - Sustrato litológico | **Litología de la zona no saturada** | **Parámetro O** |
| |  |  |
| D - Profundidad del nivel freático | **Isopiezas** | **Parámetro D** |
| |  |  |

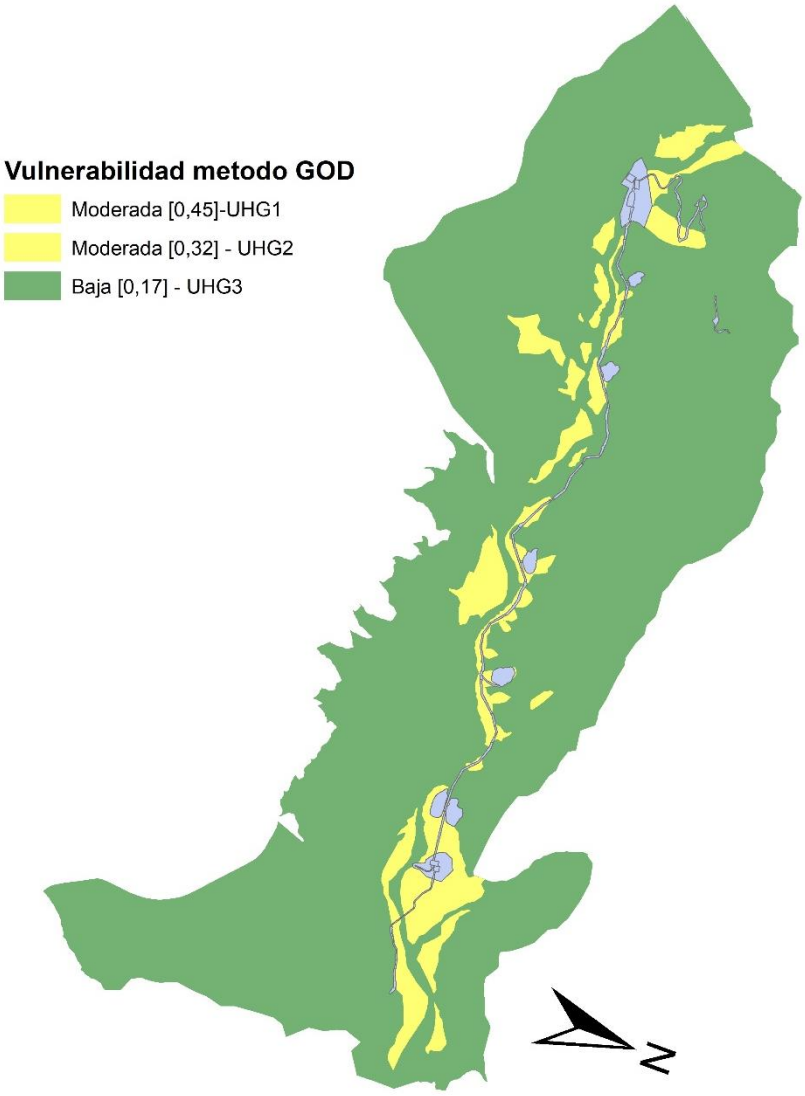



Figura 36. Vulnerabilidad a la contaminación de acuífero en la zona de estudio, metodología GOD.

De acuerdo con los resultados de la metodología GOD, se tiene que la vulnerabilidad es moderada a baja para la mayor parte de la zona de estudio, que corresponde a la unidad de depósitos aluviales (UHG-1) y los depósitos de ladera (UHG-2).

En la Figura 36 se observa que las unidades hidrogeológicas 3 y 4, compuestas por regolito de rocas ígneas y roca fracturada que presentan una vulnerabilidad baja y despreciable con valores de 0,2 y 0,1 respectivamente. Esto debido a que dichas unidades tienen una permeabilidad muy baja y el almacenamiento de agua es limitado, además su zona vadosa o la capa suprayacente es suelo residual, que está compuesto por materiales arcillo- arenosos que atenúan las cargas contaminantes

hacia las zonas más profundas, protegiendo en cierta medida la zona en donde se transmite agua.

La unidad hidrogeológica 1 y 2, presenta una vulnerabilidad a la contaminación moderada, debido a que los materiales que conforman la zona vadosa son más permeables y en esta se han evidenciado la mayoría de afloramientos de agua, indicando la existencia de infiltración del agua, que en algunos casos favorece paso y la absorción de cargas contaminantes hacia el medio, además de que no es medio confinado y está expuesto en superficie.

Esta metodología considera tres parámetros y se aplica en zonas donde la información de niveles de agua en el subsuelo es muy limitada, por lo tanto, debe ser interpretada adecuadamente, ya que es posible que, teniendo una densidad importante de datos de niveles en cada unidad, estos resultados cambien y la vulnerabilidad a la contaminación aumente en las unidades hidrogeológicas.

Además, se debe tener en cuenta que las unidades hidrogeológicas fueron definidas con la información caracterizada en campo, sondeos eléctricos verticales, perforaciones y apiques, y con base en información que está concentrada en el área de estudio del proyecto, lo cual también puede hacer que se esté sobre o subestimando la capacidad de almacenamiento de algunas unidades y por ende la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación.

En la zona de estudio no existen unidades hidrogeológicas que presenten vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos alta, únicamente la unidad hidrogeológica 1 y 2, presenta vulnerabilidad intrínseca moderada, por ser la unidad más superficial y permeable, el resto de las unidades que son las que predominan en la zona de estudio, tienen una vulnerabilidad despreciable y baja.

La zona de estudio no se caracteriza por su potencial hidrogeológico, no se encontró información sobre jaguey, pozos, aljibes, de igual manera no se reporta el uso de agua subterránea en ninguna actividad doméstica, agrícola o industrial de la zona. No se reportan usuarios de agua subterránea en el área de influencia.

**Inventario de puntos de agua**

En los puntos donde el nivel freático logra interceptar la superficie del terreno se caracterizaron estos afloramientos de agua. La identificación y selección de dichos puntos se realizó en 3 etapas, pre-campo, donde a partir de la información de la red hidrológica del IGAC. Se pre identificaron los posibles afloramientos y se seleccionó una malla de muestreo sujeta a verificación en campo.

La etapa de campo, donde se realizaron recorridos por la infraestructura proyectada, se identificaron las unidades hidrogeológicas y se instalaron 3 piezómetros para la medición de niveles de agua.

Para el levantamiento de puntos de agua subterránea se utilizó el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea - Formato Funias desarrollado por el IDEAM, INGEOMINAS y MAVDT. (Anexo 5.1 Caracterización Abiótica 5.1.1. Geología, geotecnia, hidrogeología). Donde se describe las características físicas e hidrogeológicas del manantial, como el tipo y clasificación del mismo y la roca asociada. Este tipo de inventario permite evaluar la disponibilidad del recurso subterráneo, para tener una visión global de las características y del comportamiento de las diferentes unidades geológicas potencialmente acuíferas.

Dentro del área de estudio fue posible identificar un total de 3 puntos de agua (ver Figura 37) los cuales fueron registrados utilizando equipos de posicionamiento satelital (GPS). Para cada uno de estos fue posible hacer un análisis al entorno geomorfológico y geológico del área donde se encuentra el punto de agua.

Con la información levantada del inventario de puntos de agua se generó una base de datos en Excel, la cual contiene información con la fecha del levantamiento del punto de agua, el código, coordenadas, topografía, geoforma, litología, tipo de punto de agua, permanencia, descripción del acceso, color, apariencia y olor observados, obras complementarias, donde se encuentra el punto de agua y registro fotográfico.

Tabla 5. Puntos hidrogeológicos.

| Vereda | Nombre | ID | Geología | Ubicación | Profundidad (m) | Nivel piezométrico (m.s.n.m) | Condición | Propósito | Cota |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Los Cedros | Piezómetro 3 | Pz3 | Depósito Aluvial | Trapiche Las Arenosas | 2 | 1.110 | Inactivo | Exploratorio | 1.112 |
| San José | Piezómetro 2 | Pz2 | Suelo residual de Batolito Antioqueño | Potrero cerca de la Autopista Medellín-Bogotá | 11,45 | 1.351 | Inactivo | Exploratorio | 1.362 |
| El Tesoro | Piezómetro 1 | Pz1 | Depósito Aluvial | Potrero cerca del río Cocorná, Hacienda el Tesoro | 6,27 | 1.325 | Inactivo | Exploratorio | 1.332 |

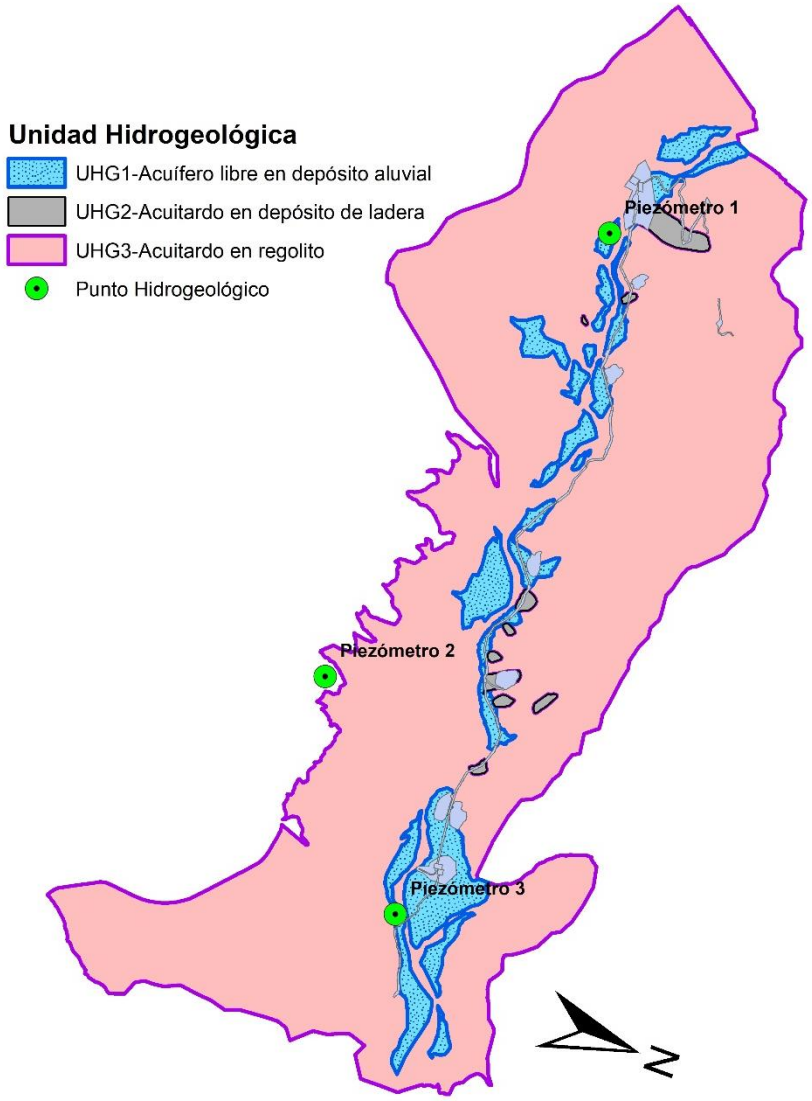



Figura 37. Mapa de inventario de puntos de agua para la zona de estudio

### 3.1.10 Atmósfera (3.1.8.)

Allegar la información relacionada con olores ofensivos. Se debe realizar una caracterización en el área de influencia del proyecto en la que se identifiquen y georreferencien: 1) fuentes de generación de olores ofensivos existentes incluyendo una descripción de la actividad que las emite. 2) cercanía del proyecto con centros

poblados. Se debe incluir información sobre la existencia de conflictos por presencia de olores ofensivos en el área de influencia del proyecto y la cuantificación de niveles de olores ofensivos que podrán ser obtenidos a partir de mediciones directas o con el uso de factores de emisión y modelación. Esta información se puede allegar a la Corporación antes de iniciar la fase constructiva.

**Respuesta:**

La caracterización de olores ofensivos fue llevada a cabo en varios pasos; inicialmente se realizó una identificación de las fuentes generadoras de olores potencialmente ofensivos, a partir de información secundaria (etapa pre-campo) que posteriormente fueron contrastadas con las visitas a campo realizadas.

En las etapas pre-campo y campo no fueron identificadas fuentes de generación de olores ofensivos, dada la ausencia de industrias que en su respectivo proceso productivo se emita, directa o indirectamente, algún tipo de olor ofensivo. En el área de estudio el suelo es usado mayormente para fines agrícolas y en menor medida ganadería, actividades en las que no se generan olores potencialmente ofensivos.

En lo que respecta a las emisiones de olores ofensivos asociadas al Proyecto, se tiene que normalmente la generación de olores ofensivos en centrales hidroeléctricas se relaciona con el embalsamiento del agua, en el que las bajas velocidades y la poca penetración de la luz solar en el cuerpo de agua, reducen la mezcla entre las aguas del fondo y de la superficie, ocasionando una estratificación térmica y reduciendo el oxígeno disuelto en el fondo del embalse. Esto en conjunto con la biomasa presente en el fondo (vegetación en zonas inundadas o arrastrada y depositada por el río como sedimento), generaría una descomposición anaeróbica de la materias orgánica, produciendo gas de sulfuro de hidrógeno ($H_2S$), catalogado como sustancia generadora de olores ofensivos (Tang et al., 2012; von Sperling, 2012; World Bank, 2018). No obstante, en el Proyecto no se generarían olores debido a que la captación se realizará a filo de agua (sin embalsamiento), por lo que, con la ausencia de embalse, no se ocasionarían alteraciones en la calidad del agua relacionadas con la eutrofización y generación de olores ofensivos a la atmósfera (Carrasco et al., 2019; World Bank, 2018).

## 3.2 MEDIO BIOTICO

### 3.2.1

Flora

3.2.1.1

La información recolectada en la caracterización para orquídeas y bromelias terrestres deberá evaluarse en términos de diversidad, además se deberá presentar el cálculo de la representatividad del muestreo.

**Respuesta:**

A continuación, se presenta la caracterización de orquídeas y bromelias de hábito terrestre en términos de su diversidad, estructura y representatividad de los muestreos, la información está soportada en bases de datos con sus respectivos procesos y memorias de cálculos.

Para caracterizar las poblaciones de orquídeas y bromelias terrestres, se realizó un muestreo al azar y estratificado por coberturas, con parcelas de un metro cuadrado ($1m^2$) dentro de las cuales se realizó un conteo al 100% de los individuos vasculares dentro del cuadrante.

Este muestreo se ajustó a lo propuesto en el numeral Fase de campo, descrito en la metodología para la caracterización de especies de flora en veda, adjunto a la circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el cual indican que para los grupos biológicos denominados otros sustratos (rupícolas y terrestres) de plantas vasculares, se deben establecer un mínimo de seis (6) parcelas de 1 x 1 m de cada cobertura en el área de intervención.

De esta manera, para las coberturas de bosques de galería y/o riparios, cultivos permanentes herbáceos y vegetación secundaria o en transición se establecieron seis (6) parcelas en cada una, y para la cobertura de pastos arbolados siete (7). Ver la Tabla 6.

Tabla 6 Distribución de los muestreos para los grupos en veda nacional en las diferentes coberturas de la tierra en proyecto Cocorná 3

| Cobertura terrestre | Nro. Parcelas de 1 x 1m para BOT y BLOS |
|---|---|
| Bosque de galería y/o ripario | 6 |
| Cultivos permanentes herbáceos | 6 |
| Pastos arbolados | 7 |
| Vegetación secundaria o en transición | 6 |
| Total general | 25 |

**Composición de la comunidad**

Como resultado de la evaluación de las parcelas establecidas para caracterizar la vegetación terrestre en veda del área de intervención del proyecto, se registraron seis (6) individuos de cinco (5) especies distintas de Orquídeas y bromelias terrestres, en las coberturas de bosque de galería, cultivos permanentes herbáceos y vegetación secundaria o en transición (Ver Tabla 7). En los pastos limpios no se registraron individuos de esta comunidad vegetal.

Tabla 7 Localización de los individuos de orquídeas y bromelias terrestres en el área de intervención del proyecto

| Cobertura | Ubicación | Especie |
|---|---|---|
| Bosque de galería y/o ripario | BOT-6 | *Neomoorea wallisii* |
| Cultivos permanentes herbáceos | BOT-34 | *Tillandsia fendleri* |
| Vegetación secundaria o en transición | BOT-16 | *Epidendrum sp.2* |
| | | *Scaphyglottis longicaulis* |
| | BOT-18 | *Bromeliaceae* |
| | | *Tillandsia fendleri* |

En el archivo BD_ Orquídeas y bromelias terrestres.xlsx anexado en la carpeta **"10.2 planes y programas flora"** se presenta esta información. En la Tabla 8 se encuentran consignadas las especies y su abundancia.

Tabla 8 Especies de bromelias y orquídeas terrestres en el área de intervención del proyecto

| Familia | Especie | Abundancia de individuos |
|---|---|---|
| Bromeliaceae | *Bromeliaceae* | 1 |
| | *Tillandsia fendleri* | 2 |
| Orchidaceae | *Epidendrum sp.2* | 1 |
| | *Neomoorea wallisii* | 1 |
| | *Scaphyglottis longicaulis* | 1 |
| Total | | 6 |

**Diversidad**

Para el área de intervención y en la cobertura de bosque de galería y/o ripario al registrar una sola especie de orquídea (*Neomoorea wallisii*), y en la cobertura de cultivos permanentes herbáceos al registrar una sola especie de bromelia (*Tillandsia fendleri*), se obtuvieron valores de diversidad en cero y dominancia de uno (1). Para la vegetación secundaria o en transición, aunque la diversidad aumentó, al registrarse 4 diferentes especies, con igual abundancia, se considera que este valor sigue siendo bajo y la dominancia alta (ver Tabla 9)

Tabla 9 Índices de diversidad de especies de bromelias y orquídeas terrestres presentes en el área de intervención del proyecto

| Cobertura | Riqueza | Individuos | Dominancia (D) | Simpson (1-D) | Shannon (H´) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bosque de galería y/o ripario | 1 | 1 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cultivos permanentes herbáceos | 1 | 1 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vegetación secundaria o en transición | 4 | 4 | 0,25 | 0,75 | 1,39 |

**Representatividad del muestreo de orquídeas y bromelias terrestres**

Para abordar el análisis de la representatividad del muestreo, se realizó un análisis conjunto con los registros de orquídeas y bromelias terrestres, presentes en todas las coberturas evaluadas en el área de intervención del proyecto; esto dado a que en la cobertura de pastos no hubo registros y para los bosques de galería y/o riparios y en las áreas de cultivos permanentes herbáceos sólo se registró una especie con un individuo.

Se destaca que la presencia de este grupo de plantas, está altamente influenciado por el tipo de hábitat donde se desarrolla. En general, las orquídeas y bromelias terrestres, en zonas tropicales, tienden a ocupar nichos en los estratos bajos. Estas comunidades son pocos abundantes en áreas intervenidas o antropizadas (p. ej.: pastos y zonas de cultivos), puesto que suelen ser más sensibles en la etapa de germinación que es cuando necesitan condiciones especiales para poder sobrevivir, como la presencia de hojarasca y una alta humedad relativa (Chaparro, 2018)[1].

En particular, en el área de intervención del proyecto, se evidencian procesos de intervención antrópica en todas las coberturas, inclusive en las áreas naturales de bosques y vegetación secundaria o en transición, lo que podría sugerir la baja riqueza y abundancia de este grupo de plantas.

El análisis de los resultados del muestreo frente a los distintos estimadores de riqueza, indican que el muestreo de epífitas vasculares es representativo para las coberturas caracterizadas, exhibiendo una representatividad del 80% para el indicador Bootstrap (Ver Tabla 10 y Figura 38).

Tabla 10. Representatividad del muestreo de epífitas vasculares

| **Riqueza de especies** | | | **Representatividad (%)** |
|---|---|---|---|
| Muestreo | Estimador | | |
| 5 | Bootstrap | 6,32 | 80,0 |

[1] Chaparro Sierra, O. S. (2018). Estructura de la comunidad de orquídeas Orchidaceae en tres coberturas vegetales en un ecosistema Altoandino, Boyacá, Colombia.

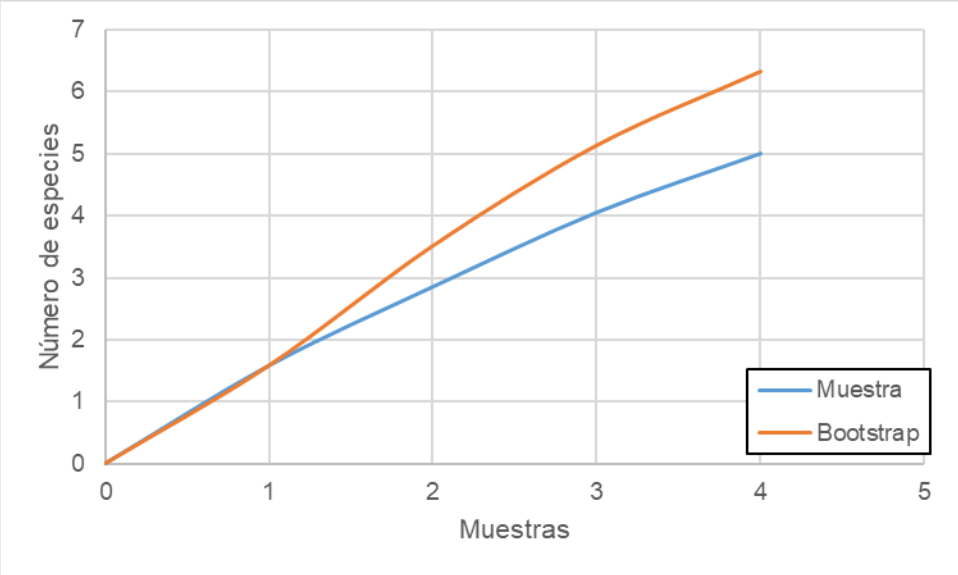



Figura 38. Curvas de acumulación de especies para orquídeas y bromelias terrestres

Fauna

3.2.1.2

Presentar un mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo, donde se evidencien los puntos de muestreo de fauna a escala de trabajo o captura 1:25.000 y de presentación 1:50.000 o más detallada.

**Respuesta:**

Se presentan los mapas ***"MAPA MUESTREO DE FAUNA SOBRE COBERTURAS TERRESTRES.pdf"*** y ***"MAPA MUESTREO DE FAUNA SOBRE USOS DEL SUELO.pdf"*** adjuntados en el directorio de anexos dentro de la carpeta **"5.2_CARACT_BIOTICA".**

3.2.1.3

Antes del inicio de fase constructiva, se deberá cumplir con lo planteado en el PMA y realizar un muestreo para los grupos faunísticos (herpetos, aves y mamíferos) para actualizar la línea base, ya que los datos presentados tienen más de 2 años de antigüedad respecto al EIA presentado.

**Respuesta:**

De acuerdo a lo planteado en el PMS-MB-04 “Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna” se especifica que el primer muestreo del monitoreo de fauna terrestre, se realizará antes de comenzar las labores constructivas (pag 427), con lo cual se da respuesta al presente requerimiento.

**Ecosistemas acuáticos continentales**

3.2.1.4

Se deberá aclarar la fecha del monitoreo en septiembre para macroinvertebrados acuáticos ya que en la tabla 5-74 se rotula para el año 2019, pero en los análisis se rotula para el año 2018.

**Respuesta:**

Debido a un error de digitación en la tabla 5-74 quedó registrada como una de las fechas de muestreo “septiembre de 2019”, siendo éste el único ítem del informe donde se cometió dicho error. Se aclara que los muestreos de los organismos hidrobiológicos fueron realizados en noviembre de 2015, septiembre de 2019 y enero de 2022.

3.2.1.5

Allegar análisis de relación Talla-peso para ictiofauna de los individuos del género Astroblepus.

**Respuesta**:

Los individuos capturados del género *Astroblepus* registraron un rango de tallas de 24,8-105 mm, con un promedio de 51,79 mm de Longitud estándar (LE). El peso varió entre 0,30-21,3 g (promedio 4,9 g). La relación talla-peso indica un crecimiento alométrico negativo (b=2,7028), es decir que los individuos capturados de esta especie eran jóvenes, dado que estaban aumentando más en talla que en peso. El coeficiente de relación (R2) para esta especie es mayor al 94 % lo que sugiere que los datos son apropiados para explicar la información obtenida.

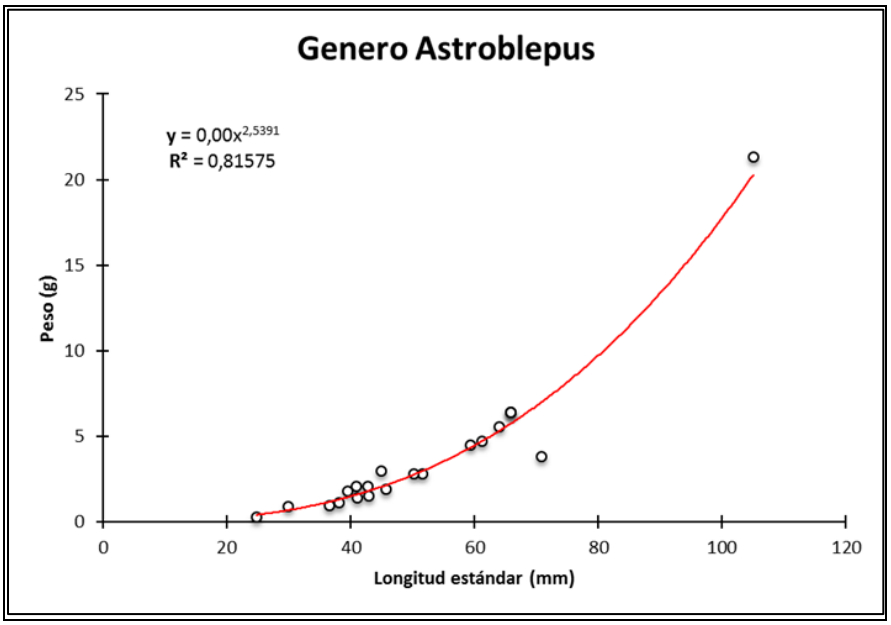



Figura 39. Relación longitud peso para el género *Astroblepus* presente en el río Cocorná, área de influencia de PCH Cocorná III.

3.2.1.6

Antes del inicio de fase constructiva, se deberá cumplir con lo planteado en el PMA y realizar un nuevo monitoreo hidrobiológico (perifiton, macroinvertebrados y peces) que evidencie el comportamiento y composición de la hidrobiota en temporada lluviosa ya que el monitoreo presentado para esta época presenta más de 2 años de antigüedad respecto al EIA en mención. Cabe destacar que los sitios de muestreo deberán corresponder con los sitios donde se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua.

**Respuesta**:

De acuerdo a lo planteado en el PMS-MB-06 “Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas” se especifica que las etapas del proyecto donde se realizará el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas se realizarán desde la fase previa (página 437 del Capítulo 10). Sin embargo, se aclara para la actividad Monitoreo de las comunidades hidrobiológicas que se debe hacer muestreos previos a las actividades constructivas en dos épocas climáticas contrastantes, quedando el ítem de la siguiente manera:

| Actividades |
| --- |
| **• Monitoreo de las comunidades hidrobiológicas:**<br><br>El monitoreo de las comunidades hidrobiológicas se realizará a partir del muestreo del ficoperifiton, macroinvertebrados acuáticos y peces, en cada uno de los sitios definidos para el muestreo de calidad del agua. Los muestreos de la fase previa deben realizarse antes del inicio de la construcción en dos épocas climáticas contrastantes, en los mismos sitios de monitoreo de calidad del agua, escogiendo aquellos que sean representativos para la zona del proyecto (captación, tramo medio y descarga).<br><br>Respecto a la colecta de los mismos, se emplearán metodologías basadas en las propuestas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MINAMBIENTE – ANLA, 2018), en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, y que deberán ser estandarizadas y ajustadas a las características de las corrientes objeto de estudio y lo autorizado de acuerdo al permiso de recolección de especímenes del presentado en el capítulo de demanda. |

3.2.1.7

Presentar cadena de custodia de los muestreos hidrobiológicos realizados en los diferentes años.

**Respuesta:**

Las cadenas de custodia de los muestreos hidrobiológicos se presentan en el Anexo 5.2 Caracterización Biótica en la carpeta *Formatos de campo Coc3* y el archivo *Cocorna III_ Formatos de campo Hidrobiologicos.pdf.*

3.2.1.8

Presentar un análisis del ciclo de vida de las especies más representativas en los muestreos como Hemibrycon y Astroblepus, en donde se incluya biología trófica y reproductiva considerando los aspectos como fuentes de alimento, hábitos alimenticios, comportamiento reproductivo, épocas reproductivas, madurez sexual, tallas de madurez reproductiva, relación de sexos en la fuente hídrica del área de influencia del proyecto.

**Respuesta:**

Para realizar el análisis del ciclo de vida de una especie es necesario contar con una gran cantidad de muestreos que incluyan análisis desde la etapa larval hasta la etapa reproductiva de la misma. Es necesario hacer levante y crecimiento para determinar sus ciclos de vida desde su etapa embrionaria (con sus fases) posterior etapa larval (con sus fases), etapa juvenil y adulto. Esta información se obtiene básicamente para especies de importancia comercial y pesquera, principalmente para hacer repoblación

y o venta de alevines y aunque en Colombia se ha avanzado en este tipo de estudios con otras especies como bagre sapo y bagre rayado y otras especies migradoras de gran importancia, se requieren esfuerzos de investigación y financieros significativos. Es por esto que para este requerimiento no contamos con el tiempo ni los recursos y creemos que este tipo de estudios tienden más a la investigación o a la biotecnología, por lo que, según lo acordado en la audiencia de requerimientos, se presenta a continuación la recopilación de información secundaria de dichas especies.

***Hemibrycon***

Los individuos del género *Hemibrycon* pertenecen al Orden Chraciformes y la familia Characidae. El género Hemibrycon está conformado por peces de mediano a gran tamaño, entre 100 y 200 mm de longitud estándar. Se caracterizan por presentar más de siete dientes en el maxilar y cuatro dientes en la hilera interna del premaxilar (Eigenmann, 1927). Su color es predominantemente plateado con una mancha humeral oscura (Géry 1977). Sin embargo, el significado filogenético de estos caracteres usados en su definición no ha sido demostrado y no existe un análisis filogenético disponible para Hemibrycon. Estos únicamente se utilizan en la definición "tradicional" de Hemibrycon. Al igual que otros carácidos, (por ej. Hyphessobrycon Ellis, Astyanax Baird & Girard, Hemigrammus Gill, Moenkhausia Eigenmann), probablemente no representan una unidad monofilética y su taxonomía está mal estudiada (Lucena 1993, 2003).

Actualmente de *Hemibrycon* se reconocen como válidas 19 especies (Román-Valencia 2001, 2004, Eschmeyer 2005), con distribución en Alto Amazonas en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia; cuenca de los ríos Atrato, León y drenajes Costeros del Pacifico y Caribe, drenajes andinos y alto río Meta en Colombia; cuenca del río Tuyra al oriente de Panamá; al occidente en la cuenca del lago de Maracaibo, pie de monte llanero y cordillera de la costa en Venezuela, isla de Trinidad, Guyanas Británica y Surinam. Para Colombia se tienen registradas & especies de esta especie.

Para la zona de estudio se identificó hasta nivel de especie género 7 individuos de *Hemibrycon boquiae* de la cual se presenta sus características más relevantes:

*Hemibrycon boquiae* (Eigenmann, 1913) conocido comúnmente como Sardina.

- Descripción: Es una especie muy similar a *Bryconamericus caucanus* en forma y coloración; se diferencia por tener dientes a lo largo de todo el maxilar y poseer de 42 - 45 ELL; las puntas de las aletas pectorales alcanzan las aletas pélvicas; la línea lateral describe una curva suave hacia abajo, de manera que al trazar una línea recta entre los extremos de ésta, la parte media pasa por encima de la primera hilera de escamas sobre la línea lateral; A 26 – 29 (Eigenmann 1922); MPC 3.5 - 4 en la LE (Dahl 1971); cuerpo plateado con tonalidades amarillo-verdosas; pedúnculo caudal con una mancha negra que se proyecta sobre los radios medios de la aleta caudal, en donde es bordeada por dos líneas amarillas brillantes arriba y abajo de esta; la base de

los radios superiores e inferiores de la aleta caudal de color rojizo; talla máxima 12 cm LT (Ortega-Lara et al. 1999).

- Biología y ecología: Habita aguas de muy buena calidad, con altas concentraciones de oxígeno y transparencia; las gravas gruesas son el substrato predominante así como riveras que se encuentran cubiertas por grandes árboles y arbustos; se ubica en las zonas correntosas en donde se mantiene nadando constantemente en busca de alimento; es una especie omnívora que consume material vegetal (flores, frutos y hojas) e insectos terrestres que caen al agua, no se ha registrado si consume peces juveniles de otras especies; es considerada una especie sensible a la contaminación y en especial a la baja concentración de oxígeno; además requiere de un ambiente con buena vegetación marginal que es su principal fuente de alimento.

***Astroblepus***

Los individuos del género *Astroblepus* pertenecen al orden Siluriformes, familia Astroblepidae.

Estos habitan exclusivamente en los ríos de los Andes y tienen un conjunto de adaptaciones morfológicas que les permite escalar superficies rocosas verticales.

La escalada es posible gracias a un movimiento de arrastre, producido por el uso alternado de la boca como disco de succión y la cintura pélvica, la cual es considerablemente móvil en este grupo. Mientras la boca no está adherida al sustrato, la cintura pélvica se mueve hacia atrás, haciendo que el cuerpo del pez avance, inmediatamente después la boca se adhiere y la cintura pélvica regresa en dirección a la cabeza. Una ayuda adicional es proporcionada por el primer radio de la aleta pélvica, el cual es ensanchado y tiene la superficie ventral rugosa, funcionando como antideslizante durante la escalada.

Además, los Astroblepus poseen un mecanismo especial para la respiración mientras escalan, ya que no usan la boca para adherirse e inhalar simultáneamente, así que la inhalación ocurre a través de una hendidura branquial dorsal, cuya válvula de apertura y cierre funciona en dirección ventro-dorsal en respuesta a las diferencias de presión entre la cámara branquial y el medio externo.

De las pocas especies que habitan en la zona altoandina, los Astroblepus son el grupo con mayor cantidad de especies (más de 50) y endemismo. Al igual que otras especies andinas, estos escaladores enfrentan diferentes presiones sobre sus poblaciones, entre las que se encuentran el deterioro del hábitat por deforestación, alteración del flujo de agua, la contaminación y la depredación por parte de especies exóticas como la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, la cual puede impedir sus migraciones a lo largo del río en respuesta a condiciones ambientales adversas.

Así mismo, estos peces con sorprendentes adaptaciones al ambiente extremo de la alta montaña andina se enfrentan a la más fuerte de todas las presiones: la antrópica. Para esta última, su respuesta y grado de amenaza son aún poco conocidas.

Las especies de este género que se identificaron hasta género son las siguientes:

***Astroblepus chapmani* (Eigenmann, 1912)**

Nombres comunes: Negrito, baboso.

**Descripción:** separa esta especie de las otras del género por presentar la mayoría de los dientes anteriores intermaxilares en forma de incisivos, nunca puntiagudos o multicúspides; por poseer un barbillón nasal vestigial y la aleta adiposa sin carnosidades con una espina pequeña algunas veces embebida en la piel; la piel de la parte superior de la cabeza y el área predorsal tienen un sin número de gránulos que le dan un aspecto roñoso (Dahl 1971, Ortega-Lara et al. 1999, 2002); el color del cuerpo va desde amarillo a marrón; cuando es de color claro tiene manchas oscuras con una tonalidad verdosa; se caracteriza por tener una mancha amarilla muy fuerte en la base de la aleta adiposa, independiente del color del cuerpo; la aleta caudal es clara y tiene una banda vertical oscura; es un pez pequeño que no alcanza los 13 cm de LT (Ortega-Lara et al. 1999, 2002).

**Biología y ecología:** Esta especie es muy abundante en aguas frías; se encuentra por lo general en las partes altas y medias antes de llegar a la zona plana, en ríos que presentan buenas condiciones en la calidad del agua y substrato; es una especie bentónica que prefiere los ríos y quebradas con alta pendiente, en donde hay turbulencia y corrientes fuertes; es capaz de remontar el cauce y migrar río arriba sin importar la topografía y la velocidad de la corriente gracias a la adaptación de sus labios en forma de ventosa que le sirve para aferrarse a las rocas y evitar ser arrastrado; sus hábitos reproductivos se desconocen hasta el momento; se alimenta de insectos acuáticos bentónicos y material vegetal; es sensible a los cambios bruscos de temperatura, requiriendo aguas frías de 15 a 21 ºC, con alta concentración de oxígeno disuelto y buena calidad físico química (Ortega-Lara et al. 1999, 2000, 2002).

*Astroblepus* cf. *homodon* (Regan, 1904)

**Descripción:** Su disco bucal cabe 6.2 veces en la LE; la superficie del labio inferior está cubierta de papilas y la margen posterior es lisa; presenta 23 vértebras; su margen rostral es redondeado; presenta un patrón de coloración regular, una mancha amarilla en el pedúnculo caudal justo debajo de la espina adiposa; la cabeza se encuentra cubierta de papilas grandes; en la región dorsal y lateral presenta abundantes manchas negras que se distribuyen en todo el cuerpo; la aleta adiposa es reducida, corta, angosta y gruesa, con una espina visible, cubierta de dentículos y conectada al pedúnculo caudal mediante una membrana; las espinas apenas superan los radios blandos (Briñez-Vásquez 2004).

**Biología y ecología:** Para la cuenca del río Coello, a diferencia de la mayoría de astroblépidos, esta especie se encuentra entre 480 m hasta 1.000 m en sitios de fondos arenosos y pedregosos, donde abunda el material perifítico; es más frecuente en quebradas y sus desembocaduras en grandes ríos (Briñez-Vásquez 2004).

3.2.1.9

Caracterizar la actividad pesquera en el área de influencia del proyecto, identificando las especies que son aprovechables.

**Respuesta:**

De acuerdo a la información recolectada en el EIA, en el área del estudio no existe actividad pesquera de subsistencia.

3.2.1.10

Presentar las memorias de cálculo, metodologías y criterios usados para la estimación de los índices de integridad biótica (IIB) para las comunidades de peces, perifiton, macroinvertebrados y vegetación ribereña.

**Respuesta:**

A continuación, se detallan las metodologías y criterios utilizados para el cálculo del IIB de las comunidades de peces, perifiton, macroinvertebrados y vegetación ribereña. Las memorias de cálculo para la estimación de dichos índices se prestan en el Anexo 5.2 Caracterización Biótica en al archivo llamado “CALCULOS IIB Cocorna III”

Para el presente EIA se calcularon los índices de integridad biótica como una medida del estado de salud del ecosistema de acuerdo con los lineamientos establecidos en los términos de referencia utilizando las metodologías propuestas (Grecco, 2005); (Pinilla Agudelo, Rodríguez Sandoval, & Camacho Botero, 2014) para las comunidades de peces, perifiton, macroinvertebrados bentónicos y vegetación ribereña.

- Vegetación riparia (IIBVegRip)

Para la construcción del Índice de Integridad Biótica de la Vegetación Riparia ($IIB_{VegRip}$) se evaluaron atributos ecofisiológicos de las comunidades de plantas vasculares que crecen asociadas a las riberas del cauce del río. El índice se estimó en tres puntos a lo largo del tramo que define la intervención en el río Cocorná: Un primer punto se definió aguas arriba de la intervención del río (obras de captación), el segundo punto en el tramo medio del río (zona de caudal reducido) y el tercer punto aguas abajo de las obras de generación (casa de máquinas).

Los muestreos de campo se desarrollaron a partir de parcelas permanentes. En cada

uno de los tres puntos donde se evaluó la vegetación riparia, se establecieron dos parcelas permanentes de 200m$^2$ (registradas y georreferenciadas), una en cada margen del río, las parcelas se establecieron de forma perpendicular al cauce para evaluar el gradiente en la riqueza de especies de la vegetación riparia asociada al cauce.

En cada parcela se registraron los árboles fustales (individuos con DAP ≥ 10 cm) y se les midieron/estimaron características como el DAP, altura fustal y altura total. Posteriormente, al interior de cada parcela se delimitó una subparcela de 100 m$^2$, donde se identificaron los individuos en categoría de latizal (DAP entre 5,0 a 9,9 cm) y les fueron determinadas/estimadas propiedades como DAP y altura total. Finalmente, se tomó una subparcela de 50m$^2$ donde se hizo el registro de los individuos brinzales (plantas herbáceas, arbustos y regeneración natural de árboles), para esta comunidad se estimó la suma del porcentaje de cobertura de cada especie en la subparcela. Los individuos de las tres categorías registradas en las parcelas fueron identificados en campo. (Ver Foto 2).

Con el fin de calcular la biomasa, se escogieron al azar, tres puntos al interior de cada parcela. En cada uno de estos puntos se ubicó una cuadrícula de 1 m x 1 m (subparcelas de 1m$^2$) y se recogió la hojarasca hallada en su interior. En cada unidad de muestreo se recolectó la hojarasca y detritos (ramas, troncos y otro material vegetal no diferenciado) que se encontraran dentro de la parcela establecida. Las muestras se guardaron en bolsas plásticas, se rotularon con el código de la parcela, posteriormente se llevaron a laboratorio y se secaron para tomar el peso seco el cual representa la biomasa seca de cada punto de muestro en gramos/m$^2$ (Ver Foto 3).

Foto 2. Establecimiento de Parcelas de muestreo de vegetación riparia

Foto 3. Muestras de biomasa recolectadas

La información de campo fue consolidada en la base de datos parcelas vegetación riparia (Anexo 5.2 Caracterización Biótica, presentado en Estudio de Impacto Ambiental entregado en abril de 2022), dónde se muestra la información de los individuos registrados en las parcelas. Con las bases de datos se hizo la clasificación de las especies de acuerdo al grupo funcional al que pertenecen con relación a sus características ecofisiológicas, aquí se siguieron los parámetros definidos del índice de vegetación riparia (EPM, 2012) y se presentan las variables consideradas para la estimación del índice (Tabla 11).

Tabla 11. Métricas de las plantas vasculares empleadas para la construcción del IIBVegRip

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| Especies riparias | Estructura de la comunidad | Número de especies riparias (plantas no acuáticas que requieren agua freática para su desarrollo, plantas freatóficas). Aumenta el número en sitios conservados. |
| Especies acuáticas | Estructura de la comunidad | Número de especies acuáticas (plantas que crecen en el agua o en suelos saturados). Aumenta el número en sitios conservados). |
| % Especies anuales | Estructura de la comunidad | Suma de la cobertura relativa de las plantas anuales. A mayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones no perennes. |
| % Especies exóticas | Estructura de la comunidad | Suma de la cobertura relativa de las plantas no nativas. Considera además especies nativas introducidas por el hombre en una cobertura determinada. A mayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones foráneos. |
| % Especies ruderales | Estructura de la comunidad | Suma de la cobertura relativa de las plantas que colonizan ambientes disturbados. A mayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones resistentes a la alteración. |

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| % Especies sensitivas | Estructura de la comunidad | Suma de la cobertura relativa de las plantas sensibles al disturbio. Se asume que estas especies sensibles son de distribución restringida y que su cobertura se reduce en ambientes disturbados. |
| % Especies tolerantes | Estructura de la comunidad | Suma de la cobertura relativa de plantas tolerantes al disturbio. Se asume que estas especies son de amplia distribución y que su cobertura se incrementa en ambientes alterados. |
| Biomasa | Proceso biológico | Cantidad promedio de gramos de materia orgánica seca por metro cuadrado de área en las parcelas muestreados en la zona riparia. Esta biomasa se incrementa a medida que el sitio es más alterado, pero se reduce en casos de deterioro extremo. |

Fuente: EPM, 2012

Para el cálculo del $IIB_{VegRip}$ se usan puntajes para cada variable analizada, los cuales oscilan entre 0,2 y 1 (0,2 para valores que corresponden a sitios donde la variable muestra deterioro y 1 para valores donde la variable muestra sitios de una alta integridad ecológica) (Tabla 12). De esta forma, el índice de integridad biótica se obtiene mediante la suma de los puntajes de cada variable, dividida por el número de variables, así:

$$IIB_{VegRip} = (Puntaje\ EP + Puntaje\ EQ + Puntaje\ EA + Puntaje\ EE + Puntaje\ ER + Puntaje\ ES + Puntaje\ ET + Puntaje\ B)/8$$

Tabla 12.Puntajes de las variables utilizadas

| Métrica | Puntaje 0 | Puntaje 0,3 | Puntaje 0,7 | Puntaje 1 |
|---|---|---|---|---|
| Especies riparias (EP) | 0-5 | 6-15 | 16-30 | > 30 |
| Especies acuáticas (EQ) | 0-1 | 2-3 | 4-5 | > 5 |
| % Especies anuales (EA) | >15% | 12-15% | 8-11% | < 8% |
| % Especies exóticas (EE) | >10% | 8-10% | 5-7% | <5% |
| % Especies ruderales (ER) | >15% | 12-15% | 8-11% | < 8% |
| % Especies sensitivas (ES) | <2% | 3-10% | 11-20% | >20% |
| % Especies tolerantes (ET) | >60% | 40-60% | 20-39% | <20% |
| Biomasa (B) | >801 o <100 | 451-800 | 201-450 | 100-200 |

Fuente: EPM, 2012

Para hallar el porcentaje de especies ruderales (ER), de especies sensitivas (ES) y de especies tolerantes (ET), se calculó el área basal de cada especie de acuerdo con las categorías de desarrollo en las cuales estas se encuentran. Así, para la categoría fustales y latizales, se calcula el área basal a través del DAP de cada uno de los individuos, y para la categoría brinzales, se utiliza el porcentaje de cobertura de cada

individuo, luego este valor se lleva a la proporción de la parcela completa y finalmente se obtiene la suma de coberturas relativas para cada una de las especies.

De acuerdo con el puntaje obtenido con el $IIB_{VegRip}$, la integridad biótica se podrá clasificar de la manera descrita en la Tabla 13

Tabla 13. Interpretación del IIB de la vegetación riparia

| Puntaje del $IIB_{Veg\ Rip}$ | Interpretación | Implicaciones Ecológicas |
|---|---|---|
| 0 - 0,3 | Baja integridad biótica de la vegetación riparia | Estado ecológico deficiente o malo para esta comunidad. |
| 0,31 - 0,6 | Moderada integridad biótica de la vegetación riparia | Estado ecológico moderado para esta comunidad. |
| 0,61 - 1 | Alta integridad biótica de la vegetación riparia | Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad. |

Fuente: EPM, 2012

Finalmente, los resultados del índice se califican mediante la utilización de los ponderadores respectivos, mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14. Calificación del IIB de la vegetación riparia

| Aspectos ambientales | Metodología | Descriptor | Rango | | Ponderador |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice Biótico de Vegetación Riparia | El índice oscila entre 0 y 1; cero para los sitios donde la variable demuestra deterioro y uno para sitio sin alteración | Estado ecológico deficiente o malo para esta comunidad | < 0.01 | | 0 |
| | | | 0,01 | 0,1 | 1 |
| | | | 0,11 | 0,2 | 2 |
| | | | 0,21 | 0,3 | 3 |
| | | Estado ecológico moderado para esta comunidad | 0,31 | 0,4 | 4 |
| | | | 0,41 | 0,5 | 5 |
| | | | 0,51 | 0,6 | 6 |
| | | Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad | 0,61 | 0,7 | 7 |
| | | | 0,71 | 0,8 | 8 |
| | | | 0,81 | 0,9 | 9 |
| | | | > 0,9 | | 10 |

Fuente: EPM, 2012

- **Perifiton**

Para el cálculo del índice de integridad Biótica de las micro-algas del perifiton se siguió la propuesta metodológica de (Pinilla Agudelo, Rodríguez Sandoval, & Camacho Botero, 2014), presentada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). El índice pretende evaluar el ensamble perifítico mediante algunas variables sugeridas por diversos autores, que miden de forma agregada, información sobre la estructura y la funcionalidad del ensamble, tales como gremios funcionales. La mayoría de las variables se basan en el grupo de las diatomeas, ya que sobre estas algas existe mayor información ecológica; además de ser un grupo muy cosmopolita cuyos representantes se encuentran ampliamente distribuidos a nivel mundial.

Tabla 15. Métricas de las algas seleccionadas para la construcción del IIB del perifiton (IIBPerif) para la valoración de caudales ambientales en Colombia.

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| Proporción de Especies no Diatomeas | Estructura de la comunidad | Número de taxones diferentes a diatomeas/número de taxones de Bacillariofíceas en el perifiton de los sitios muestreados. La participación de las especies que no son diatomeas decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| % Diatomeas Sensitivas | Tolerancia e intolerancia | Suma del porcentaje de abundancia de especies de diatomeas sensitivas a la contaminación y al deterioro. El porcentaje de estas especies decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación |
| % Diatomeas Tolerantes | Tolerancia e intolerancia | Suma del porcentaje de abundancia de especies de diatomeas resistentes a la contaminación y al deterioro. El porcentaje de estas especies se incrementa con el aumento en el deterioro y la contaminación |
| Diatomeas Eutrafénticas | Gremio ecológico | Número de taxones de diatomeas cuya ocurrencia óptima se da en aguas clasificadas como eutróficas. A mayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones eutrofílicos |
| Diatomeas Acidobiónticas | Gremio ecológico | Número de taxones de diatomeas cuya ocurrencia óptima se da a pH <5,5. Amayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones acidofílicos |
| Diatomeas Alcalifílicas | Gremio ecológico | Número de taxones de diatomeas cuya ocurrencia óptima se da a pH >8,5. A mayor deterioro, mayor cantidad de estos taxones alcalifílicos |
| % Diatomeas Mótiles | Gremio morfológico | Suma del porcentaje de abundancia de especies de diatomeas con capacidad de moverse. A mayor cantidad de sedimentos en el sustrato, mayor cantidad de estos taxones mótiles |

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| % Diatomeas Polisapróbicas | Gremio ecológico | Suma del porcentaje de abundancia de especies de diatomeas tolerantes a elevadas cantidades de materia orgánica. A mayor cantidad de contaminación orgánica, mayor cantidad de estos taxones sapróbicos. |
| % Diatomeas Exigentes en Oxígeno | Gremio ecológico | Suma del porcentaje de abundancia de especies de diatomeas que requieren oxígeno elevado. A mayor oxigenación del ambiente, mayor cantidad de estos taxones sensibles a la falta de oxígeno |

El puntaje de cada variable oscila entre 0 y 1 (0 para valores que corresponden a sitios donde la variable muestra deterioro y 1 para valores donde la variable muestra sitios sin alteración).

El índice de integridad biótica es la suma de los puntajes de cada variable, dividida por el número de variables. El índice total fluctúa entre 0 y 1. Los umbrales propuestos a priori deberán confirmarse o modificarse con base en datos de campo. Las siglas ND, DS, DT, etc., que se utilizan en la siguiente ecuación corresponden a las variables de la Tabla 16:

Tabla 16.Puntajes de las variables utilizadas en la construcción del IIB del perifiton (IIBPerif) para la determinación de caudales ambientales (Modificado de Dodds et al. 1998, Fore y Grafe 2002, Hill et al. 2003, Griffith et al. 2005)

| Métrica | Puntaje 0 | Puntaje 0,3 | Puntaje 0,7 | Puntaje 1 |
|---|---|---|---|---|
| Proporción de Especies No Diatomeas (ND) | <0,1 | 0,1 – 0,3 | 0,31 – 0,7 | >0,7 |
| Diatomeas Sensitivas (%) (DS) | <50% | 50 – 60% | 61 – 80% | >80% |
| Diatomeas Tolerantes (%) (DT) | >20% | 11 - 20% | 3 – 10% | <3 |
| Diatomeas Eutrafénticas (DE) | >25 | 21 – 25 | 12 – 20 | <12 |
| Diatomeas Acidobiónticas (DA) | >35 | 26 – 35 | 18 – 25 | <18 |
| Diatomeas Alcalifílicas (DAk) | >35 | 26 – 35 | 18 – 25 | <18 |
| Diatomeas Mótiles (%) (DM) | >30% | 21 – 30% | 7 – 20% | <7% |
| Diatomeas Polisapróbicas (%) (DP) | >15% | 11 – 15% | 5 – 10% | <5% |
| Especies Exigentes en Oxígeno (%) (DO) | <20% | 20 – 35% | 36 – 55% | >55% |
| Concentración de clorofila *a* mg/m² (Chl) | >70 o < 5 | 51 - 70 | 21 – 50 | 5 – 20 |

**IIBPerif** = [Puntaje ND + Puntaje DS + Puntaje DT + Puntaje DE + Puntaje DA + Puntaje DAk + Puntaje DM + Puntaje DP + Puntaje DO]/9

De acuerdo con el puntaje obtenido con el IIBPerif, la integridad biótica se podrá clasificar de la siguiente manera (Tabla 17):

Tabla 17.Interpretación del IIB del perifiton (IIBPerif) para determinar el estado ecológico del tramo del río con base en esta comunidad

| Puntaje del $IIB_{Macroin}$ | Interpretación | Implicaciones Ecológicas |
|---|---|---|
| 0 – 0,3 | Baja integridad biótica de los macroinvertebrados | Estado ecológico deficiente o malo para esta comunidad |
| 0,31 – 0,6 | Moderada integridad de los macroinvertebrados | Estado ecológico moderado para esta comunidad |
| 0,61 – 1,0 | Alta integridad biótica de los macroinvertebrados | Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad |

Fuente: Pinilla et al. 2014

- Macroinvertebrados

Para estimar el Índice de Integridad Biótica de los macro-invertebrados acuáticos ($IIB_{Macroin}$) en cada uno de los tres tramos de interés, se siguió la propuesta metodológica de Pinilla *et al.* (2014), presentada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de Colombia. El cálculo de dicho índice consiste en evaluar algunos atributos ecológicos de los taxa registrados en el tramo en cuestión, categorizando gremios tróficos (ver Tabla 18) y asignando escalas de tolerancia frente a disturbios en el medio (ver Pinilla *et al.* (2014), pág. 61), para luego establecer un estado de integridad del hábitat en el respectivo tramo.

Tabla 18.Métricas de los invertebrados utilizadas para la construcción del IIB para macro-invertebrados acuáticos en la valoración de caudales ambientales en Colombia.

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| Número Total de Taxones | Estructura de la comunidad | Número total de taxones de macroinvertebrados de todos los órdenes en los sitios muestreados. La riqueza total de taxones decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| Numero de Taxones de Trichopera | Estructura de la comunidad | Número de taxones de insectos del orden Trichoptera en los sitios muestreados. La cantidad de estos taxones decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| Numero de Taxones de Diptera | Estructura de la comunidad | Número de taxones de insectos del orden Diptera en los sitios muestreados. La cantidad de estos taxones decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| % de Taxones Ephemeroptera | Estructura de la comunidad | Suma del porcentaje de abundancia de los taxones de insectos del orden Ephemeroptera en los sitios muestreados. La representación porcentual de estos taxones decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| % de Taxones Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera | Estructura de la comunidad | Suma del porcentaje de abundancia de los taxones de insectos de los ordenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en los sitios muestreados. La representación porcentual de estos taxones decrece con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| % de Abundancia de Oligoquetos | Estructura de la comunidad | Suma del porcentaje de abundancia de los taxones de la clase Oligochaeta en los sitios muestreados. La representación porcentual de estos taxones se hace mayor con el aumento en el deterioro y la contaminación. |
| Numero de Taxones Intolerantes | Tolerancia e intolerancia | Numero de taxones considerados como sensibles a la perturbación. El número de estos organismos disminuye con el aumento en el deterioro y la contaminación. (ver puntajes de tolerancia VT en la tabla 19; los taxones sensibles son los que tienen un valor igual o menor a 5) |
| % de Taxones Tolerantes | Tolerancia e intolerancia | Suma del porcentaje de abundancia de los taxones considerados como tolerantes a la perturbación. El porcentaje de estos organismos disminuye con el aumento en el deterioro y la contaminación (Ver puntajes de tolerancia VT en la tabla 19; los taxones tolerantes son los que tienen un valor igual o mayor a 6) |
| % de Taxones Recolectores | Gremio trófico | Suma del porcentaje de abundancia de taxones de macroinvertebrados que se alimentan en depósitos detríticos o sobre películas superficiales libres. Estos grupos recolectores decrecen con el aumento en el deterioro y la contaminación (En la tabla 19 estos taxones se pueden ubicar bajo la columna de grupos funcionales Troficos -GTF) |
| Número de taxones Filtrados | Gremio trófico | Número de taxones de macroinvertebrados que se alimentan de detritus suspendido. Estos grupos filtrados decrecen con el aumento en el deterioro y la contaminación (En la tabla 19 estos taxones se pueden ubicar bajo la columna de Grupos Funcionales Troficos – GTF) |

| Métrica | Tipo | Descripción |
|---|---|---|
| Índice de Hilsenhoff | Indicación biótica | Suma general de los taxones tolerantes e intolerantes de la comunidad de macroinvertebrados; considera el número de individuos en cada clase de tolerancia mediante la ecuación ∑ (n)*(valor de tolerancia) /N, donde n es el número de individuos de un taxon (se prefiere el nivel de familia) y N es el número de individuos en toda la muestra; la suma de los valores de todos los taxones corresponde al índice de Hilsenhoff. Su valor se incrementa con el aumento en el deterioro y la contaminación (En la tabla 19 se pueden consultar los valores de tolerancia VT de los taxones más comunes de macroinvertebrados) |

Fuente: Pinilla et al. 2014

El $IIB_{Macroin}$ es la suma del valor de cada variable dividida entre el número de variables (ver Tabla 19). El valor de cada variable oscila entre 0,2 y 1,0, en donde este primer valor corresponde a tramos donde la variable muestra deterioro y 1,0 corresponde a tramos donde la variable no presenta alteración.

Tabla 19.Ecuación utilizada para el cálculo del IIBMacroin

| |
|---|
| $IIB_{Macroin}$ = [Puntaje TT + Puntaje T + Puntaje D + Puntaje E + Puntaje EPT + Puntaje O + Puntaje I + Puntaje Tol + Puntaje R + Puntaje F + Puntaje IH]/11 |

Fuente: Pinilla et al. 2014

El listado de las variables (métricas) que conforman el IIB para macro-invertebrados acuáticos se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Puntaje asignado para cada una de las variables (métricas) que conforman el IIBMacroin según su rango de valor.

| Métrica | Puntaje | | |
|---|---|---|---|
| | 0,2 | 0,6 | 1 |
| Número Total de Taxones (TT) | <9 | 9-22 | >22 |
| Número de Taxones de Trichopera (T) | <2 | 2-5 | >5 |
| Número de Taxones de Diptera (D) | <6 | 6-10 | >10 |
| % de Taxones Ephemeroptera (E) | <6% | 6-20% | >20% |
| % de Taxones de Ephemoroptera, Plecoptera Y Trichoptera (EPT) | <10% | 10-40% | >40% |
| % de Abundancia de Oligoquetos (O) | >5% | 1-5% | <1% |
| Número de Taxones Intolerantes (I) | <3 | 3-8 | >8 |
| % de Taxones Tolerantes (Tol) | >50 | 10-50% | <10% |
| % de Taxones de Recolectores (R) | <13 | 13-31% | >31% |
| Número de Taxones Filtradores (F) | <3 | 3-5 | >5 |

| Métrica | Puntaje | | |
|---|---|---|---|
| | 0,2 | 0,6 | 1 |
| Índice de Hilsenhoff (IH) | >5 | 2-5 | <2 |

Fuente: Pinilla et al. 2014

Finalmente, de acuerdo con el puntaje obtenido para el tramo en cuestión, el valor del $IIB_{Macroin}$ se interpreta según lo establecido en la Tabla 21.

Tabla 21.Interpretación del IIBMacroin de los macro-invertebrados de cada tramo según su puntaje

| Puntaje del $IIB_{Macroin}$ | Interpretación | Implicaciones Ecológicas |
|---|---|---|
| 0 – 0,3 | Baja integridad biótica de los macroinvertebrados | Estado ecológico deficiente o malo para esta comunidad |
| 0,31 – 0,6 | Moderada integridad de los macroinvertebrados | Estado ecológico moderado para esta comunidad |
| 0,61 – 1,0 | Alta integridad biótica de los macroinvertebrados | Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad |

Fuente: Pinilla et al. 2014

- **Peces**

Para calcular el $IIB_{peces}$ se requiere colectar datos de un conjunto de variables de cada comunidad. Las variables que no son pertinentes para el ecosistema acuático en particular se pueden eliminar de los índices con la debida justificación. Cambiando al mismo tiempo el número de variables que dividen la sumatoria de puntajes de las métricas. Por ende, el IIB de un sitio es siempre relativo y no tiene un significado absoluto. Sin embargo, para la propuesta MAVDT-UN-GIREH (2008) se han seleccionado variables menos dependientes a la influencia de la macro escala. También se han incluido algunas métricas relacionadas con la integridad del hábitat para los peces.

El IIB para peces incluye la evaluación de las siguientes variables:

- ✓ porcentaje de individuos nativos (N)
- ✓ porcentaje de especies nativas (PN)
- ✓ cambio en el porcentaje de individuos migratorios (IM)
- ✓ cambio en el porcentaje de especies amenazadas (P),
- ✓ reducción de tallas (RT)
- ✓ porcentaje de individuos carnívoros micrófagos (C)
- ✓ porcentaje de individuos carnívoros macrófagos (CM)
- ✓ porcentaje de individuos con anormalidades (A)

El puntaje de cada variable oscila entre 0,2 y 1, siendo 0,2 el valor que muestra deterioro en el sitio y 1 el valor que muestra alta calidad ecológica (Tabla 22).

Tabla 22. Puntajes para las variables utilizadas para calcular el IIBpeces.

| Métrica | Puntaje | | |
|---|---|---|---|
| | 0,2 | 0,6 | 1 |
| Porcentaje de individuos nativos (IN) | < 33 % | [33 - 67] % | > 67 % |
| Porcentaje de especies nativas (PN) | < 33 % | [34 - 67] % | > 67 % |
| Cambio en porcentaje de individuos Migratorios (IM) | > 20 % | [10 - 20] % | < 10 % |
| Cambio en porcentaje de especies amenazadas (PA) | > 20 % | [10 - 20] % | < 10 % |
| Porcentaje de reducción de tallas (RT) | > 10 % | [5 - 10] % | < 5 % |
| Porcentaje de individuos carnívoros micrófagos (C) | < 33 % | [33 - 67] % | > 67 % |
| Porcentaje de individuos macrófagos (CM) | < 3 % | [3 - 10] % | > 10 % |
| Proporción de individuos con anormalidades (A) | > 5 % | [2 - 5] % | < 2 % |

Fuente: Convenio 004/2007. Informe Final Universidad Nacional de Colombia. Grupo GIREH Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial Dirección de Licencias. OEI (MAVDT-UN-GIREH 2008).

El IIB es la suma de los puntajes de cada variable, dividida por el número de variables:

IIB Peces = [Puntaje N + Puntaje PN + Puntaje IM + Puntaje PA + Puntaje RT + Puntaje C + Puntaje CM + Puntaje A]/8

De acuerdo con el puntaje obtenido con el $IIB_{Peces}$, la integridad biótica se clasifica de la manera descrita en la Tabla 23.

Tabla 23. Puntajes para las variables utilizadas para calcular el IIBpeces.

| Puntaje del $IIB_{peces}$ | Interpretación | Implicaciones Ecológicas |
|---|---|---|
| 0 - 0,3 | (B) Baja integridad biótica de peces | Estado ecológico deficiente o malo para esta comunidad |
| 0,31 - 0,6 | (M) Moderada integridad biótica de peces | Estado ecológico moderado para esta comunidad |
| 0,61 – 1,0 | (A) Alta integridad biótica de peces | Estado ecológico bueno o excelente para esta comunidad |

Fuente: Convenio 004/2007. Informe Final Universidad Nacional de Colombia. Grupo GIREH Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial Dirección de Licencias. OEI (MAVDT-UN-GIREH 2008).

## 3.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

### 3.3.1

Realizar nuevos procesos de socialización con los habitantes del área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta que la proyectada para el 9 de abril de 2022 no se pudo realizar de forma presencial por problemas con acueducto y alcantarillado. Asimismo, realizar socialización con el Concejo municipal y administración. Allegar todas las evidencias

**Respuesta:**

Socialización con el Concejo municipal:

El 1 de agosto se contactó telefónicamente a la secretaria del Concejo Municipal de Cocorná, Leny Quintero Montoya, para indagar por la posibilidad de ser considerados dentro de la agenda programática del mes antes de realizar la solicitud oficial y ella nos indicó que desde el 20 de julio estaba lista la programación pero que la volviéramos a contactar el viernes 5 de agosto para ella tener tiempo de preguntarle al presidente del Concejo si se podía abrir un espacio en la programación existente. De esta manera, se realizó la llamada en la fecha acordada y ella nos indicó que existía una posibilidad, razón por la cual ese mismo día se envió a través del correo electrónico del Concejo (concejo@cocorna-antioquia.gov.co) la solicitud oficial de agendamiento durante el mes de agosto para presentar el Estudio de Impacto Ambiental -EIA- de la PCH Cocorná III junto con los resultados de las reuniones realizadas con los líderes, propietarios y la comunidad general en el transcurso del año 2022, para facilitar la recepción de las apreciaciones del Cuerpo Colegiado que permitieran enriquecer el Estudio de Impacto Ambiental (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 1. Socialización Concejo, Solicitud Socialización Concejo_1).

Esta solicitud no tuvo respuesta, así que el 18 de agosto se envió un nuevo correo informando que en el caso de que no fuese posible facilitar el espacio en la agenda de agosto, poníamos a consideración la posibilidad de ser incluidos en la programación de septiembre. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 1. Socialización Concejo, Solicitud Socialización Concejo_2). El sábado 20 de agosto llegó el correo de respuesta del Concejo informando que nos facilitaban el espacio para realizar la intervención, el martes 23 de agosto a las 6:00 de la tarde (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 1. Socialización Concejo, Rta Concejo Solicitud de Socialización_2).

Sin embargo, el lunes 22 de agosto por la tarde la secretaria del Concejo, Leny Quintero Montoya, envió un audio por Whatsapp en el que informaba que era necesario reprogramar la intervención del martes 23 de agosto porque a última hora les había aceptado la convocatoria un invitado tentativo que tenían para dicha sesión (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 1. Socialización Concejo, CancelacionConcejo_SolicitudSocializacion2). Que al día siguiente (martes 23 de

agosto) ella enviaría un correo oficial para cancelar la presentación e informar sobre la fecha de reprogramación.

Como el correo que iba a enviar la secretaria del Concejo nunca llegó, se invitó a los concejeros a la socialización que se realizó con la comunidad general en el Hotel Mirador de Cocorná el 1 de septiembre, difundiendo la pieza gráfica de la convocatoria por correo electrónico y por WhatsApp. Pero no asistió ningún concejero ni funcionarios delegados (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Convocatoria, carpeta Institucional).

De esta manera, y considerando las dificultades que el Concejo debió tener para reprogramar el espacio que nos asignaron para el martes 23 de agosto y para la asistencia a la reunión llevada a cabo el 1 de septiembre con la comunidad general, se decidió solventar esta dificultad enviando por el correo institucional un informe con la descripción detallada de los impactos del proyecto en el territorio y las medidas de manejo sugeridas en el Plan de Manejo Ambiental para prevenir, mitigar, corregir y /o compensar sus efectos (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 1. Socialización Concejo, carpeta InformeCompleto_Impactos-PMA_PCH-CocornaIII). Adicionalmente, se envió la presentación que se utilizó para exponer el EIA a la comunidad general el 1 de septiembre de 2022 (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, archivo PresentaciónComunidadPCHCocornálll)

Socialización Alcaldía

El 5 de agosto del 2022 se envió al correo de la Alcaldía de Cocorná (alcaldia@cocorna-antioquia.gov.co) una solicitud oficial de agendamiento durante el mes de agosto para presentar el Estudio de Impacto Ambiental -EIA- de la PCH Cocorná III junto con los resultados de las reuniones realizadas con los líderes, propietarios y la comunidad general en el transcurso del año 2022, para facilitar la recepción de las apreciaciones del Alcalde que permitieran enriquecer el Estudio de Impacto Ambiental (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 2. Socialización Alcaldía, Solicitud SocializaciónAlcaldía_1). Esta solicitud no tuvo respuesta, así que el 18 de agosto se envió un nuevo correo informando que en el caso de que no fuese posible facilitar el espacio en la agenda de agosto, poníamos a consideración la posibilidad de ser incluidos en la programación de septiembre. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 2. Socialización Alcaldía, Solicitud SocializaciónAlcaldía_2)

Como ninguno de los correos tuvo respuesta, se invitó a los funcionarios de la administración a la socialización que se realizó con la comunidad general en el Hotel Mirador de Cocorná el 1 de septiembre, difundiendo la pieza gráfica de la convocatoria por correo electrónico y por WhatsApp. Pero no asistió ningún concejero ni funcionarios delegados (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Convocatoria, carpeta Institucional).

De esta manera, y considerando las dificultades que el Alcalde debió tener para programar el espacio y para la asistencia a la reunión llevada a cabo el 1 de septiembre con la comunidad general, se decidió solventar esta dificultad enviando por el correo institucional un informe con la descripción detallada de los impactos del proyecto en el territorio y las medidas de manejo sugeridas en el Plan de Manejo Ambiental para prevenir, mitigar, corregir y /o compensar sus efectos (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 2. Socialización Alcaldía, archivo InformeCompleto_Impactos-PMA_PCH-CocornaIII). Adicionalmente, se envió la presentación que se utilizó para exponer el EIA a la comunidad general el 1 de septiembre de 2022 (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, archivo PresentaciónComunidadPCHCocornálll)

Proceso Participativo Comunidad general

El jueves 1 de septiembre del 2022 se realizó a las 2 de la tarde en el Hotel Mirador de Cocorná el Proceso Participativo con la comunidad general, con el objetivo de socializar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Cocorná lll y garantizar el ejercicio de participación con los habitantes del área de influencia del proyecto y demás interesados. El temario que se trabajó en la jornada fue:

1. Generalidades del proyecto
2. Resultados de la Caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto
3. Impactos ocasionados por el proyecto y posibles medidas de manejo
4. Mecanismos de participación, acceso a la información, veeduría y aprovechamiento de beneficios
5. Normativa que regula un EIA y los procesos de participación y socialización con las comunidades

Es importante aclarar que, se reservó el auditorio de la Casa de la Cultura de Cocorná para el desarrollo del proceso participativo el jueves 25 de agosto, pero un día después de difundir la convocatoria, le informaron a la empresa que debían cancelar la reserva porque empezaban obras de adecuación en el auditorio con fecha de finalización indefinida. Como alternativa se solicitó el espacio en las escuelas de las veredas Mazotes y Las Mercedes, pero las líderes de las Juntas de Acción Comunal se negaron a prestarlos por la oposición que tiene la comunidad frente a este tipo de proyectos. Por último, se solicitó el espacio de la Finca hotel La Playa, perteneciente a uno de los propietarios de los predios que serán intervenidos por las obras civiles del proyecto, pero se negó por el mismo motivo. De esta manera, se tuvo que cambiar la fecha y el lugar de la reunión para el 1 de septiembre en el Hotel Mirador de Cocorná (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Lugar de Reunión).

El 9 de agosto de 2022 se realizó el sondeo para la convocatoria con los líderes de las Juntas de Acción Comunal y los propietarios de los predios que serán intervenidos por las obras civiles del proyecto para concertar fecha, lugar y hora de encuentro.

Como la mayoría de las personas respondió que le parecía mejor hacer la reunión en semana, se sugirió el día jueves 25 de agosto y la mayoría estuvo de acuerdo, sin embargo, por las dificultades relatadas anteriormente se reprogramó para el jueves 1 de septiembre. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Convocatoria, Seguimiento de Convocatoria)

Para garantizar la cobertura amplia, abierta y oportuna en el tiempo y buscando estimular la asistencia tanto de la comunidad en general como de los propietarios, la estrategia de convocatoria para la actividad se realizó por medio de:

- Se diseñó la pieza gráfica de invitación con la información precisa en formato E-card disponible para su difusión y se envió el 16 de agosto la primera invitación y el 24 de agosto la segunda indicando el cambio de fecha y lugar a los correos electrónicos y contactos de WhatsApp de los actores institucionales y comunitarios. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Convocatoria)

- El 16 de agosto se dio inicio a las llamadas telefónicas, en las que se invitó a cada actor, se le explicó el objetivo del encuentro participativo, se le comunicó el lugar, fecha y hora, y además se le posibilitaron las garantías logísticas que permitieran su asistencia. El 30 de agosto se realizaron las llamadas de confirmación de asistencia a los actores clave del territorio (presidentes y líderes de las JAC de las veredas del área de influencia, líderes ambientalistas, propietarios de los predios intervenidos por las obras civiles del proyecto o afectados por el tramo de caudal reducido y habitantes del municipio de Cocorná en general) (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Convocatoria, Seguimiento de Convocatoria)

- Se contrató a la emisora local Cascada Estéreo con el objetivo de difundir a través de menciones radiales la invitación general a toda la comunidad para que asista al encuentro participativo, emitidas entre el 25 de agosto y 1 de septiembre que corresponde a ocho días anteriores a la realización del encuentro. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General, carpeta Soporte Emisora)

En la convocatoria realizada algunas personas eligieron no asistir al encuentro, especialmente expresaron sus inquietudes sobre por qué seguir socializando este proyecto del que se viene hablando desde el 2018 y al que se le realizó una Audiencia Pública Ambiental con el propósito de informar y acopiar información adicional para complementar el EIA.

Asistieron 10 personas a la reunión 3 líderes ambientales, la presidenta de Asocomunal, el presidente de la Junta de Acción Comunal de la vereda El Tesoro, 2 propietarios de predios afectados por el tramo de caudal reducido, 3 propietarios de predios intervenidos por las obras civiles del proyecto. Algunos participantes decidieron no firmar el listado de asistencia ni aparecer en las fotos y videos de

soporte. Los resultados quedaron suministrados en el acta y se dejó abierto el canal digital de PQRs a través de WhatsApp para quienes solicitaran la presentación de Power Point expuesta o información adicional (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 3. Proceso Participativo Comunidad General).

**3.3.2**

Presentar en la caracterización del componente socio-económico, el aparte para el conflicto armado con todos los anexos tal como lo establecen los términos de referencia.

**Respuesta:**

Unidad de Víctimas

Siguiendo los procesos establecidos para incluir en el análisis del capítulo de Caracterización Socioeconómica la información sobre población víctima del conflicto armado, el 9 de agosto del año 2022 se llamó al número de contacto de la alcaldía de Cocorná (604 8343404) con el interés de comunicarnos con la dependencia encargada de la información respecto al conflicto armado en el municipio, la llamada fue remitida a Endry Quintero representante de la Unidad de Víctimas de la oficina de Cocorná, a quién se le solicitó indicaciones para obtener información oficial. Siguiendo las indicaciones se envió el mismo día un correo a la dirección endryxquintero17@gmail.com solicitando su colaboración para radicar un certificado dónde se informe qué labores se están adelantando por parte de la entidad en las veredas El Tesoro - La Placeta - Las Mercedes – Los Cedros - Mazotes - Montañita - San José - San Vicente del municipio de Cocorná en el departamento de Antioquia, que corresponden al área de influencia del medio socioeconómico del proyecto. El correo no tuvo respuesta.

El 18 de agosto se llama nuevamente a la oficina, allí indican que la solicitud se debe realizar directamente con la Unidad de Victimas a nivel nacional, el mismo día se envía la solicitud de información al correo servicioalciudadano@unidadvictimas.gov.co no se obtuvo respuesta, el 6 de septiembre se envía un nuevo correo solicitando información respecto a la evaluación de la solicitud realizada y tampoco se recibió respuesta. Se llama a los números de contacto que aparecen en la página web www.unidadvictimas.gov.co Teléfono conmutador: +57 (601) 426 11 11 y línea Gratuita Nacional 01 8000 911 119 y en ninguno se obtiene respuesta (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 4. Información Conflicto Armado, carpeta Unidad de Victimas). Por ello a continuación se presenta la información actual respecto a la población víctima del conflicto armado obtenida en fuentes secundarias.

El conflicto armado interno vivido en Colombia, ha marcado su historia en los últimos sesenta años. Cocorná es uno de los municipios del Departamento de Antioquia y del país más golpeado por la violencia, como consecuencia, en promedio, a corte del 31 de agosto de 2022 según el Registro Único de Victimas –RUV- publicado en la página

web de la unidad de víctimas (www.unidadvictimas.gov.co) unos 13000 de sus 15000 habitantes son considerados víctimas del conflicto, principalmente víctimas del desplazamiento forzado, pues desde 1990 hasta la actualidad (2022) se han registrado 33.599 víctimas de ocurrencia por este hecho seguido del homicidio donde se registran 3.141 en el mismo periodo de tiempo.

Situación que se confirma con la información primaria recogida en campo a través de las fichas de caracterización socioeconómica (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, Archivo Sistematización fichas familias), dónde 26 viviendas de 51 caracterizadas responden que si se vieron forzados a migrar de sus hogares, es decir el 51% de las familias caracterizadas en el área de influencia son víctimas del conflicto armado a causa del desplazamiento forzado.

En la actualidad según la información encontrada en la página web de la Unidad para las Víctimas las labores que se adelantan en temas relacionados con el conflicto armado se resumen en: inversión en ayudas humanitarias, entrega de indemnizaciones económicas a individuos y para reparación colectiva, inicio del Plan de Retornos y Reubicación de Desplazados y la ejecución del Plan Integral de Reparación Colectiva el cual duró 7 años y finalizó en diciembre de 2021, aportando a la comunidad a través de los siguientes proyectos:

- **Entrega de beneficios sociales**: dotación de la casa de la cultura, reparación del hogar juvenil, construcción de casa campesina, instalación de cámaras de seguridad en el casco urbano, adecuación de la placa deportiva, creación de Cocostylo, una microempresa de confecciones con maquinaria e insumos, dotación de materiales de construcción para un proyecto ecoturístico, entre otros.

- **Estrategia de rehabilitación psicosocial "Entrelazando":** con el desarrollo de la estrategia se contribuyó al fortalecimiento de las relaciones de confianza y la convivencia de los sujetos colectivos víctimas del conflicto, desde la reconstrucción y el restablecimiento del tejido social y organizativo y la recuperación emocional colectiva a través de iniciativas como la resignificación de los sitios más golpeados por el conflicto armado, o el proyecto "Murales para la memoria" donde pintaron 5 murales que cuentan los hechos sufridos por la guerra, se hace honor a la memoria de las víctimas y se plasma la capacidad de la comunidad para resistir, además de la capacitación de líderes que sostengan los procesos en el tiempo, entre otras actividades.

Unidad de Restitución de Tierras

La Ley de Víctimas 1448 de 2011 "*Por la cual se dictan medidas de atención, asistencia y reparación integral a las víctimas del conflicto armado interno y se dictan otras disposiciones*" reconoce entre las medidas de reparación a las víctimas, las disposiciones generales para la restitución de tierras despojadas. Para acceder a las garantías de reparación y específicamente para realizar una solicitud de ingreso en el registro de tierras presuntamente despojadas y abandonadas forzosamente, las víctimas deben cumplir con una serie de requisitos que hacen parte del procedimiento

de restitución y derechos a terceros que está sustentado en cuatro etapas: etapa previa, etapa administrativa, etapa judicial y etapa postfallo.

Dando cumplimiento a lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 *"Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector Ambiental y Desarrollo sostenible"* en el punto 10 del Artículo 2.2.2.3.6.2 donde se solicita una "Certificación de la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Tierras Despojadas, en la que se indique si sobre el área de influencia del proyecto se sobrepone un área macrofocalizada y/o microfocalizada por dicha Unidad, o si se ha solicitado por un particular la inclusión en el registro de tierras despojadas o abandonadas forzosamente, que afecte alguno de los predios". El 21 de julio del año 2020 se solicitó a la Unidad de Restitución Tierras a través de un derecho de petición (DSC1-202012336) información sobre las "Solicitudes de Restitución de Tierras" existentes en predios de las veredas que se verían posiblemente impactados por la intervención de las obras civiles del proyecto o por el tramo de caudal reducido. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 4. Información Conflicto Armado, carpeta URT) El 3 de agosto de 2020 la entidad informa a través de una carta radicada lo siguiente:

1. Todos los predios consultados se encuentran dentro de una zona microfocalizada. Es decir, pertenecen a una zona identificada en la etapa previa del proceso de restitución dónde se hace un análisis de macro y micro focalización para definir las áreas geográficas en las cuales se llevará a cabo el estudio de las solicitudes recibidas.

2. El predio 19720010000013000057 ubicado en la vereda Mazotes en la margen izquierda del río, presenta un traslape parcial con una solicitud de restitución en estado desistimiento. La categoría de afectación de este predio respecto al proyecto Cocorná III se clasifica en "Intervenidos por obras civiles", específicamente por la conducción. (Ver anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, archivo Sistematización Fichas Familiares, hoja Pred_CategoríaAfectación, fila 16) En los encuentros participativos los habitantes Javier Álvarez y Alexander Rojas indicaron llevar un proceso legal para la definición oficial de quién es el propietario del predio, pues hasta la fecha la información es incierta.

3. El predio 19720010000016000012 ubicado en la vereda El Tesoro en la margen derecha del río presenta un traslape parcial con una solicitud de restitución en estado de inicio formal. Este predio pertenece a la Hacienda El Tesoro, la anterior propietaria María Patricia Gómez, a través de llamadas telefónicas realizadas en el proceso de convocatoria a los encuentros participativos informa que la finca se vendió y, el nuevo propietario Robinson contactado por el mismo medio, indica que no quiere participar en nada que tenga que ver con hidroeléctricas. Sin embargo, teniendo en cuenta el diseño preliminar de las obras civiles del proyecto este predio no será intervenido, y su categoría de afectación se clasifica en afectado por tramo de caudal reducido. (Ver anexo 5.3 Caracterización

Socioeconómica, archivo Sistematización Fichas Familiares, hoja Pred_CategoríaAfectación, fila 24)

Con base en la información anterior, se puede afirmar que la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico Cocorná III no afecta las condiciones de la población para realizar retorno a sus viviendas. Sin embargo, teniendo en cuenta que los predios se encuentran en una zona micro focalizada, se crea el Programa de manejo ambiental de gestión predial (PMA-MS-01-A) dónde se garantiza hacer seguimiento a las solicitudes que se realicen en la Unidad de Restitución de Tierras para ingresar al registro de tierras presuntamente despojadas y abandonadas forzosamente.

Unidad de búsqueda de personas dadas por desaparecidas –UBPD-

Siguiendo lo establecido en el punto 10 del Artículo 2.2.2.3.6.2 del Decreto 1076 de 2015 antes mencionado, el 10 de agosto del año 2022 se envió un correo al contacto oficial de La Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas (servicioalciudadano@ubpdbusquedadesaparecidos.co) solicitando su colaboración para radicar un certificado dónde se informe qué labores se están adelantando por parte de la entidad en las veredas El Tesoro - La Placeta - Las Mercedes – Los Cedros - Mazotes - Montañita - San José - San Vicente del municipio de Cocorná en el departamento de Antioquia, que corresponden al área de influencia del medio socioeconómico del proyecto con el propósito de incluir la información sobre la población víctima del conflicto armado en el capítulo de Caracterización Socioeconómica.

El 22 de agosto del 2022 se recibió el certificado radicado (UBPD-1-2022-008553) de la entidad indicando que La UBPD desarrolla el Plan Regional de Búsqueda del Oriente Antioqueño, con incidencia en 23 municipios de la Subregión Oriente. La búsqueda integra solicitudes para hallar un estimado de 3.000 personas reportadas desaparecidas. Adicionalmente, se han evaluado lugares de posible localización de los desaparecidos, que incluyen sitios de enterramiento clandestino.

Durante el desarrollo de las investigaciones humanitarias de búsqueda en Cocorná, la UBPD aún no ha registrado sitios potenciales en campo abierto, coincidentes con las veredas del área de influencia del proyecto Cocorná lll que puedan albergar cuerpos de personas dadas por desaparecidas. El reporte tiene fecha de 18/08/2022 en el Registro Nacional de Fosas, Cementerios Ilegales y Sepulturas, pero es probable que a futuro se halle información que indique la necesidad de intervenir predios rurales por el hallazgo de potenciales fosas.

Teniendo en cuenta que existe la probabilidad de que a futuro se halle información que indique la necesidad de intervenir predios intervenidos por el proyecto por el hallazgo de potenciales fosas, se crea el Programa de manejo ambiental de gestión predial (PMA-MS-01-A) dónde se garantiza hacer seguimiento a los resultados de las investigaciones humanitarias de búsqueda en Cocorná por parte de la UBPD. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 4. Información Conflicto Armado, carpeta UBPD)

Unidad de Desminado Humanitario

El 10 de agosto del año 2022 se envió un correo al contacto oficial La Unidad de Desminado Humanitario (contacto@presidencia.gov.co) solicitando su colaboración para radicar un certificado dónde se informe qué labores se están adelantando por parte de la entidad en las veredas El Tesoro - La Placeta - Las Mercedes – Los Cedros - Mazotes - Montañita - San José - San Vicente. del municipio de Cocorná en el departamento de Antioquia, que corresponden al área de influencia del medio socioeconómico del proyecto con el propósito de incluir la información sobre la población víctima del conflicto armado en el capítulo de Caracterización Socioeconómica.

El 23 de agosto de 2022 La Unidad de Desminado Humanitario envió un certificado radicado (EXT22-00063272) indicando que el municipio de Cocorná fue asignado por la Instancia Interinstitucional de Desminado Humanitario integrada por el Ministerio de Defensa Nacional, la Inspección General de las Fuerzas Militares y la Oficina del Alto Comisionado para la Paz, el día 31 de enero de 2014 a la Brigada de Ingenieros de Desminado Humanitario – BRDEH. Se intervino en su totalidad y se declaró Libre de sospecha de Contaminación con minas antipersonal el día 17 de agosto de 2017.

Específicamente en las veredas pertenecientes al área de influencia del proyecto no se presentan registros de afectación por minas antipersonal (MAP) y municiones sin explosionar (MUSE) en la base de datos de la Oficina del Alto Comisionado para la Paz – Descontamina Colombia a corte 31 de julio de 2022. (ver Anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 4. Información Conflicto Armado, carpeta UDH)

## 3.4 SERVICIOS ECOSISTEMICOS

### 3.4.1

Se debe incluir dentro del capítulo de servicios ecosistémicos, tal como lo indica la metodología general para la elaboración y presentación de estudio ambientales, un numeral donde se explique cuál fue la unidad o las unidades de análisis seleccionadas para la identificación y análisis de los servicios ecosistémicos.

**Respuesta:**

Si bien, la Metodología general para elaboración y presentación de estudios ambientales, en el capítulo de servicios ecosistémicos especifica la inclusión de un numeral para la definición de la unidad de análisis; para la caracterización de servicios ecosistémicos llevada a cabo en el Proyecto, las unidades de análisis fueron definidas para cada servicio ecosistémico en particular, considerando que en cada uno de ellos abordan temas que pueden ser muy diferentes, por lo que agruparlos dentro de una sola unidad de análisis resulta metodológicamente inviable. Así pues, en los párrafos introductorios de cada servicio ecosistémico individual, se define el área sobre el que este fue analizado para llegar a una caracterización que represente la realidad del

territorio. Se tienen unidades de análisis que van desde el Área de Caracterización a Detalle Socioeconómica, Áreas de influencia de diferentes componentes, y la Cuenca del río Cocorná hasta el punto de captación.

**3.4.2**

debe cambiar el nombre de “dilución de vertimientos” por una categoría que haga referencia a un servicio ecosistémico, ya que, como se mencionó anteriormente, la dilución de un vertimiento no es servicio ecosistémico per se.

**Respuesta:**

El nombre del servicio ecosistémicos *Dilución de vertimientos* fue cambiado por *Depuración del agua*, nombre de servicio aceptado por la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de MinAmbiente & ANLA (2018), así como en metodologías de caracterización de servicios ecosistémicos ampliamente usadas en la literatura científica (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013; Laterra, Barral, Carmona, & Nahuelhual, 2015).

Se entrega la actualización del Cap5_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_2022 y se hacen las correcciones en el anexo 5.4 Servicios Ecosistémicos 5.4.1_Matriz_Priorizacion y 5.4.2_Identificacion_Impactos_SE

**3.4.3**

Se le solicita al Usuario, incluir dentro del análisis de los servicios ecosistémicos (Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos), los servicios de material de rio, acuicultura, hábitat para especies, biodiversidad, regulación de la calidad de aire y formación de suelo; los cuales se encuentran citados como servicios ecosistémicos identificados, estos, deberán ser incluidos además en la tabla de Análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos.

**Respuesta:**

Para la caracterización de los servicios eco sistémicos se siguió la metodología planteada por el World Research Institute (WRI; Landsberg et al., 2013), en la evaluación de los servicios eco sistémicos para un proyecto determinado, se lleva a cabo siguiendo un método de 6 pasos, con los cuales, los servicios eco sistémicos sirven de puente entre la caracterización del área de influencia, la evaluación ambiental y los planes de manejo. El paso 2 de dicha metodología consiste en la priorización de los servicios de cosiste bicos en función de la dependencia a estos por parte de la comunidad o el proyecto; estableciendo expresamente que únicamente los servicios ecosistémicos priorizados en este paso de la metodología serán tenidos en cuenta para los siguientes pasos (análisis de estados actual y tendencial, evaluación ambiental, y planes de manejo). Considerando lo anterior, los servicios de material de rio, acuicultura, hábitat para especies, biodiversidad, regulación de la calidad de aire y formación de suelo; no fueron considerados para la etapa de análisis

de estados actual y tendencial, así como evaluación ambiental y planes de manejo, ya que tanto la comunidad como el proyecto presentan dependencia baja a este servicio ecosistémico.

**3.4.4**

De acuerdo con la información allegada por el Usuario para el servicio ecosistémico cultural de Recreación, turismo y apreciación del paisaje, se le solicita incluir en el análisis del estado y tendencia de los servicios ecosistémicos, el estado actual y tendencia futura de este servicio, así como la independencia de las comunidades y del proyecto. En caso contrario, deberá justificar técnicamente, por qué, aun cuando en la descripción del servicio se puede evidenciar que este si puede ser valorado y medido, se indica que es inconmensurable.

**Respuesta:**

El servicio ecosistémico de Recreación, turismo y apreciación del paisaje tiene una percepción subjetiva por parte de las personas, los cambios en este servicio pueden ser percibidos de diferentes maneras o no ser percibidos, dependiendo de las relaciones que tenga cada individuo con el paisaje. Para el caso particular del río Cocorná, en la Caracterización socioeconómica, y en el análisis del estado actual y tendencia de este servicio ecosistémico, se muestran carencias en el tramo de cuenca, relacionado la falta de infraestructura física para el aprovechamiento turístico del paisaje, lo que puede estar relacionado con falta de interés y voluntad de orden público y privado. No obstante, existen personas y colectivos que valoran el paisaje y promueven la preservación de las condiciones actuales del tramo de cuenca, lo cual contribuye a una mayor valoración de la comunidad por el paisaje, al mismo tiempo que desincentiva la llegada de turistas foráneos dada la falta de infraestructura para el aprovechamiento de este servicio. Teniendo en cuenta lo anterior, el estado actual, tendencial y la dependencia a este servicio ecosistémico es considerada inconmensurable.

## 3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Medio Biótico

Componente Flora

El usuario deberá realizar nuevamente la zonificación del medio biótico para incluir en ésta el componente de las zonas en las cuales se distribuyen las especies cuya distribución sea restringida o endémicas, zonas que se conocen con base en los resultados del estudio particular del estado de las poblaciones de estas especies.

**Respuesta:**

La adición de nuevas consideraciones sobre las sensibilidades asignadas en la zonificación del medio biótico se enfoca en el apartado 6.5.2 Medio Biótico del estudio

sometido a evaluación. En específico lo referente a las especies con distribución restringida o endémica está relacionado con el numeral 6.5.2.2 Flora asociada a las coberturas de la tierra. En donde la orientación del análisis se enfoca asignar una valoración de la sensibilidad a las coberturas en virtud de su función integradora de los hábitats para las especies de flora, ponderando la presencia de especies con categorías amenazadas en función de la cuantía de su población sobre cada cobertura.

Los resultados de la caracterización para el medio biótico identifican las especies en distribución **endémica (***Graffenrieda grandifolia Gleason, Pseudoxandra sclerocarpa Maas),* y distribución **restringida** *(Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley* y *Licania durifolia Cuatrec)* en la Tabla 5-14 del apartado 5.2.5 Especies arbóreas endémicas o amenazadas. Individuos de las especies reseñadas fueron identificadas en campo sobre las coberturas de bosque de galería y/o ripario y pastos arbolados (Ver Figura 40).

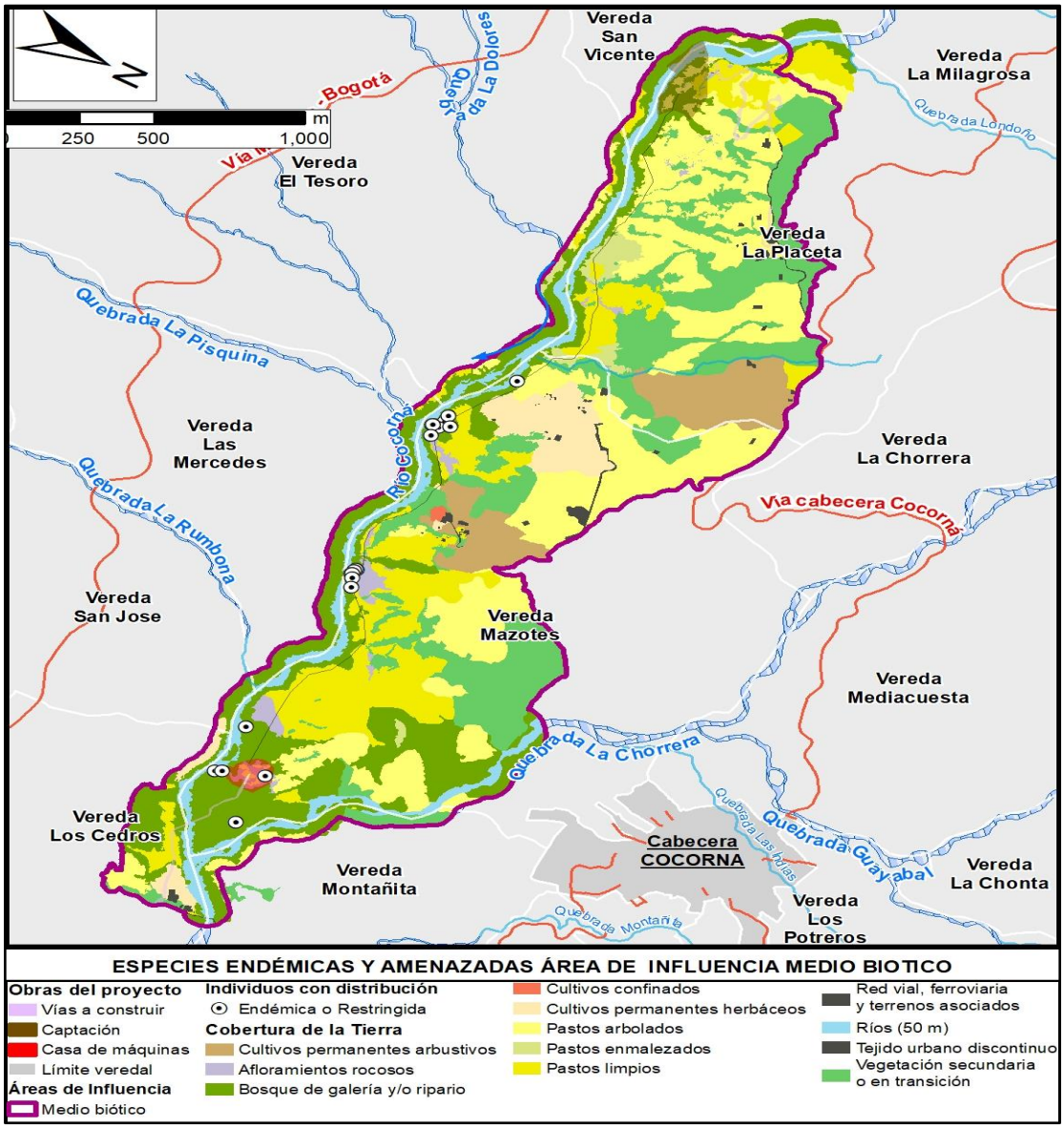



Figura 40. Especies endémicas muestreadas en el área de influencia del Medio Biótico.

Atendiendo las recomendaciones de la Corporación Ambiental, se realiza un reenfoque de los hallazgos de caracterización florística incluidos en la zonificación ambiental, exaltando aún más las especies tanto con categoría de distribución endémicas y restringidas como algún estado de amenaza.

Esto se realiza asignando la categoría más alta de sensibilidad a las coberturas en donde dichas especies hacen presencia, en este caso las zonas con coberturas de bosque de galería y/o ripario ya se encontraban cualificadas en sensibilidad muy alta (máxima categoría dentro de la escala cualitativa empleada), cumpliendo el criterio para este nuevo enfoque.

En el caso de los pastos arbolados se modifica la calificación de sensibilidad, en el aspecto de la riqueza florística asociada a las coberturas de la tierra, pasando de una cualificación media a muy alta en virtud de la presencia de un individuo de la especie *Graffenrieda Grandifolia Gleason* (Comparar tabla 6-17 del estudio con la Tabla 24 en el presente documento). Dicho cambio se puede evidenciar comparando la Figura 41 del presente documento, con la presentada en el estudio (Figura 6 15 Determinante biótico: Flora asociada a coberturas de la tierra)

Tabla 24 Resultados de sensibilidad ambiental por flora asociada a las coberturas de la tierra estado actualizado

| Categoría | Cobertura | Área [ha] | Área [%] |
|---|---|---|---|
| Muy alto | Pastos arbolados<br>Bosque de galería y ripario | 144.73 | 46.28% |
| Alto | Vegetación secundaria o en transición | 61.99 | 19.82% |
| Bajo | Cultivos permanentes arbustivos | 23.23 | 7.43% |
| | Pastos enmalezados | | |
| Muy bajo | Tejido urbano discontinuo | 82.63 | 26.42% |
| | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | | |
| | Cultivos permanentes herbáceos | | |
| | Cultivos confinados | | |
| | Pastos limpios | | |
| | Afloramientos rocosos | | |
| **TOTAL** | | **312.73** | **100.00%** |

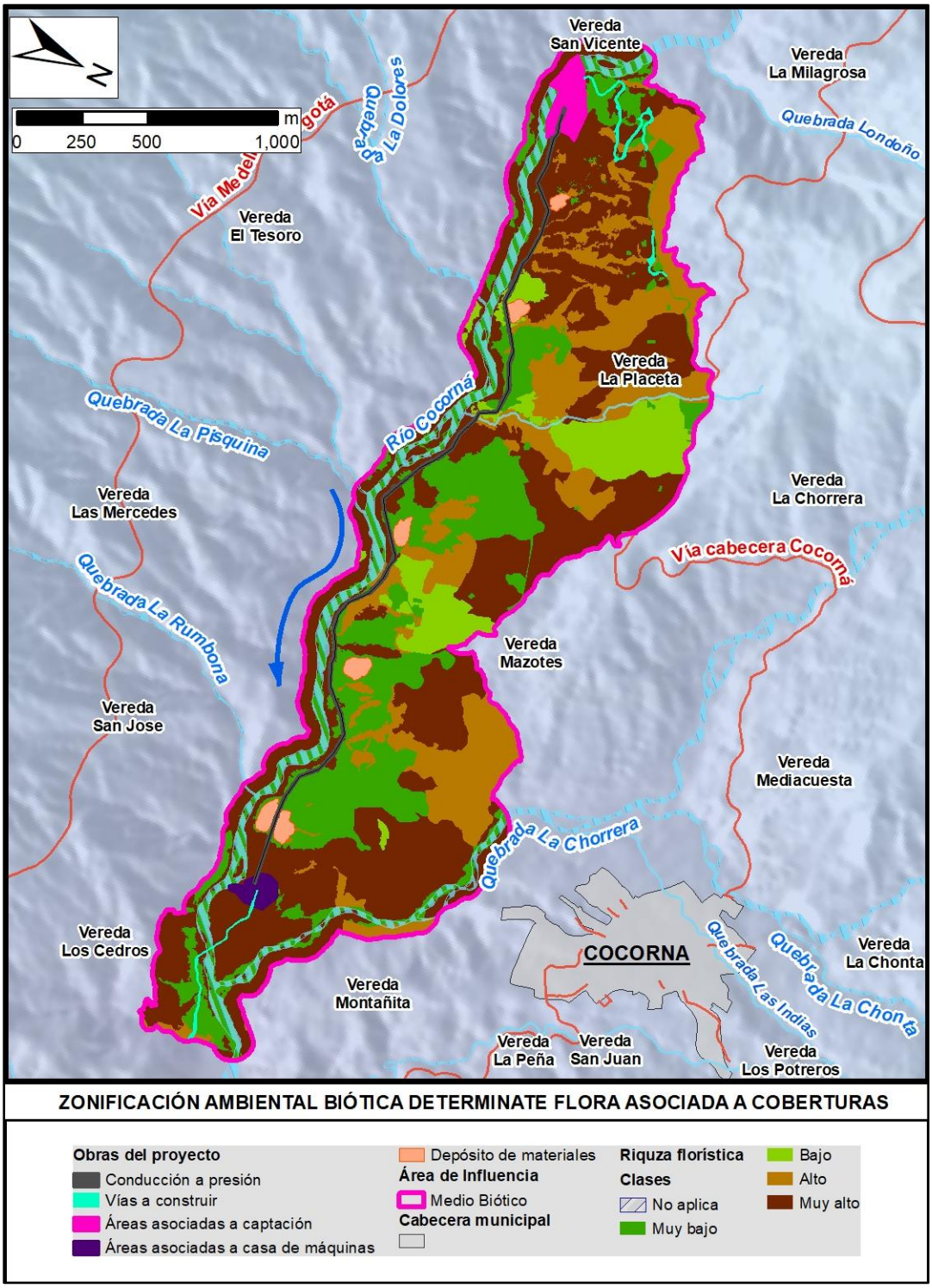



Figura 41. Riqueza florística asociada a las coberturas de la tierra. Estado actualizado.

Se resalta que la categorización de los tipos de distribución de las especies corresponde a definiciones ajustadas a escalas de análisis de ecosistemas, cuencas o zonas de vida, dependiendo del caso particular de cada especie. Dichas escalas de análisis superan en extensión al área de influencia del medio biótico, en consecuencia, para dar tanto contexto espacial en una escala de representación acorde con el detalle del estudio, como diferenciación de los diversos niveles, estos fueron asignados a las coberturas terrestres como unidades constitutivas para la definición del área de influencia.

Las modificaciones hasta aquí detalladas conducen a la reelaboración de la zonificación ambiental del medio biótico y por consecuencia la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto.

Tabla 25 Resultados de la Zonificación Ambiental del Medio Biótico

| Sensibilidad ambiental | Área [ha] | Área [%] |
|---|---|---|
| Muy alta | 61.63 | 19.7% |
| Alta | 102.26 | 32.7% |
| Media | 99.75 | 31.9% |
| Baja | 49.08 | 15.7% |
| Muy baja | 0.01 | 0.0% |
| **Total** | **312.73** | **100.00%** |

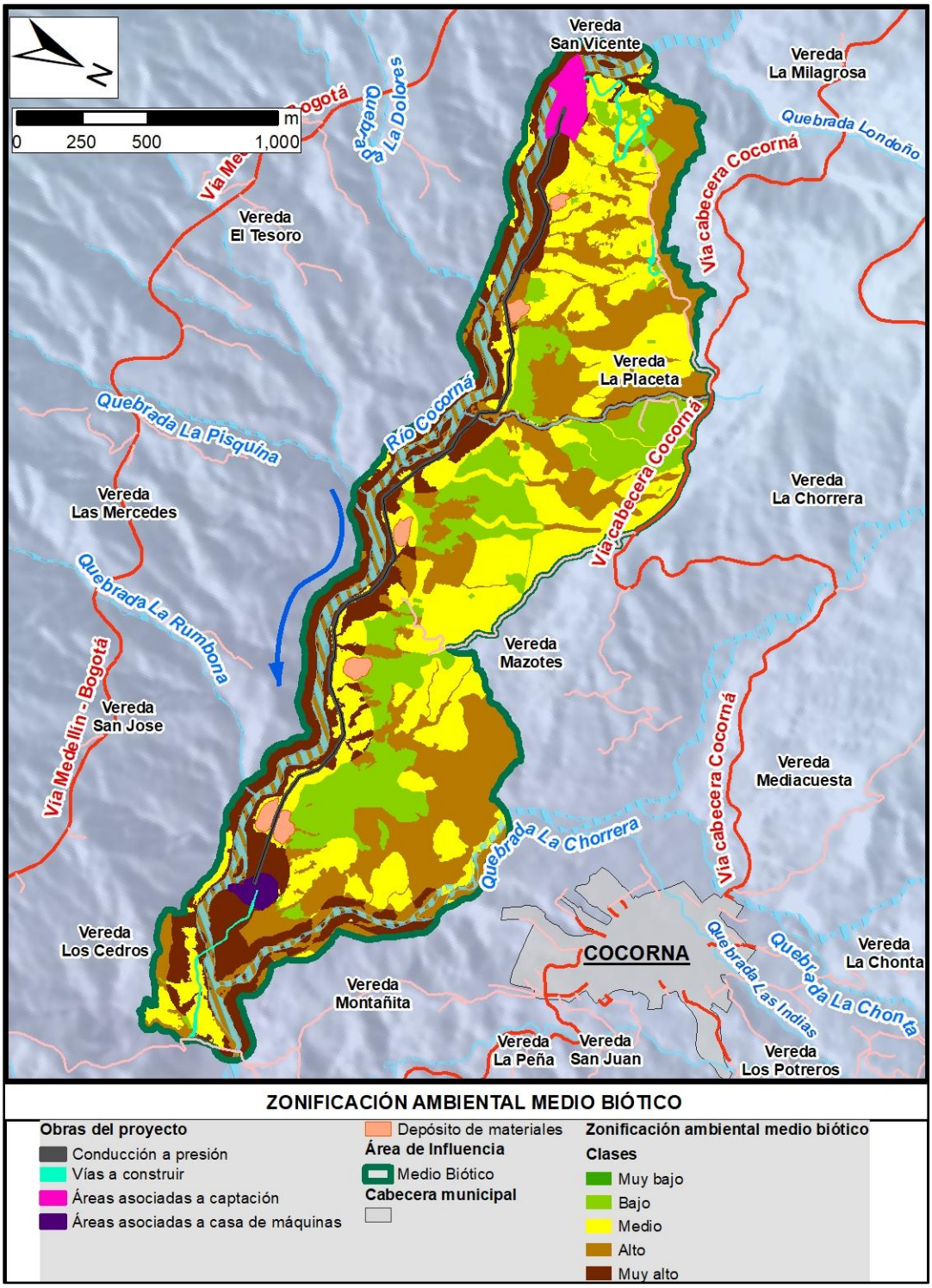



Figura 42. Zonificación Ambiental del Medio Biótico.

Los resultados para la zonificación del medio biótico apreciables en la Tabla 25, muestran una variación mínima en la extensión de las categorías de sensibilidad obtenidos en términos de porcentaje si (+2% aprox. en la categoría Muy alta -2% aprox. En categoría alta y -1% aprox en categoría media) se comparan con la Tabla 6-20 Resultados de la Zonificación Ambiental del Medio Biótico del estudio. La lectura de este análisis debe tener en cuenta que el resultado de la zonificación ambiental para el medio biótico es el resultado de la ponderación de las temáticas consideradas, áreas de conservación y protección ambiental de acuerdo a la legislación vigente, hábitats para las especies de fauna terrestre, Hábitats para las comunidades hidrobiológicas y flora asociada a las coberturas de la tierra; en donde solo este último fue objeto de modificación de acuerdo con las consideraciones del requerimiento.

Para la extensión del área de influencia del proyecto (2.007,2 hectáreas) sobre la cual se realiza la zonificación del proyecto no se generaron variaciones perceptibles para la cuantía de áreas por categoría de sensibilidad de zonificación, obteniendo unos resultados similares a los presentados en la Tabla 6 –42 Resultados de la Zonificación Ambiental del Proyecto Cocorná III presentada en el estudio.

# 4 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

## 4.1

Se deberá corregir el esquema de sistema de tratamiento de ARD, figura 1-8 del PGRMV, dado que el mismo no concuerda con el esquema y sistemas de tratamiento a implementar establecidos en el numeral 7.3.3.2.1 del capítulo 7 de demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales.

**Respuesta:**

Se corrige el esquema de sistema de tratamiento de ARD, figura 1-8 del anexo carpeta 7 Demanda_Rec_Nat 7.5 PGRMV y se entrega nuevamente este documento actualizado.

## 4.2

Aprovechamiento forestal de Bosque Natural:

Si luego de que se tome la decisión de fondo en cuanto a la viabilidad de la Licencia Ambiental solicitada para autorizar el permiso de aprovechamiento forestal único de bosque natural solicitado por la Sociedad Taborda Vélez y CIA. identificada con NIT 890.929.315-2, en beneficio de los predios identificados con cédula catastral 19720010000013000062, 19720010000014000001, 19720010000013000040, 19720010000013000041, 19720010000013000057, 19720010000013000058, 19720010000013000060, 19720010000013000094, 19720010000014000027, 19720010000014000009, 19720010000014000003, 19720010000014000004, 19720010000013000065, 19720010000013000061, 19720010000019000001 18, y

19720010000013000005 ubicados en las veredas Mazotes, La Placeta y Los Cedros del Municipio de Cocorná; las actividades relacionadas con este permiso no podrán iniciarse, hasta tanto el usuario de respuesta a los siguientes requerimientos:

El usuario deberá presentar los respectivos folios de matrícula inmobiliaria (certificado de libertad y tradición) y las respectivas autorizaciones (en el caso de no ser propietario), de los siguientes predios: 19720010000130000062, 19720010000014000001, 19720010000130000040, 19720010000130000041, 19720010000130000057, 19720010000130000058, 19720010000130000060, 19720010000130000094, 19720010000140000027, 19720010000014000009, 19720010000014000003, 19720010000014000004, 19720010000130000065, 19720010000130000061, 197200100000019000000118, y 19720010000013000005 en donde se pretende llevar a cabo el aprovechamiento forestal.

**Respuesta:**

Es de resaltar que el esquema de proyecto presentado se encuentra en una fase previa a la de diseños definitivos para el proyecto y en concordancia las estimaciones de intervención en predios no son definitivas. En virtud de esta condición se estima que luego de tener una viabilidad de la Licencia Ambiental para el proyecto y abordado tanto los diseños definitivos como los detalles de la negociación predial serán presentados los documentos legales de los predios en donde se realizara el aprovechamiento forestal y las autorizaciones de ingreso en el marco de la normativa vigente.

**4.3**

Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Deberá corregir los profesionales idóneos para las actividades de muestreo de fauna silvestre (herpetos, mamíferos, aves e hidrobiota), toda vez que se proponen perfiles que no son aptos tales como ingenieros forestales, agrónomos e ingenieros ambientales.

**Respuesta:**

A continuación, se hace la corrección respecto a los profesionales que deben encargarse de los diferentes muestreos de fauna silvestre:

**Fauna terrestre**

- Herpetos

Formación Académica: Biólogo o ecólogo con conocimientos y competencias específicas en herpetología.

Experiencia específica: Profesional en biología o ecología, con mínimo 1 año de experiencia específica en estudios de herpetos, diseño de muestreo, preparación de equipos y materiales e identificación visual, acústica (cantos y/o llamados) y taxonómica de las diferentes especies de anfibios y reptiles silvestres. Experiencia en técnicas de colecta y técnicas de sacrificio, preservación, conservación y transporte de especímenes. Experiencia en el manejo de accidentes ofídicos

- Aves

Formación Académica: Biólogo o ecólogo con conocimientos y competencias específicas en herpetología.

Experiencia específica: Profesional en biología o ecología con mínimo 1 año de experiencia específica en estudios de aves, diseño de muestreo, preparación de equipos y materiales e identificación visual, acústica (cantos y/o llamados) y taxonómica de las diferentes especies de aves silvestres. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación en líquido y en seco, conservación y transporte de especímenes de aves (manejo y/o manipulación de líquidos preservantes) y toma de datos y medidas y análisis de los mismos. Se requiere además dominio en el montaje y manejo de redes de niebla y extracción de individuos de las mismas.

- Mamíferos

Formación Académica: Biólogo o ecólogo con conocimientos y competencias específicas en herpetología.

Experiencia específica: Profesional con mínimo 1 año de experiencia específica en estudios de mamíferos, diseño de muestreo, preparación de equipos y materiales e identificación visual, acústica (cantos y/o llamados) y taxonómica de las diferentes especies de mamíferos silvestres. Experiencia en técnicas de colecta y técnicas de sacrificio, preservación, conservación y transporte de especímenes de este grupo de fauna. Se requiere además dominio en el montaje y manejo de redes de niebla y extracción de individuos de las mismas.

**Ecosistemas acuáticos**

A continuación, se hace la corrección de los profesionales para las actividades de muestreo para los ecosistemas acuáticos.

- Perifiton

Formación Académica: Biólogo, ecólogo, ingeniero pesquero y/o acuícola.

Experiencia específica: Profesional con mínimo 1 año de experiencia específica en el manejo de grupos de trabajo, diseño, planeación y ejecución de muestreos de fitoplancton, utilizando metodologías adecuadas para los diferentes ambientes de muestreo. Experiencia en la utilización de redes de fitoperifiton, en la preservación y

transporte de muestras. Experiencia en identificación de muestras colectadas, análisis de calidad ambiental y bioindicadores. Además de manejo de protocolos de preservación de especímenes.

- Bentos

Formación Académica: Biólogo, ecólogo, ingeniero pesquero y/o acuícola.

Experiencia específica: Profesional con mínimo 1 año de experiencia específica en diseño, planeación y ejecución de los muestreos de comunidades de macroinvertebrados, utilizando las metodologías apropiadas de acuerdo a cada ambiente. Experiencia en la utilización de métodos de colecta, tales como red triangular, red Surber, draga Ekman y colección manual. Experiencia en el procesamiento de la información, taxonomía, manejo de datos, índices de calidad ambiental y el uso de los macroinvertebrados como indicadores biológicos. Además, en manejo de protocolos de preservación de especímenes.

- Peces

Formación Académica: Biólogo, ecólogo, ingeniero pesquero y/o acuícola.

Experiencia específica: Profesional con conocimientos específicos en íctiología, con mínimo 1 año de experiencia específica en estudio ictiológicos. Experiencia en técnicas de colecta, sacrificio, preservación, conservación y transporte de especímenes ícticos. Se requiere además dominio en taxonomía de peces e identificación de especies en campo, capacidad para la toma y procesamiento de muestras de tejido biológico, manejo de aparejos de pesca.

**4.4**

Materiales de construcción

**4.4.1**

Presentar las resoluciones mediante las cuales se otorga Licencia Ambiental, a cada una de las canteras que proveerán los materiales de construcción requeridos por el proyecto.

**4.4.2**

Indicar la capacidad de producción de las canteras y su relación con los volúmenes de materiales de construcción, requeridos por el proyecto.

**Respuesta 4.4.1 – 4.4.2:**

Cuando se tengan los estudios de detalle y previo al inicio de las obras de la PCH Cocorná 3 se presentarán a la corporación las resoluciones de otorgamiento de

licencia ambiental y las capacidades de las canteras que proveerán al proyecto de los materiales pétreos para la construcción, ya que en el momento se tiene información de 7 fuentes de explotación como se presentó en el capítulo 3 y algunas canteras se tendrán que descartar en fases posteriores.

# 5 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS

Identificación y Evaluación de Impactos para el Escenario Sin Proyecto

**Medio Abiótico**

**5.1**

Presentar la matriz de calificación de impactos ambientales para el escenario sin proyecto, dado que el análisis presentado solo llega hasta la identificación de ASPI y FARI para cada medio.

**Respuesta:**

En el Capítulo 8 Evaluación Ambiental, del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Cocorná III entregado en abril de 2022, Numeral 1.2.1 Escenario sin proyecto, en la Tabla 8-10, Tabla 8-11 y Tabla 8-12 se presentan las matrices de calificación de impactos sin proyecto para cada medio (ver Anexo 8.1 Evaluación Ambiental de la entrega anterior del EIA), seguido de las respectivas fichas de descripción de dichos impactos, donde se justifican las valoraciones obtenidas.

**5.2**

Presentar la descripción y análisis del ciclo sedimentológico de la fuente de agua afectada, realizando el análisis con y sin proyecto. Dicho análisis debe soportarse mediante la implementación y calibración de un modelo regional de producción/transporte de sedimentos y un modelo local que permita estimar el impacto de la implementación de estrategias de manejo de sedimentos sobre la geomorfología, la calidad del agua y la ecología del cuerpo de agua, así como simular el lavado de sedimentos de la zona de captación, cuando se produce el vaciado de este.

**Respuesta:**

A pesar de que el archivo "*Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural*" fue presentado en los anexos del Estudio de Impacto Ambiental suministrado en abril del 2022, en esta entrega, se presenta nuevamente el documento modificado en su nombramiento y fecha y se encuentra en la ruta 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos.

La presentación de la descripción y análisis del ciclo sedimentológico de la fuente de agua afectada SIN proyecto, se presenta en el anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural, en su numeral 1, donde se expone de forma amplia lo referente a la composición granulométrica del material del lecho y del sedimento transportado, las características morfométricas del cauce, el régimen de transporte de sedimento actual, la caracterización hidráulica del cauce en el tramo en estudio y el balance de sedimento para la cuenca al sitio de las obras.

Lo correspondiente a la presentación de la descripción y análisis del ciclo sedimentológico de la fuente de agua afectada CON proyecto, se presenta en el anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural en su numeral 2 “Descripción de influencia del proyecto en términos de la dinámica de sedimentos”, donde se presentan las características del sedimento atrapado en el desarenador y en el pondaje, la operación de las estructuras hidráulicas en lo referente a la purga de sedimentos, y el impacto de dichas actuaciones en el régimen sedimentológico del cauce a la altura de las obras futuras.

Los análisis se soportaron en la implementación y calibración, como modelo regional de producción/transporte de sedimentos, de la curva regional de producción de sedimento construida según lo expuesto en el numeral 1.4 del anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos, archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural.

Igualmente, los análisis se soportaron en un modelo local implementado entre el sitio de captación de la PCH Cocorná III y la captación de la PCH Pantágoras, con el cual se valoraron los impactos de las obras hidráulicas del proyecto en el transporte de sedimentos del río, según se muestra en el anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos, archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural numeral 2.3 “*Implementación de un modelo local de transporte de sedimento en el tramo comprendido entre la captación de PCH Cocorná III y la captación de PCH Pantágoras*”, con el cual se simularon el manejo (purga) de sedimentos en la zona de captación (pondaje y desarenador).

Adicionalmente y como se presentó en el Estudio de Impacto Ambiental entregado en abril de 2022, *Capítulo 5 Caracterización abiótica parte 2,* Numeral 5.1.4.9.6 Transporte de Sedimentos, el río Cocorná tiene una gran capacidad de arrastre de sedimentos y con la construcción de las obras que se plantean en la zona de captación (azud, descarga de fondo, desarenadores y tanque de carga) gran parte de los sedimentos van a quedar retenidos, por tal motivo se presenta el plan de manejo 10.1.1.8. *Manejo de sedimentos* y los mantenimientos periódicos (3.4.2.6 y 3.4.2.7 del Capítulo 3. Descripción del proyecto) que deben realizarse en las estructuras para devolver al río los sedimentos atrapados. Los planteamientos en el PMA y las actividades de operación en el mantenimiento de las obras se realizaron de manera que la disposición de los sedimentos tuviera un comportamiento simular a la que viene haciendo naturalmente el río y de esta manera los cambios en la calidad del agua y

la interacción de los sedimentos con el entorno ecológico tenga la menor afectación posible.

**5.3**

Presentar plan de manejo de sedimentos con sus respectivas medidas para la zona de pondaje, desarenadores y tanque de carga, describiendo como se realizará la descarga periódica de estos al rio sustentado en los modelos sedimentológicos

**Respuesta:**

El plan de manejo de sedimento en las obras de captación mediante maniobras de purga se presenta en el Programa de manejo de sedimentos PMA-MF-08, numeral 10.1.1.8 del Capítulo 10 Planes y Programas del Estudio de Impacto Ambiental entregado en abril de 2022. En este plan, en el apartado 3 “Manejo de sedimentos en el pondaje (fase de operación) se especifica que el procedimiento de purga del pondaje debe consultarse en el capítulo 3, particularmente en el apartado de manejo de sedimentos (numeral 3.4.2.1.3), y en este último se remite al anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos, archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural (numeral 2.3) donde se desarrolla todo el sustento mediante el modelo sedimentológico local implementado para el proyecto. En este apartado se aclara que el valor del volumen total del pondaje, el cual, según lo presentado en el Anexo 5.1.8, tiene un valor calculado de 5.585 $m^3$ y no de 28.610 $m^3$ como se presentó en el plan de manejo (PMA-MF-08).

Igualmente, en el apartado 4 “*Manejo de sedimentos en desarenadores (fase de operación)*” de la ficha del plan de manejo PMA-MF-08 previamente mencionada, se maneja lo referente al desarenador, haciendo también referencia al capítulo 3 apartado manejo de sedimentos, y en este a su vez al Anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos, archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natura (en su numeral 2.3), donde se presenta el detalle de la simulación del proceso de atrapamiento y de purga del desarenador para las diferentes condiciones hidrológicas y funcionamiento continuo de la captación, con base en el modelo sedimentológico implementado.

**5.4**

Se deberá incorporar la calificación del impacto “Cambio de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua” relacionado con el factor de calidad del agua del componente hidrológico, en la tabla 10-1, dado que el mismo no se presentó.

**5.5**

Se deberá presentar en el numeral 1.2.1.2 la justificación del impacto ambiental “Cambio de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua”, que permita verificar la calificación de importancia ambiental del mismo.

**Respuesta 5.4 – 5.4:**

Se entrega nuevamente el Capítulo 8 actualizado, donde se incorpora la calificación del impacto “cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua” en la tabla 1-10 Calificación de impactos sin proyecto, y la respectiva ficha de descripción de impactos, donde se justifican las valoraciones obtenidas (numeral 1.2.1.2.).

## 5.6 Evaluación económica Ambiental

### 5.6.1

Se debe ajustar el nombre de los servicios ecosistémicos incluidos en la cuantificación biofísica en el sentido de que, guarden coherencia con la forma como son nombrados tanto en el capítulo 5 como en el capítulo 8, estos ajustes, deberán ser tenidos en cuenta también para el análisis de internalización.

**Respuesta:**

La atención al requerimiento se realizó en la Tabla 8-47 del Capítulo 8 Evaluación ambiental, numeral 8.4.6.3 Cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos y en el archivo de excel 2. Internalización Cocorná 2022 que se encuentra anexo en la carpeta 8 Evaluación Ambiental, carpeta 8.3 Evaluación Económica

### 5.6.2

En la cuantificación biofísica de los servicios ecosistémicos se deberán ajustar las unidades de medida y cuantificación del impacto seleccionada para los impactos denominados Cambio en la disponibilidad del agua superficial, Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, Alteración en la dinámica fluvial, en el sentido de usar unidades de medida que permitan evidenciar el delta ambiental generado por el proyecto una vez entre en ejecución, tener en cuenta que, para la selección de estas unidades de medida y para su valor asociado se puede hacer uso de los datos levantados en la caracterización de línea base de cada uno de los medios y/o grupo de componentes. Para el impacto denominado generación de residuos, se recomienda incluir en la cuantificación de impacto, los kg/días proyectados a generar en la etapa de operación.

**Respuesta:**

La atención al requerimiento se realizó en la Tabla 8-47 del Capítulo 8 Evaluación ambiental, numeral 8.4.6.3 Cuantificación biofísica de los cambios en los bienes y servicios ecosistémicos y en el archivo de excel 2. Internalización Cocorná 2022 que se encuentra anexo en la carpeta 8 Evaluación Ambiental, carpeta 8.3 Evaluación Económica

**5.6.3**

En el análisis de internalización, el usuario deberá para los impactos denominados Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos, Cambio en los usos del suelo, Generación de residuos sólidos, Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, Afectación a piezas del patrimonio arqueológico ajustar el indicador de línea base seleccionado (nombre y valor), en el sentido de incluir unidades físicas medibles, que permita comparar con la columna de cuantificación (cambio de los servicios ecosistémicos o ambientales) para evidenciar el delta ambiental generado y de esta manera evidenciar el delta ambiental generado por la entrada en ejecución del proyecto.

**Respuesta:**

La atención al requerimiento se encuentra en el archivo de excel 2. Internalización Cocorná 2022 que se encuentra anexo en la carpeta 8 Evaluación Ambiental, carpeta 8.3 Evaluación Económica.

**5.6.4**

En el análisis de internalización de los impactos denominados Incremento de los fenómenos de ahuyentamiento de fauna, Cambio en la estructura de las especies de fauna, se deberá aclarar si el indicador con el cual comparará el delta ambiental después de la entrada el proyecto, incluirá solamente las especies endémicas y/o que se encuentran en alguna categoría de amenaza o incluirá el total de especies identificadas en la caracterización de línea base. En caso tal se debe justificar por qué solamente incluye las especies endémicas o en alguna categoría de amenaza, adicionalmente se sugiere dejar en el apartado de valor, solamente la cantidad de especies, esto es, por ejemplo, aves:5, mamíferos: 2, etc.

**Respuesta:**

La atención al requerimiento se encuentra en el archivo de excel 2. Internalización Cocorná 2022 que se encuentra anexo en la carpeta 8 Evaluación Ambiental, carpeta 8.3 Evaluación Económica.

**5.6.5**

En el análisis de internalización, para los impactos denominados, Alteración de las actividades económicas, Alteración a predios por la infraestructura del proyecto, se deberá ajustar el indicador de línea base seleccionado (nombre y valor), en el sentido de incluir unidades físicas medibles, que permita comparar con la columna de cuantificación (cambio del servicios ecosistémico o ambiental) para evidenciar el delta ambiental generado y de esta manera evidenciar el delta ambiental generado por la entrada en ejecución del proyecto.

**Respuesta:**

La atención al requerimiento se encuentra en el archivo de excel 2. Internalización Cocorná 2022 que se encuentra anexo en la carpeta 8 Evaluación Ambiental, carpeta 8.3 Evaluación Económica.

**5.6.6**

Se le solicita al Usuario, justificar técnicamente como se logran internalizar, es decir cómo se logra prevenir o corregir en un 100% con la aplicación de las medidas de manejo ambiental, los impactos denominados cambios en los usos del suelo y Alteración a predios por la infraestructura del proyecto, en caso de no tener una justificación técnica que responda a los criterios de internalización descritos en el manual Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en proyectos, obras y/o actividades objeto de licenciamiento ambiental, estos impactos deberán ser incluidos en la evaluación económica- Análisis costo beneficio.

**Respuesta**:

El requerimiento se atiende aceptando que los impactos denominados Cambios en los usos del suelo y Alteración a predios por la infraestructura del proyecto no cuentan con medidas de prevención o corrección que permitan internalizarlos. De esta manera, se sacan del análisis de internalización y se valoran como impactos que demandan una medida de compensación valorada en términos de lo que los propietarios de los predios afectados por las obras civiles del proyecto o por el cambio en los usos del suelo considere suficiente para compensar la afectación ocasionada por el proyecto.

**5.6.7**

Se le solicita al Usuario, aclarar y justificar técnicamente, en la valoración económica del impacto Alteración de la dinámica fluvial, cómo las obras de ocupación de cauce y costos del trámite de evaluación del permiso se pueden constituir como un proyecto sombra que permita mejorar, beneficiar o mantener las condiciones de utilidad del ecosistema a intervenir.

**Respuesta:**

El requerimiento se atiende aceptando que las obras de ocupación de cauce y costos del trámite de evaluación del permiso no se pueden constituir como un proyecto sombra. Se realizan los ajustes necesarios en el análisis de Valoración Económica del impacto.

**5.6.8**

En la valoración económica del impacto Alteración a la conectividad ecológica se deberá aplicar de manera adecuada la ecuación de PPA, en el sentido de trabajar con los valores de IPC de los sitios donde fueron desarrolladas las investigaciones utilizadas para la transferencia de beneficios (Indonesia y Ecuador).

**Respuesta:**

Dado que las investigaciones consultadas para realizar la valoración económica de este impacto no son idóneas para homologar las condiciones ecosistémicas del proyecto. Adicionalmente, al consultar la base de datos existente para explorar investigaciones de este tipo no se encontraron estudios en condiciones semejantes, se decidió ajustar las medidas de manejo planteadas en los siguientes programas para prevenir las posibles afectaciones de este impacto. De esta manera, el impacto se sacó del análisis de valoración económica para internalizarlo a través de diferentes medidas de prevención estipuladas en los siguientes PMA:

- Programa de Bioingeniería
- Programa de Manejo de la Cobertura Vegetal
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de manejo a las especies vulnerables y amenazadas

**5.6.9**

Teniendo en cuenta que, la transferencia de beneficios para la valoración económica del impacto Alteración a la conectividad ecológica se realiza utilizando estudios donde valoran la polinización para cultivos de café y que, la cobertura a afectar por el proyecto hidroeléctrico Cocorná III, no corresponde exclusivamente a áreas de cultivo de café, se sugiere realizar una búsqueda otros estudios donde se realice la valoración económica para este servicio, pero que no estén estrictamente vinculados a cultivos de café, sino que, correspondan a áreas de bosques con condiciones ambientales similares a las del área donde se va a desarrollar el proyecto y ajustar la valoración económica con los nuevos valores consultados. En caso de no encontrar el estudio, el usuario deberá justificar, allegando las referencias bibliográficas consultadas indicando, además, las razones por las cuales no fueron seleccionados los estudios/investigaciones.

**Respuesta**

Dado que las investigaciones consultadas para realizar la valoración económica de este impacto no son idóneas para homologar las condiciones ecosistémicas del proyecto. Adicionalmente, al consultar la base de datos existente para explorar investigaciones de este tipo no se encontraron estudios en condiciones semejantes, se decidió ajustar las medidas de manejo planteadas en los siguientes programas para prevenir las posibles afectaciones de este impacto. De esta manera, el impacto se sacó del análisis de valoración económica para internalizarlo a través de diferentes

medidas de prevención estipuladas en los PMA discriminados en la atención del requerimiento anterior.

**5.6.10**

En la valoración económica del impacto Afectación a los corredores biológicos acuáticos, se le solicita al Usuario, aclarar por qué habla de DAP pagar en los estudios #1 y 2, cuando al revisar los estudios, en ninguno de ellos se realiza una estimación económica de la disposición a pagar (DAP), en caso de no contar con una justificación técnica, estos estudios no deberán ser tenidos en cuenta para la transferencia de beneficios.

**Respuesta**

Dado que las investigaciones consultadas para realizar la valoración económica de este impacto no son idóneas para homologar las condiciones ecosistémicas del proyecto. Adicionalmente, al consultar la base de datos existente para explorar investigaciones de este tipo no se encontraron estudios en condiciones semejantes, se decidió ajustar las medidas de manejo planteadas en los siguientes programas para prevenir las posibles afectaciones de este impacto. De esta manera, el impacto se sacó del análisis de valoración económica para internalizarlo a través de diferentes medidas de prevención estipuladas en los siguientes PMA:

- Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua
- Programa de Manejo del Recurso hídrico
- Programa de rescate contingente de ictiofauna

**5.6.11**

En la valoración económica del impacto Afectación a los corredores biológicos acuáticos, para poder usar el estudio #3 en la transferencia de beneficios se hace necesario que el Usuario corrija los países donde fue desarrollado el estudio, use los valores reportados en el artículo y aplique de manera adecuada la ecuación de PPA usando los países de referencia.

**Respuesta**

Dado que las investigaciones consultadas para realizar la valoración económica de este impacto no son idóneas para homologar las condiciones ecosistémicas del proyecto. Adicionalmente, al consultar la base de datos existente para explorar investigaciones de este tipo no se encontraron estudios en condiciones semejantes, se decidió ajustar las medidas de manejo planteadas en los siguientes programas para prevenir las posibles afectaciones de este impacto. De esta manera, el impacto se sacó del análisis de valoración económica para internalizarlo a través de diferentes medidas de prevención estipuladas en los PMA discriminados en la atención del requerimiento anterior.

**5.6.12**

Ajustar la relación beneficio costos incluyendo todos los ajustes derivados de las recomendaciones realizadas.

**Respuesta**

Todos las modificaciones realizadas se ajustaron en la relación beneficio-costo

**5.6.13 Superposición de Proyectos**

5.6.13.1

Dada la incertidumbre existente con relación al capítulo, el Usuario deberá realizar nuevamente el capítulo de Superposición de Proyectos, realizando primero un análisis sobre superposición de obras y luego el análisis respectivo de superposición de impactos tanto para la fase constructiva como para la operativa, para los componentes abiotico, biotico y social. Para ambas fases dicho análisis debe identificar los impactos individuales a generados por cada proyecto y las responsabilidades individuales, (con los respectivos planes y programas para su atención en ambas fases, incluido el plan de contingencia para la atención de las mismas frente a eventuales afectaciones para los distintos escenarios que involucren a los demás proyectos identificados en este análisis), y/o en su defecto una propuesta de atención conjunta y concertada para aquellos impactos que no puedan ser identificados individualmente, de tal forma que pueda acorde con lo estipulado en el decreto 1076 demostrarse la coexistencia de los proyectos; lo anterior considerando una mayor articulación con el capítulo de impactos acumulativos para los tres componentes, que se realizó en los diferentes escenarios con los proyectos Cocorná I, Cocorná II, Popal S.A.S Cocorná III, Pantágoras y línea de transmisión San Lorenzo - Sonsón; dado que, en el capítulo de Superposición de Proyectos, se realiza el análisis sólo con el Proyecto Hidroeléctrico Pantágoras.

**Respuesta:**

La incertidumbre enunciada no se describe ni detalla, por lo cual no se puede presentar un acercamiento conciso a la esquematización de una respuesta directa. En consecuencia, no se entiende la solicitud de "…realizar nuevamente el capítulo de Superposición de Proyectos…" porque el evaluador no concreta de manera exacta las deficiencias de información o los aspectos en que la información no abarcó los temas de manera exhaustiva. Como se demuestra en los párrafos siguientes, los análisis se efectuaron de manera acorde a los TdR y a las metodologías generalmente utilizadas para afrontar este tipo de escenarios múltiples. No obstante, en aquellos puntos o aspectos en los que se detecten problemas de información, se atenderá su falta de la manera que se manifestará en cada uno de los casos.

En pro de una forma asertiva de ofrecer, presentar y atender de manera adecuada el requerimiento es necesario indicar la estructura de conformación del Capítulo 8, en donde se incorporaron tanto la definición y determinación de los impactos acumulativos como el análisis de superposición de proyectos.

Antes de desarrollar esta respuesta, es importante y necesario establecer como punto de partida que los requerimientos de información adicional, en el tipo de trámite que nos ocupa, deben atender precisamente a faltantes de testimonio o de validación de los aspectos ambientales y socioeconómicos del territorio donde se proyecta implementar la PCH; también, por otro lado, a las metodologías elaboradas y adoptadas por las autoridades competentes para su definición y determinación y, además, a los Términos de Referencia y Especificaciones que ellas expiden y que se convierten en Normas de cumplimiento obligatorio. En el caso particular de este requerimiento, sin que todavía exista una norma expresa que de forma taxativa obligue a un procedimiento único con respecto al orden de análisis de los impactos acumulativos y la superposición de proyectos, exigir que se adelante uno primero que el otro, "*…realizando primero un análisis sobre superposición de obras y luego el análisis respectivo de superposición de impactos tanto para la fase constructiva como para la operativa, para los componentes abiótico, biótico y social…"*, no solo impone un derrotero no reglado sino que desvirtúa el enfoque de los estudios ambientales en lo que tiene que ver con la acumulación de los impactos en proyectos que se encuentran localizados en una misma zona geográfica, en este caso cuenca hidrográfica, en cualquiera de sus etapas o fases.

Es decir, independiente de las obras civiles o de los tramos comunes de intervención, el estudio de impacto ambiental debe conseguir como objetivo la identificación y el manejo de los impactos que cada proyecto, por sí mismo, pueda llegar a generar sobre los medios abiótico, biótico o socioeconómico, sumados a aquellos impactos que pueden llegar a acumularse o sumarse con un efecto de potenciación de mayor afectación, aunque en algunos casos la sucesión o conjunción de ellos pueda, de manera beneficiosa, contribuir al mejoramiento e incremento de las condiciones de vida del sector en análisis.

Para el caso de Cocorná III se identificaron en primer lugar los impactos de cada proyecto en análisis, donde sólo se incorporó el Proyecto PCH Pantágoras por ser el inmediatamente siguiente en el recorrido hacia aguas abajo. Cabe advertir, que no existen usuarios (captaciones) del agua del río diferentes a estos proyectos, debido a que la pendiente y las características de su cauce no posibilitan tomas de agua simples o de bajo costo. Las capacidades "turísticas" del tramo a intervenir, consisten en la posibilidad de disfrute en algunas zonas en las que se forman balnearios o charcos, pero sólo para un sector muy restringido de la población por las difíciles condiciones de acceso y de baño (en aquellos pocos predios donde permiten el ingreso o a los que se llega por la única servidumbre existente "camino real" que llega al puente colgante peatonal denominado Mazotes). En realidad, el río es utilizado como receptor de vertimientos sin tratamiento.

Los otros proyectos no se tuvieron en cuenta por las siguientes razones:

PCH Cocorná I (licenciado, sin construir): La descarga del proyecto Cocorná I está situada a una distancia de 2,9 km de la captación de Cocorná III, ver Figura 43; en esta longitud, el río Cocorná recibe las contribuciones de las quebradas El Biadal, La Cadavid y La Hundida que aportan un importante volumen cercano a los 4,0 m3/s. Dentro de los impactos de este proyecto, el que podría sumarse a los propios de Cocorná III, estaría el de reducción del caudal por la utilización que haría para su generación. Por una parte, desde la óptica de la afectación por capacidad de generación frente a una parada de las turbinas de Cocorná I, como ambos son proyectos del mismo promotor o interesado, tienen concertación directa para la utilización coordinada de los caudales concedidos y de las obligaciones de caudal ambiental. De otro lado, desde la perspectiva del impacto a las comunidades biológicas, la restitución que se hace en la descarga y la contribución de los afluentes en dicho tramo mantienen las condiciones normales y naturales para los ecosistemas acuáticos. En síntesis, no hay razones para considerar impactos acumulativos con el proyecto Cocorná I.

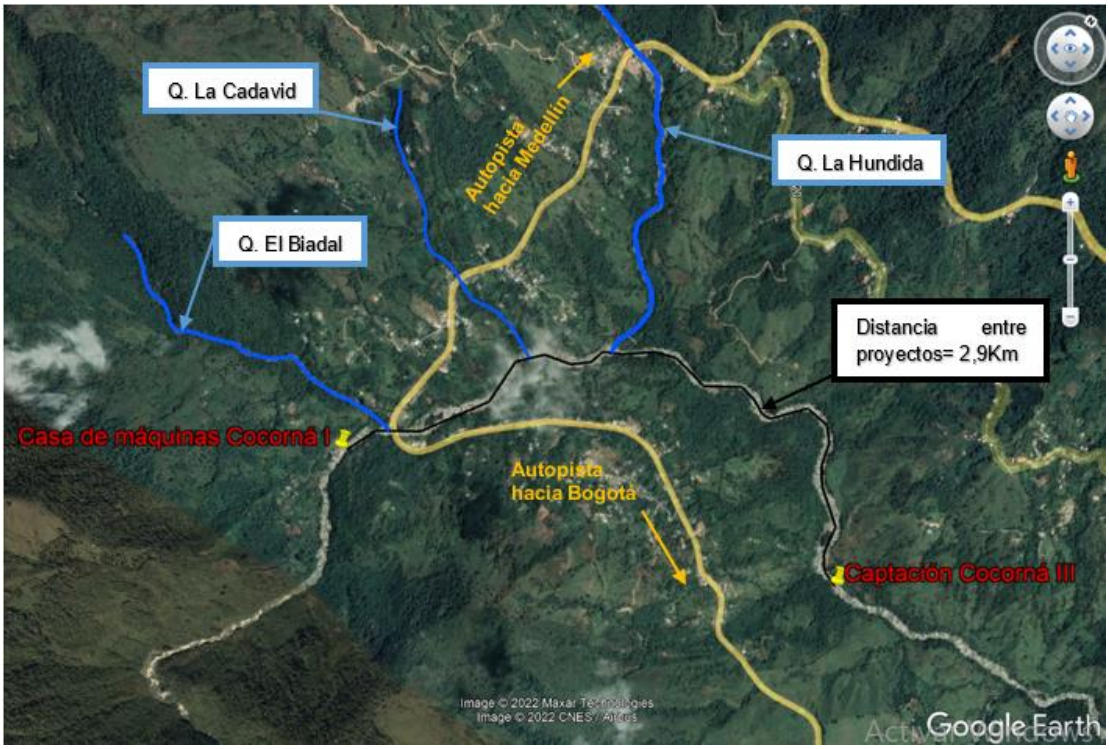



Figura 43. Distancia entre la descarga de la PCH Cocorná I y la PCH Cocorná 3

Proyecto Popal (en operación): Esta Central se encuentra construida y operando, según datos de HMV Ingenieros, desde el año 2013. Su captación se encuentra a una distancia de 6,3 km de la descarga de Cocorná III y a 9,9 km de su captación. Los impactos que pudo haber generado en su construcción han sido objeto de monitoreo y seguimiento por parte de CORNARE, quien también ha vigilado y controlado sus Planes de Manejo Ambiental y de Compensación, por medio de los índices ICA (cumplimiento ambiental). Su área de influencia no se intersecta con la de Cocorná III ni tampoco sus efectos hacia aguas arriba. Por ende, el análisis debe atenerse a la condición de coexistencia ante las modificaciones al caudal disponible del río Cocorná que se efectúen por la operación de Cocorná III. Como se registra en el numeral 1.51 del Capítulo 8 del EIA en atención, el tiempo de viaje desde la captación de Cocorná III hasta la de Pantágoras es de 31,7 minutos, para un tramo de 3.7 km. Este tiempo se aumentaría a 51 minutos adicionales para llegar hasta la captación de Popal, por razón de que los caudales que ingresan de los afluentes en este tramo, aumentan la velocidad y disminuyen los tiempos. En el tramo de caudal reducido de Pantágoras, según cálculos presentados en el EIA ya evaluado y aprobado, existe una recarga de 0,46 m3/s, con base en caudales medios, más el caudal de La Chorrera (3,82 m3/s), que no alcanzan a ocasionar pérdidas de generación efectiva.

Línea de transmisión San Lorenzo – Calizas (Sonsón): En el enlace de la página web de EPM se detalla la siguiente descripción de las veredas del municipio de Cocorná que componen el área de influencia de este proyecto:

*"El área de influencia del proyecto lo componen* ***tres veredas del municipio de Cocorná*** *(La Inmaculada, La Granja y La Veta) y* ***trece veredas del municipio de San Luis*** *(San Pablo, El Silencio, Montenegro, La Tebaida, Santa Rosa, La Linda, El Jordán, La Palestina, La Garrucha, El Palacio, La Josefina, Monteloro y Altavista)."*

*https://www.epm.com.co/site/epm-inicio-construccion-de-linea-de-energia-a-110-kv-entre-subestaciones-calizas-y-san-lorenzo*

Es evidente, que ninguna de dichas veredas hace parte del área de influencia de Cocorná III y es suficiente argumento para no considerar dicho proyecto en la evaluación de impactos acumulativos como tampoco en el análisis de superposición.

Regresando al tema principal en cuestión, sólo el proyecto Pantágoras exige su inclusión para la evaluación de impactos acumulativos que fueron suficientemente tratados con detalle, rigurosidad y exhaustividad en el capítulo 8 Evaluación ambiental numeral 1.3. Se realizaron los análisis FARI y ASPI, se identificaron los impactos y se evaluaron para poder presentar los Planes de Manejo conjuntos e individuales que aparecen registrados en el numeral 1.3.2 del capítulo 8 Evaluación ambiental

Debe aquí anotarse que la evaluación de impactos acumulativos no se relaciona directa ni indirectamente, salvo en casos excepcionales que no atañen a dos poryectos de PCH en tramos *cuasi* continuos, con la coexistencia de los mismos. Esta última condición tiene que ver más con las afectaciones que puedan llegar a presentarse por la operación simultánea en la generación de la energía hidroeléctrica, puesto que la central ubicada aguas abajo sufre las modificaciones de caudal, voluntarias o no, que realice la central aguas arriba.

5.6.13.2

Analizar si se presenta superposición en el tramo sobre el río Cocorná entre la descarga de Cocorná III y la captación de Pantágoras, con el objetivo de identificar impactos individuales y establecer responsabilidades individuales por posibles afectaciones a ecosistemas acuáticos, acumulación y transporte de sedimentos, erosion, socavación de laderas, sedimentacion, afectación a predios, afectación a fuentes hídricas cercanas (quebrada La Chorrera y otras), pérdida de vegetación riparia, frutales u otros que estén cerca de las laderas, tal como lo establecen los términos de referencia con relación a la superposición de proyectos donde se considera lo siguiente: "En el caso en que exista Superposición de áreas con proyectos licenciados, el interesado en el proyecto a licenciar debe demostrar que estos pueden coexistir e identificar, además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta. Para el efecto, el interesado en el proyecto a licenciar deberá informar a la autoridad ambiental sobre la superposición, quien, a su vez, deberá comunicar tal situación al titular de la licencia ambiental objeto de superposición con el fin de que conozca dicha situación y pueda pronunciarse al respecto en los términos de ley. (Artículo 2.2.2.3.6.4 de Decreto 1076.)". Asimismo, complementar el análisis del componente socio-económico con la

intervención que se realizará con el actual uso del suelo (cultivo de caña y funcionamiento trapiche) en el tramo de vía compartida entre los proyectos Pantágoras y Cocorná III.

**Respuesta:**

La superposición entre los dos proyectos de PCH Cocorná III y Pantágoras, se presenta en un tramo de la vía, exactamente 60 m, de ingreso a la casa de máquinas del primero que también sirve de acceso a la zona de captación del segundo, como puede verse en la Figura 1.29 del numeral 1.5 Análisis de superposición de proyectos, Capítulo 8 del EIA en cuestión. Realmente, ante la dimensión de las obras civiles que se construirán en desarrollo de ambos proyectos, este pequeño sector de vía no alcanza mayor representatividad en cuanto a los impactos acumulativos y bajo la lente de la superposición de obras. El escenario que podría marcar la acumulación se presentará en el caso de la simultaneidad en su construcción y utilización. En tal caso, la vía tendrá que tener mayores especificaciones para la porción que accede a la casa de máquinas de Cocorná III, en razón del tamaño y peso de los equipos electromecánicos. Para Pantágoras es un acceso de medianas o bajas especificaciones porque sólo se requiere el ingreso de materiales pétreos y elementos hidromecánicos (compuertas y rejillas) para la construcción del azud, desarenadores y otros, en la zona de captación. Para el primer caso, vía de altas especificaciones – casa de máquinas - Cocorná III, se tiene un sector relativamente plano con poco volumen de excavación y bajo movimiento de tierra (60,0x6,0x0,5= 180 m3); el volumen de excavación para la futura casa de máquinas, 3.980m3, y el material pétreo y acero para los concretos, 2.652 m3 de concreto que corresponden a 3.712 de material pétreo, resultan en 7.692m3 en total. De esta forma, se tiene que, en volquetas dobletroque de 10 m3, se realizarán 770 viajes distribuidos en un período de construcción de 12 meses, para una cifra unitaria promedio de 2-3 viajes/día que no representan mayor emisión atmosférica ni mayor generación de partículas en suspensión que las ya consideradas dentro del análisis particular de Cocorná III. La simultaneidad de construcción, como caso más desfavorable en cuanto a superposición, no será alterada como tampoco se afectarán en movilidad y circulación ninguno de los dos proyectos.

En revisión de los efectos de la superposición y en el análisis y evaluación de los impactos acumulativos de ambos proyectos, se realizaron varias reuniones que concluyeron en una reunión definitiva concertada entre los consultores representantes de los mismos, I Consulta por parte de Pantágoras y Praming en representación de Cocorná III - Taborda Vélez. Se anexa copia del Acta de esta reunión. Ver Anexo 8.4 Superposición Archivo Acta Reunión Pantágoras – Cocorná III.

5.6.13.3

Presentar nuevamente el desarrollo de la metodología utilizada para el transporte de sedimentos, ya que la información evaluada no concuerda con la realidad de la cuenca, puesto que el dato de 618.861 toneladas al año es exagerado y la aclaración

de este tema es relevante para definir el manejo de los mismos con respecto a la descarga de estructuras y los proyectos localizados en la cuenca.

**Respuesta:**

No es necesario modificar los resultados de denudación obtenidos con el método RUSLE mencionados en la observación, ya que la sobre-estimación se detectó y se menciona en el documento Capítulo 5 Caracterización Abiótica Parte 2 entregado en el EIA anterior, y para todos los cálculos posteriores de producción de sedimentos se empleó la curva regional construida para el estudio, con lo cual los cálculos en las estructuras hidráulicas de manejo de sedimentos no requieren modificación.

Dada la sobreestimación mencionada en el Capítulo 5 Caracterización Abiótica Parte 2, entregado en el EIA anterior a partir de la aplicación del método RUSLE, el análisis del transporte de sedimentos de la cuenca del río Cocorná se complementó en el anexo 5.1 Caracterización Abiótica, carpeta 5.1.8_Sedimentos archivo Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural, en su numeral 1 "Caracterización del régimen sedimentológico natural (sin proyecto)", donde la producción de sedimentos se calculó a partir de la curva regional de producción de sedimento construida con los aforos disponibles para la cuenca, dando como resultado final una tasa de denudación media 0,119 mm/año (menor en un orden de magnitud a los 1,30 mm/año resultantes del RUSLE) y un rendimiento de 190,88 ton/km2/año, valor cotejado a nivel regional observándose apropiado para la zona (ver figura 1-13 del Anexo 5.1.8 Caracterización del Régimen Sedimentológico Natural).

Por lo anterior, los análisis correspondientes a oferta natural de sedimentos, ciclos de transporte, modos de transporte, y particularmente los impactos de las obras hidráulicas futuras de la PCH Cocorná III, se realizaron a partir de la caracterización realizada con la curva regional de producción de sedimentos construida para el EIA (Anexo 5.1.8), mientras que los resultados obtenidos con el método RUSLE, se tomaron como una cualificación del potencial de producción de sedimentos que pueden darse en las diferentes zonas de la cuenca aferentes a la PCH en estudio, donde, según la Figura 5 240 del Capítulo 5 Caracterización abiótica parte 2 del EIA entregado en abril de 2022, los mayores focos de producción (pérdida de suelo unitaria mayor) se localizan en la zona de la cuenca próxima a la captación, y en la parte alta del río San Lorenzo.

5.6.13.4

Realizar el análisis de superposición contemplando los siguientes escenarios:

1. Iniciando Pantágoras fase constructiva y operativa
2. Iniciando Cocorná III fase constructiva y operativa
3. Iniciando Cocorná I y Cocorná III fase constructiva, pero en fase operativa primero Pantágoras

4. Iniciando Cocorná I y Pantágoras fase constructiva, pero en fase operativa primero Cocorná III
5. Cocorná I, Cocorná III y Pantágoras - Etapa Constructiva

Además de la asignación de responsabilidades para cada escenario.

**Respuesta:**

En la respuesta al requerimiento 5.6.13.1 se hizo hincapié en que los proyectos entre sí no tienen superposición de obras, con excepción de Cocorná III y Pantágoras, que comparten un tramo de vía de 60m.

Es claro que la operación de un proyecto de PCH puede afectar al proyecto localizado aguas abajo, pero el paso del agua por este no es responsabilidad del primero. Por ello, la condición más crítica se presentaría, cuando en la casa de máquinas de Cocorná I ocurra una interrupción súbita por daño mecánico o por cualquier otra situación que la provoque, como por ejemplo la no ejecución o seguimiento al programa de mantenimiento de la infraestructura y de los equipos electromecánicos, porque el tiempo de recuperación del caudal entre su captación y la de Cocorná III influye en la operación de está última, pero como ya se mencionó estas dos plantas pertenecen al mismo promotor quien, de manera obvia, concierta o acuerda con él mismo. Es evidente que, si el promotor actual en algún momento negocia sus derechos, el futuro promotor o propietario exigirá las salvaguardas debidas dependiendo de las circunstancias de ese instante y de cual de los proyectos se encuentre ya construido o en operación.

La coexistencia de los proyectos hidroeléctricos, sean ellos de embalse o a filo de agua, que se ubican sobre una misma cuenca dependen parcialmente de las condiciones que se presenten en el que se ubique más aguas arriba, porque en el recorrido del río se pueden llegar a producir concesiones nuevas en sus afluentes, crecientes o desecación en subcuencas alimentadoras, cambios drásticos en los usos del suelo y en el tipo de cobertura vegetal o proyectos de infraestructura asociados a desarrollos agropecuarios, entre otros aspectos. En sentido contrario, el proyecto ubicado aguas abajo goza de mayor oferta hídrica que los proyectos hacia aguas arriba, porque tiene mayor área de cuenca que le entrega mayor caudal de escorrentía y también cuenta con los aportes de todas las corrientes de agua que tributan en dicha área. Con la conciliación de la situación entre Cocorná I y Cocorná III, queda por garantizar la coexistencia solo con el proyecto Pantágoras, cuyo análisis e información esta compilada y detallada de forma rigurosa e idónea en el Capítulo 8 del EIA entregado. Así como no se pueden predecir con ningún tiempo de proyección y ni siquiera con muy baja probabilidad los caudales que circularán por el río en cualquier instante (i), con menor razón se podrán garantizar las condiciones hacia aguas abajo de la restitución del caudal turbinado por Cocorná III.

Dentro de las responsabilidades que debe asumir el proyecto Cocorná III, se tiene propuesta la instalación de una válvula by pass que permita el paso del agua cuando la válvula de alivio que alimenta la turbina tenga que cerrarse por incidentes

mecánicos o cuando se tengan que realizar los mantenimientos programados para la limpieza de desarenadores, tanque de carga, material retenido en el azud, así como revisión y mantenimiento o reparación de compuertas o concretos de las estructuras. Tanto para los cierres programados como para los cierres imprevistos por fallas mecánicas, se garantizará la continuidad del flujo por medio del cierre o apertura gradual de esta válvula, cuyos pasos y tiempos de cada paso estarán especificados por la política de operación de la Central. Desde el aspecto mecánico este tipo de válvulas pueden operar con tiempos de apertura y de cierre muy cortos, menores a un (1) minuto para el caudal de diseño, con la menor o casi nula afectación al proyecto Pantágoras puesto que muy rápidamente se equilibra el caudal de descarga. En los cierres programados, la política de operación puede establecer varios pasos de cierre en la válvula que alimenta la turbina de tal forma que el caudal de descarga se equilibre con el caudal que transitará por el cauce en el tramo de caudal reducido.

5.6.13.5

Plantear el manejo conjunto y concertado de aquellos impactos que no pudieron ser identificados individualmente con sus respectivos planes y programas para su manejo con los demás proyectos involucrados en este análisis, ya que la asignación previa de responsabilidades y propuestas de manejo conjunto, disminuye la probabilidad de que existan conflictos entre las partes por la incertidumbre que pueda llegar a generarse.

**Respuesta:**

El manejo conjunto y concertado entre los proyectos Pantágoras y Cocorná III se manifiestan en un Acta de Reunión que obedeció a la reunión final luego de varios encuentros entre los profesionales de ambas empresas consultoras, I Consult para Pantágoras y Praming para Cocorná III.

Copia del Acta señalada se encuentra aportada en el Anexo 8.4 Superposición de proyectos. Allí se da cuenta de los análisis conjuntos de superposición de cada proyecto y se estipulan las responsabilidades de cada uno.

5.6.13.6

Articular el capítulo de Superposición de Proyectos con el Plan de Contingencias dentro del plan de Gestión del Riesgo en las fases constructiva y operativa para los siguientes escenarios:

- Cocorná I y Cocorná III - Etapa Constructiva
- Cocorná III y Pantágoras - Etapa Constructiva
- Cocorná I, Cocorná III y Pantágoras - Etapa Constructiva
- Cocorná III y Popal – Constructiva y operativa

**Respuesta:**

En el Plan de gestión del riesgo, numeral 10.3 y de manera específica en el numeral 10.3.3 Plan de contingencias, del Capítulo 10. Planes y Programas, se enuncian de manera detallada y se califica y cuantifican las amenazas y la vulnerabilidad con las cuales se determina la categoría del riesgo: aceptable, tolerable o crítico. Los riesgos determinados con su categoría aparecen en la Tabla 10.59, en la que puede observarse que sólo 4 de 42 riesgos reciben la calidad de críticos y ninguno de estos cuatro está asociado a la superposición o a la coexistencia de los proyectos de PCHs con asiento en el cauce del río Cocorná, en trámite de licenciamiento, licenciados o en operación.

El Capítulo 8 Evaluación Ambiental presenta dos numerales, el 8.3 Impactos acumulativos y 8.5 Análisis de superposición de proyectos que contienen los criterios de análisis, las definiciones, sus cálculos y conclusiones. A su vez, el numeral 10.3.3. citado en el párrafo anterior, incorpora los riesgos de fallas operativas (fallas en equipos), fallas de construcción y los de incendios y explosiones en plantas físicas, contemplando las situaciones que se derivan de la coexistencia, por el manejo del caudal para generación, y de la acumulación de impactos.

En la consideración de escenarios futuros caben todas las probabilidades, en la misma proporción, para que se presente simultaneidad en la construcción de los proyectos. La situación actual en cuanto a las aprobaciones para la conexión eléctrica de los proyectos es de incertidumbre total originada en un cambio de normatividad que se oficializó en el año 2021 con la entrada en vigencia de la Resolución CREG 075, que delegó en la UPME el trámite completo y la aprobación de tales conexiones, separando la competencia que ostentaban los operadores de red (para el caso de Antioquia, EPM es el operador de red). La baja demanda regional de energía cuya principal causa radica en que el desarrollo del país no se ha presentado en las regiones ni en el sector rural, sino que viene concentrándose en los centros urbanos, unida a la conexión de los proyectos construidos en la década pasada (2010 – 2020), provocaron la consiguiente saturación de la capacidad de las subestaciones del sistema que no permite nuevas conexiones porque exige que previamente se construyan las unidades necesarias de los planes de expansión para la recepción y transmisión de la energía de los nuevos proyectos de generación. Esto significa que nadie puede asegurar la conexión de los proyectos y no se puede estimar, bajo un rango de probabilidad adecuado, su fecha de entrada ni el momento probable de inicio de su construcción. Para poner un ejemplo de esta condición se tiene el caso de 15 proyectos (El Trapiche II, Hidronus, Virginias, San Antonio, Nudos, La Albania, San Bartolomé, etc), unos licenciados y otros en trámite de licenciamiento que suman una cifra mayor a los 250 MW, localizados en la región Nordeste del departamento de Antioquia, a los cuales les fue negada su solicitud de conexión el 31 de diciembre de 2021, después de un trámite de 18 meses, bajo el criterio de que no se ha adelantado ni aprobado el Plan de Expansión que permita la construcción de una subestación mayor para la interconexión de las subestaciones menores.

Por ello, el escenario a considerar es el de la construcción simultánea de Pantágoras y Cocorná III, ambos sin aprobación de conexión eléctrica, cuyo análisis cubriría los eventos que al adelantar obras civiles e intervenir el cauce del río al mismo tiempo

pueden generar mayor probabilidad de riesgo. Se propone, entonces, que al momento de vencer el tipo de dificultades como el de conexión eléctrica, obtener el cierre financiero y con base en los diseños de detalle que se desarrollen y el conocimiento o definición de los contratistas de obra, previo al inicio de la etapa constructiva se presenten las modificaciones necesarias ajustadas a una realidad más confiable que la que pudiera proyectarse hoy con los elementos que brindan los estudios adelantados. Bajo las estimaciones actuales, la coexistencia de estos dos proyectos está garantizada por la instalación de la válvula by pass en la PCH Cocorná III y se conoce el tiempo de viaje de la corriente, para varios rangos de caudal, entre las dos captaciones. Por otra parte, las obras de captación que de por sí representan la mayor ocupación de cauce tienen dimensiones relativamente menores que no contienen volúmenes de agua representativos (12.000 m3 aproximadamente es el volumen del pondaje de Cocorná III, considerando el azud totalmente construido) y que no configuran un fenómeno de rotura de presa como sí se puede dar en los proyectos de embalse o almacenamiento de grandes volúmenes de agua, como tampoco situaciones de emergencia más allá de lo que normalmente ocurre en las crecientes históricas del río en el tramo de estudio.

5.6.13.7

Formular El Plan Operativo de contingencias para las PCHs del rio Cocorná, socializar y concertar con las demás PCH localizadas en el rio Cocorná, el cual debe contener:

- Que, durante la operación normal de las PCHs, se garantice que no se presentará ninguna variación de caudal para los demas, proyectos objeto del analisis manteniendo la descarga continua del caudal turbinado, el Caudal de Garantía Ambiental, las recargas asociadas a diferentes afluentes y los excesos en algunas épocas del año.
- Propuesta para que entre las den el manejo concertado de la relación de coexistencia, tanto para la responsabilidad individual en los programas de manejo ambiental, como para la atención de situaciones derivadas de la operación de las PCHs y proyectos objeto de este analisis.
- Las manifestaciones formales: reuniones, actas, comunicados y demás asuntos claves entre las partes, harán parte integral del expediente de la Licencia Ambiental de los proyectos en coexistencia.
- Proponer para ambas fases, la conformación y operación de una mesa tripartita con la participación de representantes de los proyectos de PCHs del rio Cocorná, demás proyectos objeto de este análisis y CORNARE con el propósito de analizar y atender los temas de interés relacionados con la coexistencia de los proyectos, especialmente en aspectos relacionados con superposición e impactos acumulativos.

**Respuesta:**

En la elaboración del EIA del proyecto Cocorná III se ha tenido conciencia plena de la necesidad de establecer condiciones de coexistencia de tal forma que la generación se pueda producir conservando al máximo posible el equilibrio entre el volumen de

agua que se obtiene del río en el sitio de captación con el caudal que se restituye en el sitio de descarga, en consideración permanente de la circulación ininterrumpida del caudal ecológico. La responsabilidad requerida para formular el plan de contingencias de las PCHs del río Cocorná es una tarea que compromete las voluntades de los promotores de cada proyecto y que no caben exigirlas a un particular que no tiene coacción ni posee competencia legal para concitarlas.

Es importante anotar que se adelantaron las gestiones de acuerdos y compromisos con la firma consultora I Consult encargada de los estudios para el proyecto Pantágoras, con el fin de concertar el manejo de las situaciones comunes relacionadas con la coexistencia, la superposición y los impactos acumulativos. Ambas empresas mantuvieron un clima de voluntad total para analizar conjuntamente el tema de los sedimentos, los parámetros hidráulicos, las características técnicas de cada proyecto, que finalmente quedó plasmado en el acta de reunión citada en la respuesta al requerimiento 5.6.13.5 y cuya copia se aporta en el Anexo 8.4 Superposición de proyectos en el archivo “Acta Reunión Pantágoras – Cocorná III”

En el eventual caso de que el proyecto Pantágoras presente dificultades que le impidan su desarrollo, construcción y operación, el proyecto Cocorná III acoge los compromisos que en materia de coexistencia y superposición haya establecido dicho proyecto con la PCH Popal en operación. Además, se propone que en la Resolución que se expida para la aprobación de la licencia ambiental de Cocorná III quede establecido este compromiso de forma taxativa y que CORNARE como autoridad competente realice la gestión para que en el ejercicio del Plan de Monitoreo y Seguimiento que hace del proyecto Popal, incluya el acompañamiento del proyecto Cocorná III y su propio PMS, con el fin de adelantar tareas comunes en pro de la salvaguarda de las mejores condiciones ambientales del territorio.

Se propone, en completo acuerdo con el enunciado del requerimiento, la conformación de una mesa de trabajo permanente, para las etapas de construcción y de operación, con reuniones periódicas definidas de antemano, al momento de su implementación, en la que tengan participación los representantes de los proyectos en construcción, de CORNARE, del municipio o de su oficina para la gestión del riesgo y el Comité Regional o Departamental de Gestión del Riesgo, complementando la estructura organizativa planteada en el Capítulo 10 Planes y programas, numeral 10.3.3.3., del EIA entregado.

# 6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

## 6.1 Medio Abiótico

Programa de manejo de sedimentos

El programa fue diseñado con el objetivo de prevenir y mitigar la alteración de la dinámica natural del transporte de sedimentos del río Cocorná en el tramo de intervención del proyecto.

## 6.2 Medio biótico

Compensación, rescate y reubicación de individuos de las especies arbóreas sensibles

### 6.2.1

El factor de reposición (Fr) de las especies que presentan veda a nivel regional deberá ser definido en una relación de 1:10 acorde a lo definido en la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021.

**Respuesta:**

En el programa de Manejo Florístico de especies sensibles **PMA-MB 02** se incorpora el factor de reposición de 1:10 para las especies *Aniba coto* y *Alfaroa williamsii*, las cuales presentan veda regional definida en el Acuerdo 404 de 2020 de CORNARE[2], los ajustes al programa se desarrollaron también en la estructura de costos. A continuación, se presenta el programa con los ajustes realizados:

<table>
<tr><th colspan="4">Programa de manejo florístico de especies sensibles</th><th>PMA-MB 02</th></tr>
<tr><td colspan="5">Objetivo general</td></tr>
<tr><td colspan="5">Mitigar y compensar la afectación del proyecto sobre las poblaciones de especies de flora endémicas, amenazadas o en veda nacional y regional</td></tr>
<tr><td colspan="5">Metas</td></tr>
<tr><td colspan="5">• Realizar la compensación de los individuos de especies arbóreas sensibles en las áreas establecidas para los procesos de restauración en el Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal, ficha PMA-MB 03<br>• Rescatar y reubicar los individuos de regeneración de las especies arbóreas sensibles afectadas durante la etapa de construcción del proyecto, de acuerdo con los lineamientos técnicos para asignación de medidas de manejo por la afectación de veda de flora silvestre expedidos por el MADS.<br>• Rescatar, reubicar, mantener y monitorear el 90% de las poblaciones de orquídeas y Bromelias en sus diferentes hábitos de crecimiento que se verán afectadas por el proyecto en las áreas de intervención.<br>• Formular medidas para la implementación de un área de rehabilitación de 2,5 ha para generar hábitats potenciales de comunidades de briofitos y líquenes</td></tr>
<tr><td colspan="2">SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR</td><td colspan="2" rowspan="2">FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA</td><td>TIPO DE MEDIDA</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">• Recreación, turismo y apreciación del paisaje</td><td>Potenciación</td><td></td></tr>
<tr><td>Estudios</td><td></td><td>Prevención</td><td></td></tr>
</table>

[2] Acuerdo 404 de 2020 de CORNARE. Por el cual se declara la veda para algunas especies de flora silvestre en la jurisdicción de CORNARE y se toman otras determinaciones.

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|---|
| | Construcción | X | Mitigación | X |
| | Operación | X | Corrección | |
| | Desmantelamiento y abandono | | Compensación | X |

**IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR**

- Alteración a las coberturas vegetales (-)
- Alteración a las comunidades de flora (-)
- Alteración en la conectividad ecológica (-)
- Cambio en la estructura de las especies de fauna (-)
- Modificación del hábitat de fauna terrestre (-)

**METODOLOGÍA**

**Recursos Físicos (materiales y equipos)**

- Equipos de protección personal.
- Vehículos para el transporte de personal y material vegetal, etc.
- Materiales, herramientas e insumos de siembra
- Material vegetal
- Fertilizantes, productos para el manejo fitosanitario.
- Materiales para la señalización de áreas.

**Lugar de aplicación**

El lugar de reubicación de los individuos rescatados y de compensación estará ligado a las áreas seleccionadas para la restauración y compensación de la cobertura vegetal detalladas en el PMA-MB-03

Para el manejo de las especies en veda nacional: Cuenca media del río Cocorná, ecosistemas terrestres localizados en el área de influencia del medio biótico con condiciones de hábitat similares a los sitios donde se realizará el aprovechamiento forestal del proyecto.

**Población a beneficiar**

Habitantes del área de influencia, flora y fauna regional.

**Procedimiento de desarrollo**

**Actividades y medidas de manejo ambiental**

**1. Compensación, rescate y reubicación de individuos de las especies arbóreas sensibles**

De acuerdo con la caracterización del área de influencia del proyecto, se identificaron 10 especies de importancia para la conservación por ser endémicas, tener algún grado de amenaza o presentar veda.

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

- Los Helechos arborescentes *Alsophila cuspidata, Cyathea meridensis* y *Cyathea squamipes* presentan veda Nacional de acuerdo con la Resolución 0801 de 1977 del INDERENA y se encuentran en el Apéndice II del CITES.
- Las especies *Aniba coto* y *Alfaroa williamsii* presentan veda regional en la jurisdicción de CORNARE, la cual se define en el acuerdo 404 de 2020 de CORNARE.
- *Pseudoxandra sclerocarpa y Graffenrieda grandifolia*, son endémicas; además la última se encuentra en peligro (EN) según la UICN.
- Las especies *Hyptidendron arboreum* y *Licania durifolia* se encuentran amenazadas, en las categorías en Vulnerable (VU) y En Peligro (EN) respectivamente, según la Resolución 1912 del 2017 del MADS.

**Cálculo de la proporción por reposición por la afectación de especies arbóreas sensibles al interior del proyecto.**

La estimación de la cantidad de individuos a compensar, se realizó teniendo en cuenta los lineamientos técnicos para la asignación de medidas de manejo por la afectación de veda de flora silvestre, expedido por el MADS. Dicha estimación, está dada por la sumatoria de tres variables:

**Primera Variable:** Categoría para especies amenazadas según la Resolución No. 01912 del 15 de septiembre de 2017 del MADS o definida en la Lista roja de Especies Amenazadas de la UICN 20177 (VCEA).

**Segunda Variable:** Restricción del rango de distribución (VRRD).

**Tercera Variable:** Distribución en regiones biogeográficas para las especies arbóreas vedadas (VDZV).

Fórmula para calcular el Factor de reposición por individuo afectado – Fr

$$Fr = \sum_{i=1}^{3} V$$

Dónde **Fr:** Factor de reposición por individuo afectado, para especies arbóreas vedadas, $\sum_{i=1}^{3} V$**:** Sumatoria del valor de las variables VCEA+ VRRD+ VDZV, el valor de cada variable se estipula en el apartado 2.5 de la metodología ya mencionada.

Para establecer la proporción de individuos a compensar, se tuvo en cuenta los registros de fustales en el área de intervención del proyecto. Se resalta que no se registraron individuos adultos para la especie *Pseudoxandra sclerocarpa*. Los valores a compensar se estipulan en la Tabla 26.

Tabla 26. Compensación de individuos de especies sensibles a intervenir

| Especie | Factor de reposición | Individuos a afectar | Individuos a Compensar |
|---|---|---|---|
| *Alfaroa williamsii Ant. Molina* | 10* | 3 | 30 |
| *Aniba coto (Rusby) Kosterm.* | 10* | 18 | 180 |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| *Graffenrieda grandifolia Gleason* | 9 | 14 | 126 |
| *Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley* | 5 | 4 | 20 |
| *Licania durifolia Cuatrec.* | 8 | 1 | 8 |
| *Alsophila cuspidata (Kunze) D.S. Conant* | 4 | 4 | 16 |
| *Cyathea meridensis H.Karst* | 4 | 13 | 52 |
| *Cyathea squamipes H. Karst.* | 5 | 40 | 200 |
| **Total** | | **98** | **632** |

*Factor de reposición para las especies en veda regional definido en la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021 de CORNARE.

El área para la siembra por compensación de los individuos adultos, está sujeta a lo estipulado en la ficha PMA-MB-03 del Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal. A continuación, se describen las acciones de manejo para este grupo de especies:

**Programa de selección de árboles semilleros de las especies en veda nacional**

Para las dos (2) especies de árboles en veda regional, Aniba coto y Alfaroa williamsii se hará el seguimiento fenológico de árboles semilleros localizados en zonas cercanas al área de influencia del proyecto. Se desarrollará el siguiente protocolo:

Se propone tomar los datos siguiendo los lineamientos de la metodología propuesta por Fournier (1974) citada por Gómez (2010), Se harán observaciones fenológicas mensuales de 20 árboles de cada especie, a lo largo de un periodo de 24 meses, en el caso de ser necesario el periodo de tiempo se ampliará hasta generar la información completa (fenograma). Se debe generar un registro que contenga la información de la fenofase que corresponda, evaluando la presencia o ausencia de: flor abierta (Fl), flor en botón (Bot), frutos verdes (Fv), frutos maduros (Fm), brote de hojas (Br) y caída de hojas (C).

Los árboles semilleros serán buscados y seleccionados haciendo recorridos en las zonas aledañas al área de influencia del proyecto, éstos además serán georeferenciados y marcados.

De acuerdo con Piedrahita (2008) para la recolección de semillas se debe tener en cuenta inicialmente el momento de madurez fisiológica del fruto, esto para lograr el momento donde las semillas presentan la máxima germinación, viabilidad y vigor. Los métodos usuales para determinar en qué momento recolectar los frutos son: Calendario de fechas, prueba de corte (examen del contenido de la semilla), caída de frutos y algunas características externas como el color de los frutos, consistencia y textura del fruto, presencia de frugívoros y dispersores.

Así mismo, este mismo autor recomienda que para la recolección de semillas existen dos formas de recolectarlas:

**Recolección de frutos en el suelo**: está técnica se recomienda cuando existen algunas de las siguientes condiciones. Las semillas no sufren daños con la caída (ej. algarrobo), las

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

semillas no corresponden a frutos dehiscentes (piñón de oreja), las semillas no son dispersadas por agentes como el viento, aves, murciélagos o mamíferos, la caída es indicador obligado de la madurez del fruto (roble de tierra fría), la semilla no está sujeta a pérdidas por gravedad (zona muy pendiente), captura por animales o daños por microorganismos (Esto puede suceder cuando permanecen en el suelo por un período prolongado).

**Recolección de semillas del árbol en pie**: Se recomienda cuando se presenta las siguientes condiciones:

Recolección desde el piso en árboles de porte bajo o mediano, en el procedimiento se utilizan varas de extensión con una cuchilla en la punta o escaleras de tijera.

Escalando el árbol con la ayuda de escaleras verticales o accenso con cuerdas y equipos de seguridad; para este caso se deben seguir los protocolos de certificación de trabajo en alturas del personal.

Las semillas de muchos árboles se encuentran en los extremos de la copa y la recolección desde el tallo del mismo árbol es bastante difícil, en estos casos se recomienda desde árboles vecinos o a través de redes externas.

Otra forma es sacudir directamente el árbol y se dispone un manto plástico o sarán en el piso para facilitar la recolección.

En ningún caso se deben cortar ramas o árboles para hacer la recolección de semillas.

**Normas de seguridad:**

- Siempre se debe estar acompañado de un auxiliar o ayudante.
- Mantener un equipo de primeros auxilios.
- Utilizar equipo de seguridad y protección.
- Revisar y comprobar que el equipo se encuentre en buen estado y esté certificado.
- Siempre que se ascienda al árbol se debe mantener sujetado a una línea de vida.
- Utilizar ropa fuerte pero flexible para facilitar los movimientos.
- Evitar escalar árboles en las siguientes situaciones: cuando llueve, cuando los troncos estén húmedos, cuando se presenten vientos fuertes o se presente poca luz o cuando el operario se sienta agotado.
- No se deben escalar árboles que presenten signos visibles de pudrición, fisuras, estén secos o cualquier otro indicio de que el árbol puede partirse**.**

**Rescate, traslado y reubicación (RTR) de individuos en categoría de regeneración de las especies arbóreas sensibles**

Los individuos de las especies arbóreas sensibles en la categoría de regeneración, serán rescatados, trasladados y trasplantados y no se incluyen dentro de los cálculos de proporción por reposición. En la Tabla 27 se resume el total de individuos estimados a los cuales se les aplicará el tratamiento, considerado a continuación:

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

Tabla 27. Individuos de regeneración estimados de especies sensibles en el área de intervención

| Especie | Brinzales | Latizales | Total |
|---|---|---|---|
| *Alfaroa williamsii Ant. Molina* | 4 | 1 | **5** |
| *Aniba coto (Rusby) Kosterm.* | 5 | 1 | **6** |
| *Graffenrieda grandifolia Gleason* | 2 | 1 | **3** |
| *Hyptidendron arboreum (Benth.) Harley* | 1 | | **1** |
| *Licania durifolia Cuatrec.* | 2 | | **2** |
| *Pseudoxandra sclerocarpa Maas* | 2 | | **2** |
| *Alsophila cuspidata (Kunze) D.S. Conant* | - | - | **7** |
| *Cyathea meridensis H.Karst* | - | - | **27** |
| *Cyathea squamipes H. Karst.* | - | - | **124** |

En el Anexo10 Planes y Programas 10.2: Guía metodológica manejo de especies arbóreas se detallan las medidas y actividades para llevar a cabo el rescate, traslado, reubicación, reposición, manejo y monitoreo de las especies arbóreas sensibles intervenidas por el proyecto hidroeléctrico Cocorná III. La guía presenta el siguiente contenido:

- Normatividad vigente.
- Capacitación personal profesional y operativo que implementará las medidas de manejo.
- Establecimiento de un vivero temporal
- Actividades de rescate de especies arbóreas sensibles.
- Actividades de reubicación del material rescatado.
- Criterios de valoración del estado fitosanitario de las plantas rescatadas y reubicadas.
- Reposición de especies intervenidas por el proyecto.
- Actividades de mantenimiento
- Actividades de seguimiento y monitoreo.

Así mismo, en el anexo 10. Planes y Programas, carpeta 10.2 Planes_Programas_Flora del EIA entregado en abril de 2022 se presentan los anexos de los formularios para el diligenciamiento de la siguiente información de campo:

- Formulario de rescate de especies arbóreas sensibles
- Formulario de reubicación de especies arbóreas sensibles
- Formulario de mantenimiento área de restauración
- Formulario de monitoreo de especies arbóreas sensibles

Se desarrollarán practicas agrológicas de mantenimiento del material reubicado y sembrado como reposición. En el Anexo 10 Planes y Programas 10.2: Guía metodológica manejo de especies arbóreas se detallan las medidas de mantenimiento. Las jornadas de mantenimiento tendrán la siguiente frecuencia

- A lo largo del primer año, se realizarán mantenimientos cada tres meses

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

- En el segundo año, cada cuatro meses
- En el tercer año y cuarto año, cada seis meses
- Y en el quinto año, se realizará un mantenimiento anual

Se desarrollarán medidas de seguimiento y monitoreo de los individuos sembrados y reubicados. En el folder de nombre ***"10.2_Planes_Programas_Flora"*** en el archivo ***"Guía metodológica manejo de especies arbóreas se detallan las medidas.pdf"***.

Las jornadas de monitoreo se ejecutarán cada seis meses durante tres (3) años, en este caso se parte de la línea base consolidada en la actividad de reubicación

**2. Rescate, reubicación y mantenimiento de poblaciones de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae en sus diferentes hábitos de crecimiento (Fase de construcción)**

Las poblaciones silvestres de Orquídeas y Bromelias epífitas y terrestres se encuentran en situación de veda nacional de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA. A continuación, se describe a manera de guía metodológica y secuencial las medidas y actividades de manejo para proteger estos dos grupos biológicos:

El diseño de las medidas de manejo de las poblaciones de bromelias y orquídeas presentes en el área de intervención siguen la siguiente normatividad:

- Las poblaciones silvestres de Orquídeas y Bromelias epífitas y terrestres presentan la situación de veda nacional vigente de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA.
- Las medidas de manejo diseñadas siguen los lineamientos técnicos de la Circular 8201-2-2378 del 02 de diciembre de 2019, que soporta lo establecido en el Decreto 2109 del 22 noviembre de 2019 del Departamento Administrativo de la Función Pública. Dichas medidas fueron adoptadas por CORNARE en el documento "Lineamientos generales para Aprovechamiento bosque natural. (versión final, 2019): Subdirección de recursos naturales, Grupo bosques y biodiversidad: Protocolo permisos de aprovechamiento en bosque natural, único, persistente, doméstico, salvoconductos de movilización, cobro de la tasa aprovechamiento Forestal".

En el folder de nombre ***"10.2_Planes_Programas_Flora"*** en el archivo "folder de nombre ***"10.2_Planes_Programas_Flora"*** en el archivo "***Guía metodológica manejo de epífitas vasculares.pdf"***: se detallan las medidas y actividades para llevar a cabo el rescate, traslado, reubicación, manejo y monitoreo de las especies de las familias bromeliaceae y orchidaceae intervenidas por el proyecto hidroeléctrico Cocorná III. La guía presenta el siguiente contenido:

- Normatividad vigente.
- Capacitación personal profesional y operativo que implementará las medidas de manejo.
- Actividades de rescate de orquídeas y bromelias epífitas.
- Actividades de reubicación del material rescatado.
- Criterios de valoración del estado fitosanitario de las plantas rescatadas y reubicadas.
- Actividades de mantenimiento de epífitas (orquídeas y bromelias) reubicadas.
- Rescate, reubicación y mantenimiento de bromelias y orquídeas de hábito terrestre:

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

- Monitoreo de epífitas vasculares reubicadas.
- Actividades de seguimiento y monitoreo de las epífitas (orquídeas y bromelias) reubicadas.

Así mismo, se presentan en el anexo 10. Planes y Programas, carpeta 10.2 Planes_Programas_Flora del EIA entregado en abril de 2022 los formularios para el diligenciamiento de la siguiente información de campo:

- Formulario de rescate de epífitas vasculares
- Formulario de reubicación de epifitas vasculares
- Formulario de mantenimiento de epífitas vasculares reubicadas
- Formulario de monitoreo de epífitas vasculares reubicadas

Se desarrollarán practicas agrológicas de mantenimiento del material reubicado. En el archivo anexo ya mencionado ***"Guia_Metodologica_Rescate_Epifitas_Vasculares.pdf"*** se detallan las medidas de mantenimiento.

Las jornadas de mantenimiento tendrán la siguiente frecuencia

- Inicialmente cada quince días durante los tres (3) primeros meses.
- luego se continuará cada mes hasta completar el primer año
- finalmente, cada dos meses hasta el tercer año de mantenimiento.

Se desarrollarán medidas de seguimiento y monitoreo de las epífitas vasculares reubicadas. En archivo anexo ***"Guia_Metodologica_Rescate_Epifitas_Vasculares.pdf"*** se detallan las medidas:

- Las jornadas de monitoreo se ejecutarán cada seis meses durante tres (3) años, en este caso se parte de la línea base consolidada en la actividad de reubicación.

**3. Establecimiento de un área de rehabilitación de hábitats de comunidades de musgos, líquenes y hepáticas**

Las poblaciones silvestres de musgos, hepáticas, antocerotes y líquenes presentan veda nacional de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA.

Se establecerá un área de rehabilitación ecológica donde se facilite la formación de hábitats para la colonización potencial de comunidades de musgos, líquenes y hepáticas; esta área tendrá una superficie de 2,5 53ha. (Ver la Tabla 28). La superficie del área a rehabilitar se estimó a partir de los lineamientos presentados en la circular 8201-2-808 09 12 2019 del 09 de diciembre de 2019 de la dirección de Bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, los cuales soportan lo dispuesto en el Decreto 2106 de 2019 del Departamento Administrativo de la función pública.

Tabla 28. Áreas para la Rehabilitación de hábitats de briofitos y líquenes

| Cobertura | Área de Intervención (ha) | Factor compensación | Área a compensar (ha) |
|---|---|---|---|
| Tejido urbano discontinuo | 0,001 | 1:0,01 | 0 |
| Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 0,014 | 1:0,01 | 0 |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| Cultivos permanentes herbáceos | 0,159 | 1:0 | 0 |
| Pastos limpios | 3,335 | 1:0,01 | 0,033 |
| Pastos arbolados | 2,385 | 1:0,3 | 0,715 |
| Pastos enmalezados | 0,588 | 1:0,03 | 0,017 |
| Bosque de galería y ripario | 3,151 | 1:0,5 | 1,575 |
| Vegetación secundaria o en transición | 0,471 | 1:0,4 | 0,188 |
| Afloramientos rocosos | 2,150 | 1:0,01 | 0,021 |
| Ríos (50 m) | 0,590 | 1:0 | 0 |
| **Total** | **12,843** | | **2,553** |

A continuación, se definen las medidas de manejo para establecer el área de rehabilitación:

- El área de rehabilitación podrá operar a partir de acuerdos de conservación con propietarios de predios de la región o con autoridades municipales o ambientales.
- El área de rehabilitación estará compuesta por uno o varios polígonos, esta se localizará en los sitios definidos en la ficha PMA-MB-03 “Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal”.
- El área de rehabilitación contará con áreas de ecosistemas intervenidos, fragmentos de vegetación secundaria y áreas de bosque; en cada una de estas coberturas se diseñarán los modelos de siembra apropiados.
- El área de rehabilitación se localizará en un ecosistema terrestre igual al de las áreas de intervención.
- Preferiblemente el área de rehabilitación se establecerá para conectar fragmentos boscosos aislados.
- Se caracterizará la composición y estructura de las coberturas vegetales del área de rehabilitación. Así mismo se establecerá una línea base de caracterización de comunidades de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación.
- Se construirá la cartografía del área de rehabilitación, se incluirán las coberturas vegetales, curvas de nivel y drenajes. Además, se hará una zonificación del área de rehabilitación de acuerdo a los modelos de siembra a implementar.
- El área de rehabilitación será presentada a CORNARE para su evaluación y aprobación.
- Como ecosistema de referencia para la rehabilitación ecológica se tomarán los bosques caracterizados en la línea base del EIA. El ecosistema de referencia servirá para definir las metas e indicadores apropiados que indicarán la ganancia de biodiversidad del plan de rehabilitación.
- La siembra de material vegetal incluirá también prácticas bajo el esquema de enriquecimiento vegetal.
- Los arreglos florísticos y el esquema de enriquecimiento se establecerán con especies nativas de diferentes grupos ecológicos y hábitos de crecimiento. En caso que se requiera material vegetal de viveros comerciales este contará con el certificado de procedencia.
- La actividad de rehabilitación involucrará también definir áreas de rehabilitación pasiva donde se permita el desarrollo de los procesos de sucesión natural de las

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

comunidades vegetales. Aquí se desarrollarán acciones tales como el aislamiento de las áreas, establecimiento de perchas y artilugios, y bloqueo de tensionantes

- En el área de rehabilitación se hará el control de agentes tensionantes, tales como actividades agrícolas, ganaderas, control de especies invasoras, etc. Así mismo, se hará el cerramiento y la señalización del área de rehabilitación.
- La implementación del área de rehabilitación se desarrollará a lo largo del primer semestre de la construcción del proyecto

En el folder de nombre ***"10.2_Planes_Programas_Flora"*** en el archivo **"Guia_Metodologica_Rehabiltacion_Habitats.pdf"** de hábitats de briofitos y líquenes se detallan las medidas y actividades para llevar a cabo la implementación del área de rehabilitación, la guía presenta el siguiente contenido:

- Normatividad vigente.
- Capacitación personal profesional y operativo que implementará las medidas de manejo.
- Actividades de caracterización del área de rehabilitación.
- Actividades para viabilizar el área de rehabilitación
- Actividades de Adecuación del área de rehabilitación.
- Diseño de arreglos florísticos.
- Actividades de siembra en los diferentes arreglos florísticos.
- Actividades de mantenimiento del material vegetal sembrado.
- Actividades de seguimiento y monitoreo del área de rehabilitación.

Así mismo, se presentan en el anexo 10. Planes y Programas, carpeta 10.2 Planes_Programas_Flora del EIA entregado en abril de 2022 los formularios para el diligenciamiento de la siguiente información de campo:

- Formulario de siembra Área de Rehabilitación Arreglo Florísticos
- Formulario de Monitoreo Área de Rehabilitación Arreglo Florísticos
- Formulario de Mantenimiento Área de Rehabilitación Arreglo Florísticos

Se desarrollarán practicas agrológicas de mantenimiento del material sembrado en los arreglos florísticos. En el Anexo 10 Planes y Programas 10.2 Guía metodológica: Implementación de un área de rehabilitación de hábitats de briofitos y líquenes se detallan las medidas de mantenimiento. Las jornadas de mantenimiento tendrán la siguiente frecuencia:

- A lo largo del primer año, se realizarán mantenimientos cada tres meses
- En el segundo año, cada cuatro meses
- En el tercer año y cuarto año, cada seis meses
- Y en el quinto año, se realizará un mantenimiento anual

**Seguimiento a la implementación del área de rehabilitación**

Se desarrollarán el seguimiento a las acciones de establecimiento de un área de rehabilitación, a continuación, se definen las acciones con la frecuencia para la verificación a la implementación de dicha área:

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

**Seguimiento a la implementación de un área de rehabilitación**: Esta medida se desarrollará tan pronto se culmine la actividad de viabilización y consolidación del área de rehabilitación, consiste en la verificación de los procesos que se desarrollen para que el área quede habilitada de acuerdo a la normatividad y lineamientos del programa, además se evaluarán las condiciones requeridas para implementar las diferentes acciones de rehabilitación ecológica, tales como los esquemas de siembras y control de tensionantes. Esta medida de seguimiento se desarrollará a lo largo del primer semestre de construcción del proyecto.

**Seguimiento a los diferentes esquemas de siembra**: Se desarrollará en el área de rehabilitación el seguimiento a las actividades de siembra tanto de esquemas de arreglos florísticos como de enriquecimiento vegetal, En esta actividad se verificará la ejecución de las técnicas de siembra, así como las cantidades de individuos a sembrar por grupos ecológicos y la calidad del material vegetal a sembrar. Tanto las siembras como la verificación de éstas se desarrollarán a lo largo del segundo semestre del primer año de construcción del proyecto.

**Seguimiento a procesos de rehabilitación pasiva (manejo de la sucesión natural):** Se desarrollará en el área de rehabilitación el seguimiento a las actividades de manejo para fomentar la rehabilitación pasiva con procesos de sucesión natural, se verificarán acciones tales como el aislamiento de las áreas, establecimiento de perchas, artilugios y bloqueo de tensionantes. la verificación de éstas acciones se desarrollarán a lo largo del segundo semestre del primer año de construcción del proyecto.

**Mecanismos y estrategias participativas**

- Socialización participativa con la comunidad sobre los proyectos de compensación
- Establecimiento de convenios pertinentes con los propietarios de los predios que permitan asegurar la realización y el éxito de la actividad de compensación. Para esto se tendrán en cuenta los modos propuestos en el manual de compensaciones del componente biótico (MADS, 2018).
- Involucrar a la población del área de influencia en las labores de siembra y cierre de las áreas a conservar.

| Personal requerido | Responsable de la ejecución |
|---|---|
| • Ingeniero Forestal, o afín con experiencia en restauración y siembras, quién dará los lineamientos para dicha actividad.<br>• Biólogo o afín con experiencia en recate, reubicación y mantenimiento de grupos biológicos en veda nacional.<br>• Técnico forestal<br>• Personal operativo organizado por cuadrillas<br>• Profesional de Seguridad y salud en el trabajo | • Profesional Forestal<br>• Profesional biólogo |

| Meta | Indicador | Criterio de cumplimiento | Frecuencia de medición y duración |
|---|---|---|---|

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| Rescatar y reubicar individuos de regeneración en buen estado fitosanitario, de las especies arbóreas sensibles afectadas durante la etapa de construcción del proyecto, de acuerdo con los lineamientos técnicos para asignación de medidas de manejo por la afectación de veda de flora silvestre expedidos por el MADS. | **Rescate y reubicación de individuos de regeneración natural de especies arbóreas sensibles:**<br>Mide el porcentaje de plántulas de especies sensibles rescatadas y reubicadas encontradas en el bosque de galería y/o ripario objeto de aprovechamiento forestal.<br>$\mathbf{RPS} = \left(\frac{\mathbf{NPRS}}{\boldsymbol{NPCS}}\right) \times \mathbf{100}$<br>RPS: Porcentaje de rescate y reubicación de plántulas sensibles de especies de árboles sensibles.<br>NPRS: Número de plántulas de especies sensibles rescatadas y reubicadas inferiores.<br>NPCS: Número de plántulas de especies sensibles localizadas y cuantificadas en el aprovechamiento forestal. | 90% | Una vez, previo a las actividades de aprovechamiento forestal |
| Realizar la compensación de los individuos arbóreos sensibles, en las áreas establecidas para los procesos de restauración en el Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | **Reposición de individuos de especies sensibles por aprovechamiento forestal:**<br>Mide el porcentaje de reposición de individuos de especies sensibles en una proporción según la indicada por el factor de reposición, debido al aprovechamiento forestal.<br>$\mathrm{RIS} = \left(\frac{\mathrm{NISS}}{NIRS}\right) \times 100$<br>RIS: Porcentaje de individuos de especies sensibles plantados por reposición.<br>NISS: Número de individuos de especies | 100% | Mensual (Hasta que se siembren los individuos necesarios para alcanzar la proporción según la indicada por el factor de reposición) |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| | sensibles sembrados por reposición.<br>NIRS: Número de individuos estimados de acuerdo al factor de reposición por especie sensibles localizados y cuantificados en las áreas intervenidas por el aprovechamiento forestal. | | |
| Rescatar, reubicar, mantener y monitorear el 90% de las poblaciones de orquídeas y Bromelias en sus diferentes hábitos de crecimiento que se verán afectadas por el proyecto en las áreas de intervención. | **Cumplimiento a las jornadas de capacitación de personal:**<br>$PCJC = \left(\frac{NJCE}{NJCP}\right) \times 100$<br>PCJC: Porcentaje al cumplimiento de jornadas de capacitación<br>NJCE: Número de jornadas de capacitación ejecutadas<br>NJCP: Número de jornadas de capacitación Programadas | 100% | Una vez, previo al inicio de las actividades de aprovechamiento forestal |
| | **Cumplimiento al rescate y reubicación de orquídeas y Bromelias epífitas:**<br>$PCRES = \left(\frac{NI}{NIR}\right) \times 100$<br>PCRES: Porcentaje de cumplimiento del rescate y reubicación de orquídeas y Bromelias.<br>NI: Número de individuos de orquídeas y Bromelias rescatados y reubicados.<br>NIR: Número de individuos de orquídeas y Bromelias cuantificados en las áreas de aprovechamiento forestal. | Mayor o igual al 90% | Se realizará un balance una vez culminadas las jornadas de rescate y reubicación |
| | **Cumplimiento al mantenimiento de** | 100% | Jornadas de mantenimiento: |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| | **individuos reubicados de orquídeas y bromelias:** $PCJM = \left(\frac{NJME}{NJMP}\right) \times 100$ PCJM: Porcentaje de cumplimiento a las jornadas de mantenimiento NJME: Número de jornadas de mantenimiento ejecutadas NJMP: Número de jornadas de mantenimiento propuestas (27 jornadas) | | cada quince días durante los tres (3) primeros meses, posteriormente, cada mes hasta finalizar el primer año y finalmente cada dos meses hasta finalizar el tercer año |
| Formular medidas para la implementación de un área de rehabilitación de 2,553 ha para generar hábitats potenciales de comunidades de briofitos y líquenes. | **Cumplimiento a la implementación de un área de rehabilitación:** $PARI = \left(\frac{SIAR}{SPAR}\right) \times 100$ PARI: porcentaje de área de rehabilitación implementada SIAR: Superficie implementada en área de rehabilitación SPAR: Superficie propuesta de área de rehabilitación (2,553 ha) | 100% | Supervisión a lo largo de la actividad de implementación del área de rehabilitación |
| | **Cumplimiento a la siembra de arreglos florísticos:** $PSAF = \left(\frac{SIAF}{SPAF}\right) \times 100$ PSAF: Porcentaje de área de Arreglos florísticos SAF: Superficie implementada en Arreglos florísticos SPAF: Superficie programada con la implementación de arreglos florísticos | 100% | Supervisión a lo largo de la actividad de siembra por el esquema de arreglos floristicos |
| | **Cumplimiento a la implementación de** | 100% | Supervisión a lo largo de la |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|
| | **procesos de rehabilitación pasiva (sucesión natural):**<br>$PARPI = \left(\frac{SIARP}{SPRP}\right) \times 100$<br>PARPI: Porcentaje de área de rehabilitación pasiva implementada<br>SIAR: Superficie implementada en área de rehabilitación pasiva<br>SPRP: Superficie programada con la implementación de Rehabilitación pasiva | | actividad de proceso de rehabilitación pasiva |
| | **Cumplimiento a la siembra bajo el esquema de enriquecimiento vegetal:**<br>$PSEV = \left(\frac{SIEV}{SPEV}\right) \times 100$<br>PSEV: Porcentaje siembra en enriquecimiento vegetal<br>SEV: Superficie implementada en enriquecimiento vegetal<br>SPEV: Superficie programada en enriquecimiento vegetal | 100% | Supervisión a lo largo de la actividad de siembra por el esquema de enriquecimiento vegetal |

**Cronograma de actividades**

**Fase de Construcción y operación**

| Compensación, rescate y reubicación de individuos de las especies arbóreas sensibles | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Actividad** | **AÑO 1** | | | | | | **AÑO 2** | | | | | | **AÑO3** | | | | **AÑO6** |
| | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **B5** | **B6** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **B5** | **B6** | **B1** | **B2** | **B3** | **B4** | **B1** |
| Selección de los sitios | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades previas a la rehabilitación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento de un vivero temporal | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | | | | | | | | | | | | | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trasplante de los individuos recatados | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Siembra de individuos por reposición | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento de siembras y trasplantes | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Programa de árboles semilleros de especies en veda regional | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reposición | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Rescate y reubicación de Orquídeas y Bromelias** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de capacitación de personal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de rescate y reubicación de Orquídeas y Bromelias | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de mantenimiento a la reubicación de Orquídeas y Bromelias | | Q | Q | Q | M | M | M | B | B | B | B | B | B | B | B | B | |
| **Implementación de un área de rehabilitación** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementación de 2,553 ha de área de rehabilitación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación implementación de un área de rehabilitación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de siembra bajo el esquema de arreglos florísticos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de siembra bajo el esquema de enriquecimiento vegetal | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de Rehabilitación pasiva (sucesión natural) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seguimiento a la implementación de acciones de Rehabilitación | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pasiva (sucesión natural) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seguimiento a los diferentes esquemas de siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de mantenimiento a los esquemas de siembras | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo a la colonización de comunidades de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación | | | | | | LB | | | S | | | S | | | S | | | Continua hasta ajustar 6 monitoreos semestrales |

Frecuencia. Q: Quincenal; M: Mensual, B: Bimestral, S: Semestral, LB: línea base

**Costos estimados de ejecución**

**Actividad: Compensación, Rescate, Reubicación, Mantenimiento de individuos de especies arbóreas sensibles y árboles semilleros**

| Actividad | Unidad | Cantidad | Tiempo (meses) | Dedicación | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ing. Forestal | Mes | 1 | 3 | 1 | 6.590.015 | 19.770.045 |
| Técnico forestal | Mes | 3 | 3 | 1 | 4.118.759 | 37.068.831 |
| Mano de Obra activiades de establecimiento | Jornal | 18 | 3 | 1 | 70.000 | 3.780.000 |
| Plántulas | Unidad | 632 | 1 | 1 | 5.000 | 3.160.000 |
| Materiales, herramientas equipos | Ha | 0,6 | 1 | 1 | 317.118 | 190.271 |
| Insumos (fertilizantes, hidroretenedores, calfos, micorrizas, abono orgánico) | Ha | 0,6 | 1 | 1 | 1.131.600 | 678.960 |
| Transporte | Ha | 0,6 | 1 | 1 | 1.029.691 | 617.815 |
| Establecimiento de un vivero temporal (Global) | Vivero de 20m x 10 m | 1 | 1 | 1 | 1.268.715 | 1.268.715 |
| Herramientas, equipos e Insumos árboles semilleros | Global | 1 | 1 | 1 | 12.000.000 | 12.000.000 |
| **Subtotal sin IVA** | | | | | | **78.534.636** |

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | PMA-MB 02 |
|---|---|

**Costos de mantenimiento**

| Actividad | Unidad | Periodicidad | Cantidad | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| Actividades de mantenimiento, control fitosanitario y resiembras de un 10% | Ha | 12 | 0,6 | 1.972.000 | 14.198.400 |
| **Subtotal sin IVA** | | | | | **14.198.400** |
| **Costo total Actividad sin IVA** | | | | | **58.977.747** |

**Actividad: Rescate, Reubicación y Mantenimiento de Orquídeas y Bromelias**

| Costos Personal | Unidad | Cantidad | Meses | Dedicación | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profesional Biólogo/ Ing. Forestal | Persona-mes | 1 | 4 | 1 | 6.590.015 | 26.360.060 |
| Técnico forestal | Persona-mes | 1 | 4 | 1 | 4.118.759 | 16.475.036 |
| Auxiliares de campo | Persona-mes | 2 | 4 | 1 | 1.647.504 | 13.180.032 |
| **Subtotal Costos personal** | | | | | | **$ 56.015.128** |

| Costos Directos | Unidad | Cantidad | Meses | Dedicación | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Viáticos (profesionales, técnicos) | Día | 60 | N/A | N/A | 120.000 | 7.200.000 |
| Herramientas (palas, palines, carretas, machetes, etc.) | Global | 1 | N/A | N/A | 5.000.000 | 5.000.000 |
| Transporte (Vehículos) | Día | 40 | N/A | N/A | 450.000 | 18.000.000 |
| Materiales, insumos y fertilizantes varios | Global | 1 | N/A | N/A | 8.000.000 | 8.000.000 |
| **Subtotal Costos Directos** | | | | | | **$38.200.000** |
| **Costo total Actividad sin IVA** | | | | | | **$94.215.128** |

**Actividad: Implementación y mantenimiento de un área de rehabilitación**

| Actividad | Unidad | Cantidad | Tiempo (meses) | Dedicación | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ing. Forestal | Mes | 1 | 6 | 1 | 6.590.015 | 39.540.090 |
| Técnico forestal | Mes | 2 | 6 | 1 | 4.118.759 | 49.425.113 |
| Mano de Obra | Jornal | 76,59 | 1 | 1 | 70.000 | 5.361.300 |
| Plántulas | Unidad | 555 | - | - | 5.000 | 2.772.765 |
| Materiales, herramientas equipos | Ha | 2,6 | - | - | 317.118 | 809.602 |
| Insumos | Ha | 2,6 | - | - | 1.131.600 | 2.888.975 |
| Transporte | Ha | 2,6 | | | 1.029.691 | 2.628.801 |
| **Subtotal sin IVA** | | | | | | **103.426.646** |

**Costos de cerramiento y mantenimiento**

| Actividad | Unidad | Periodicidad | Cantidad | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|

| Programa de manejo florístico de especies sensibles | | | | | PMA-MB 02 |
|---|---|---|---|---|---|
| Actividades de cerramiento | Km | 1 | 1,02 | 12.500.000 | 12.765.000 |
| Actividades de mantenimiento, control fitosanitario y resiembras de un 10% | Ha | 12 | 2,6 | 1.972.000 | 60.414.192 |
| **Subtotal cerramiento y mantenimiento sin IVA** | | | | | **73.179.192** |
| **Costo total Actividad sin IVA** | | | | | **176.605.838** |
| **Costo total Programa sin IVA** | | | | | **329.798.713** |

**6.2.2**

Definir como una de las medidas de manejo para las especies en veda regional, la selección de árboles semilleros, lo cual, deberá efectuarse siguiendo una metodología clara y detallada.

**Respuesta:**

En el programa de Manejo Florístico de especies sensibles se incorpora la implementación de acciones de árboles semilleros para las especies *Aniba coto* y *Alfaroa williamsii* que presentan veda regional definida en el Acuerdo 404 de 2020 de CORNARE[3], los ajustes al programa contienen una descripción de algunos protocolos reconocidos para la selección y monitoreo árboles semilleros, la medida se considera además en el cronograma de actividades y en la estructura de costos del programa. La ficha de manejo ajustada se presenta en la respuesta al numeral 6.2.1.

[3] Acuerdo 404 de 2020 de CORNARE. Por el cual se declara la veda para algunas especies de flora silvestre en la jurisdicción de CORNARE y se toman otras determinaciones.

### 6.2.3 Indicadores

La frecuencia de medición de los indicadores de Cumplimiento a la implementación de un área de rehabilitación (PARI), cumplimiento a la siembra de arreglos florísticos (PSAF), cumplimiento a la implementación de procesos de rehabilitación pasiva (sucesión natural) (PARPI) y cumplimiento a la siembra bajo el esquema de enriquecimiento vegetal (PSEV) deberá ser ajustada acorde al cronograma de ejecución propuesto.

**Respuesta:**

En el programa de Manejo Florístico de especies sensibles se ajustan los indicadores de cumplimiento de acuerdo al cronograma de actividades, en este caso se consideran las acciones de seguimiento a la implementación de un área de rehabilitación, seguimiento a los diferentes esquemas de siembra (arreglos florísticos y enriquecimiento vegetal) y seguimiento a procesos de rehabilitación pasiva (manejo de la sucesión natural). La ficha de manejo ajustada se presenta en la respuesta al numeral 6.2.1.

### 6.2.4

Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal

Áreas sembradas (AR): la frecuencia de medición de este indicador deberá ser ajustada acorde al cronograma de ejecución propuesto.

**Respuesta:**

En el Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal se ajusta el indicador de cumplimiento de Áreas sembradas (AR) de acuerdo al cronograma de actividades, se precisa que en dicho indicador el registro del avance a las áreas sembradas se realizará a lo largo de las actividades de siembra; así mismo, en el quinto bimestre del primer año de construcción del proyecto, se reportará la siembra consolidada para medir el éxito de la actividad la cual será presentada a CORNARE para su evaluación y seguimiento, además servirá como insumo de la línea base del monitoreo. El programa con los ajustes realizados se presenta a continuación:

| **Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal** | **PMA-MB-03** |
|---|---|
| **Objetivo general** | |
| Mitigar y compensar los impactos ambientales generados a los ecosistemas naturales y la diversidad florística y faunística en términos de la alteración y fragmentación de los hábitats. | |

<table>
<tr><th colspan="5">Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal</th><th>PMA-MB-03</th></tr>
<tr><td colspan="6">Metas</td></tr>
<tr><td colspan="6">• Realizar la restauración de 9,1 ha (4.446 árboles) como medida de compensación por los efectos causados en la remoción de la cobertura vegetal y el aprovechamiento forestal del proyecto Cocorná III, de tal forma que permita aumentar y recuperar la conectividad ecológica y la diversidad, además de contribuir a la regulación hídrica de la cuenca y la funcionalidad de las rondas hídricas del río Cocorná, aledañas al proyecto.<br>• Promover un proyecto de restauración ecológica participativo y sostenible, involucrando a la comunidad en dicho proceso de restauración.</td></tr>
<tr><td colspan="2">SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR</td><td colspan="2" rowspan="2">FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA</td><td colspan="2">TIPO DE MEDIDA</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">• Oferta hídrica<br>• Recreación, turismo y apreciación del paisaje</td><td>Potenciación</td><td></td></tr>
<tr><td>Estudios</td><td></td><td>Prevención</td><td></td></tr>
<tr><td>Construcción</td><td>X</td><td>Mitigación</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Operación</td><td>X</td><td>Corrección</td><td></td></tr>
<tr><td>Desmantelamiento y abandono</td><td></td><td>Compensación</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="6">IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR</td></tr>
<tr><td colspan="6">• Alteración a las coberturas vegetales (-)<br>• Alteración a las comunidades de flora (-)<br>• Alteración en la conectividad ecológica (-)<br>• Cambio en la estructura de las especies de fauna (-)<br>• Modificación del hábitat de la fauna terrestre (-)</td></tr>
<tr><td colspan="6">METODOLOGÍA</td></tr>
<tr><td colspan="6">Recursos Físicos (materiales y equipos)</td></tr>
<tr><td colspan="6">• Equipos de protección personal<br>• Materiales y herramientas de siembra<br>• Material vegetal<br>• Fertilizantes, micorrizas, hidroretenedores entre otros</td></tr>
<tr><td colspan="6">Lugar de aplicación</td></tr>
<tr><td colspan="6">Se propone realizar la restauración y compensación de la cobertura vegetal secundaria y las áreas comprendidas entre estos fragmentos, localizadas al interior del área de influencia biótica del proyecto Cocorná III, especialmente aquellas que contienen hábitats núcleo y cercanas al río Cocorná y sus afluentes.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Población a beneficiar</td></tr>
<tr><td colspan="6">Habitantes del área de influencia, flora y fauna local.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Procedimiento de desarrollo</td></tr>
<tr><td colspan="6">Actividades y medidas de manejo ambiental</td></tr>
</table>

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

1. Cálculo del área a compensar

Para saber el área que se debe compensar se tuvo en cuenta los factores de compensación definidos en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad de la Resolución 256 (MADS, 2018).

$$FCAFU = (AT + (AT * (a + b + c)))/AT$$

Dónde: FCAFU es el factor de compensación por aprovechamiento forestal único, AT: Área total a aprovechar por el desarrollo del proyecto, a es el factor por tipo de cobertura, b es el factor por categoría de amenaza de las especies forestales y c es el coeficiente de mezcla.

Para este cálculo se tuvieron en cuenta las coberturas naturales y seminaturales, al ser los ecosistemas de mayor interés ecológico y prestador de servicios ecosistémicos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

| Cobertura | a | b | c | AT (ha) | FCAFU | Área a compensar (ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bosque de galería y/o ripario | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 3,15 | 2,6 | 8,2 |
| Vegetación secundaria o en transición | 0,5 | - | 0,5 | 0,47 | 2 | 0,9 |
| **Total** | | | | **3,62** | **-** | **9,1** |

En el área a compensar se establecerán 4.446 árboles; adicionalmente, en esta zona se realizará la compensación y el rescate de las especies arbóreas sensibles (ver Tabla 26. y Tabla 27)

2. Selección del área a restaurar

Puesto que los objetivos de restauración propuestos se dirigen a recuperar la funcionalidad de las rondas hídricas y aumentar la conectividad de los ecosistemas, se propone realizar la restauración y conservación en las franjas de protección del río Cocorná y sus afluentes, además de los fragmentos de coberturas seminaturales que se encuentran aledaños a estos (Ver Figura 44).

Con el fin de asegurar el éxito y la sostenibilidad del plan, la elección de las áreas puntuales destinadas a restauración se realizará teniendo en cuenta los criterios técnicos y las necesidades de la comunidad local. Para alcanzar esto, previo a la ejecución del plan se delimitarán unas áreas preliminares teniendo en cuenta los criterios técnicos de priorización y las consideraciones de la autoridad ambiental CORNARE. Posteriormente se definirán las áreas puntuales a restaurar mediante un mecanismo de socialización con la comunidad involucrada. A continuación, se listan los criterios a tener en cuenta:

- Las rondas hídricas desprovistas de vegetación boscosa o secundaria.
- Las áreas desprovistas de vegetación boscosa o secundaria que son potenciales para conectar los fragmentos de hábitats, especialmente aquellos que tienen un área núcleo, es decir que tienen mayor potencial para ser hábitat de la fauna y flora silvestre.
- Las áreas seminaturales con alto grado de intervención.
- Las áreas con grado alto de erosión y pérdida del recurso suelo, especialmente aquellas con altas pendientes.
- Se priorizará aquellas áreas que la comunidad considere de interés para restaurar.

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|
| • No se incluirán las áreas destinadas a los accesos tradicionales de los espacios recreativos del río Cocorná.<br>• Se fortalecerán las áreas propuestas en el plan de manejo PMA-MF-11 de manejo del paisaje, con el fin de promover las actividades ecoturísticas de la región, la sostenibilidad económica de los habitantes y la conservación de las áreas naturales.<br>• Se excluirán los predios que sean incompatibles con este objetivo, debido a la carencia de interés o imposibilidad de establecer acuerdos. | |

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

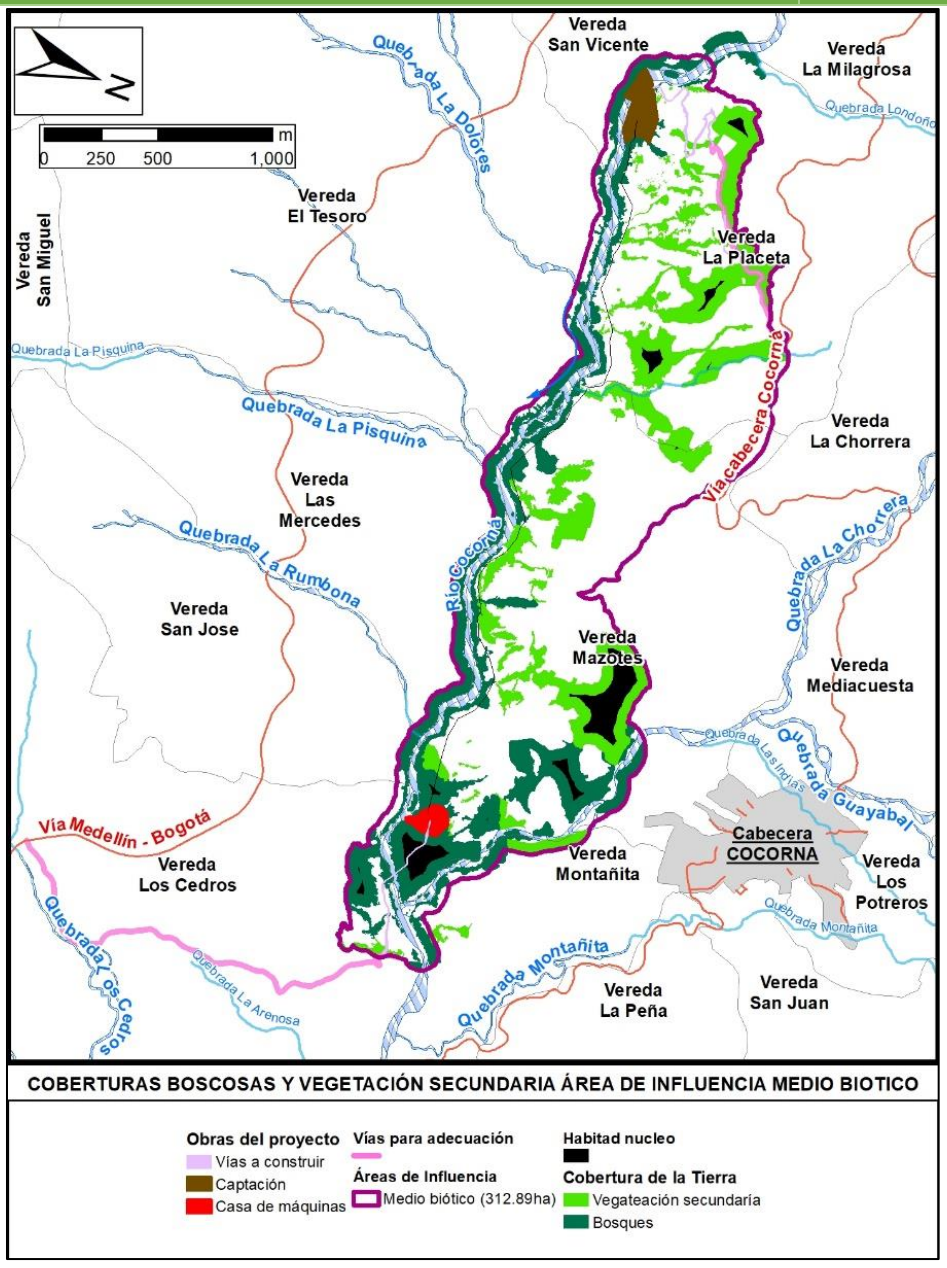



Figura 44 Áreas potenciales a rehabilitar

3. Implementación de las acciones de restauración ecológica, durante la construcción

El objetivo principal de la restauración será devolverle los atributos ecológicos más cercanos al ecosistema original disturbado, mediante la integración de fragmentos existentes, favoreciendo los flujos de organismos y volviendo estas áreas sostenibles. Con el fin de alcanzar este propósito a continuación se presentan las actividades a desarrollar,

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

las cuales fueron propuestas teniendo como base el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015) y el manual de Restauración funcional del paisaje rural (Sanchún et al., 2016).

**3.1 Actividades previas a la rehabilitación:**

Estas actividades tendrán como objeto asegurar el éxito del plan de manejo y su sostenibilidad.

- En primera medida se tomará la información de las parcelas realizadas en las áreas boscosas intervenidas para usarlas como referencia de la composición florística existente, la estructura y funcionalidad que se desea alcanzar. Además, se propone realizar parcelas en los fragmentos de bosque más conservados empleando la metodología de inventarios rápidos Tipo RAP, con el fin de actualizar la información levantada en este estudio y evaluar el estado actual y potencial del área a restaurar.
- Por otro lado, se propone realizar un recorrido del área con el fin de corroborar las áreas a restaurar identificadas y la accesibilidad a estas.
- Identificar mecanismos más eficientes para la vinculación de las comunidades a las actividades de la restauración ecológica. Dentro de este ítem se consideran: i) el modo de compensación, es decir los convenios a realizar con los propietarios (ver Figura 45). ii) la implementación de talleres donde se discutan los beneficios de las estrategias de restauración, tanto sociales y culturales como ecológicas; y el contexto futuro deseado para dirigir los esfuerzos de restauración y disminuir los agentes limitantes de ésta. iii) realizar una evaluación de la mano de obra calificada y no calificada disponible en el área, las contrataciones y capacitaciones del personal necesario para implementar las medidas de restauración seguirán los lineamientos establecidos en el plan de manejo PMA-MS-03, relacionado con la contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra.

Figura 45. Modos de Compensación

- Se realizará el cercamiento o el cierre de las áreas escogidas con el fin de disminuir la mortalidad de las plántulas por el pisoteo de ganado o el tránsito de personas, estos cercamientos no interferirán con el plan de paisajismo ni con las actividades de los propietarios de los predios intervenidos por el proyecto

**3.2 Selección de especies y los mecanismos de reproducción**

La selección de especies se realizará teniendo como base la composición florística encontrada en la caracterización de la zona y además se complementó con el listado de especies reportadas en el Distrito Regional de Manejo Integrado Viaho-Guayabal localizado en los municipios de Cocorná, EL Santuario, y el Carmen de Viboral. En la restauración se deberá asegurar la selección de especies con temperamentos variados en cuanto a la tasa fotosintética, crecimiento y necesidades de luz, según lo reportado por Sanchún et al. (2016). Como estrategia inicial se deberán utilizar especies helíofitas efímeras arbustivas

que tengan una alta productividad de semillas en etapas tempranas y que puedan ofrecer recursos alimenticios a la fauna local (frutos, hojas, semillas). Asimismo, se debe agregar, en el ensamble de siembra, especies helíofitas efímeras de porte arbóreo en conjunto con especies de helíofitas durables y especies esciófitas. El listado de las especies propuestas se presenta en en el anexo 10. Planes y Programas, carpeta 10.2 Planes_Programas_Flora del EIA entregado en abril de 2022 el Listado de especies potenciales para la compensación forestal.

Las especies a emplear también estarán determinadas por la disponibilidad del material vegetal existente en los viveros, además se utilizarán los individuos rescatados en el área intervenida por el proyecto; así como la reposición de especies sensibles de acuerdo a la Tabla 26 y la Tabla 27. En caso de que la oferta de especies de los viveros aledaños no sea suficiente, se propone reclutar plántulas de las áreas naturales aledañas, especialmente aquellas que se encuentran en áreas altamente susceptibles a ser intervenidas.

### 3.3 Establecimiento de las intervenciones

Para realizar la restauración de las 9,1 ha, se plantean dos estrategias las cuales se describen a continuación:

- El 49,4% del área a compensar es decir 4,5 ha serán destinadas para la revegetalización de las rondas hídricas y las áreas potenciales para generar conectividad entre los fragmentos existentes. Dada a las condiciones del terreno y para aumentar el efecto protector de las rondas hídricas, se propone un sistema de restauración a tres bolillo con un distanciamiento de 3,5 m, dando un total de 4.239 plántulas. La distribución de las plantas se debe hacer de tal manera que reparta la luz disponible entre los gremios ecológicos, favorezca el cierre del dosel y la creación de microclimas para cada una de las especies, para esto se propone la distribución mostrada en la (Figura 46).

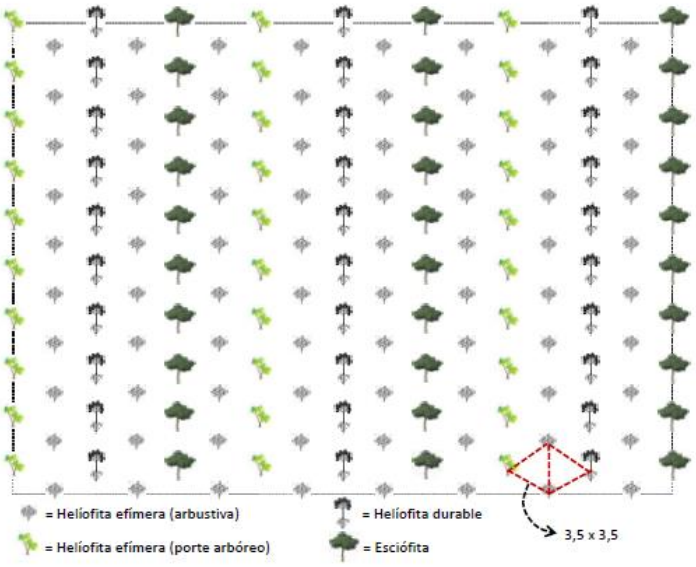



Figura 46. Diagrama de siembra y distribución de individuos según los gremios
Fuente: (Sanchún et al., 2016)

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

- El 51% restante del área (4,6 ha) se empleará para crear zonas de amortiguamiento alrededor de coberturas vegetales naturales y seminaturales existentes, esto con el fin de proteger las áreas óptimas para el albergaje de flora y fauna, además de disminuir la presión de los agentes limitantes de la restauración. En estas franjas se emplearán especies con interés comercial maderero y no maderero, así como especies atractivas para la fauna y que favorezcan los procesos de sucesión. El sistema de siembra que se utilizará en estas áreas es el de núcleos espaciados propuesta por Anderson (1953), donde se recomienda colocar individuos de diferentes gremios por núcleo para disminuir la competencia. Por otro lado, se propone que cada uno de los núcleos este constituido por cinco especies diferentes, ubicando en el centro las especies esciófitas y en los extremos especies helíofitas, con el objeto de favorecer el flujo genético en estas áreas, en la Figura 47 se muestra la distribución de las plantas propuesta, donde la densidad de siembra será de nueve núcleos por hectárea para un total de 207 plántulas.

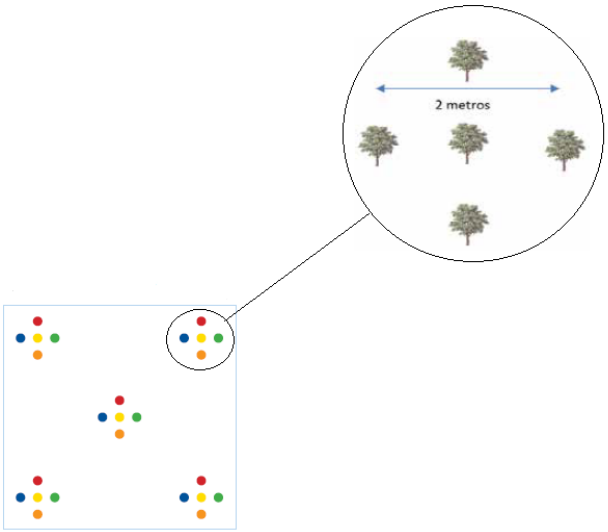



Figura 47. Diagrama de siembra y distribución de individuos por núcleos
Fuente: Modificado de Sanchún et al. (2016)

### 3.4 Siembra del material vegetal

La siembra del material vegetal utilizado para los arreglos florísticos seguirá las medidas descritas a continuación:

- **Hoyado y plateo:** inicialmente se establece el plateo, los cuales tendrán una dimensión de 1 m de diámetro en cuya área se elimina toda la vegetación existente. En el centro del plato se hará un repique de 30 x 30 x 30 cm, destruyendo los terrones grandes y en él se ubicará el hoyo, el cual se efectúa con herramienta manual.
- **Fertilización:** se hace la preparación del hoyo con un fertilizante compuesto. Se aplica en cada hoyo la cantidad requerida del producto, distribuyéndolo uniformemente. También se aplicará hidroretenedores.

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

- **Siembra:** luego de la fertilización se distribuye el material vegetal en cada hoyo, teniendo en cuenta que al sembrarlo no se cubra el cuello de la raíz del árbol, que quede recto y se apisona el suelo para eliminar el aire de éste. Se evitarán las bateas y depresiones en el área del hoyo a fin de que no se formen encharcamientos.
- **Registro de la actividad:** este registro servirá como la línea base de la restauración ecológica, se hará la georreferenciación de los núcleos o de los individuos, el nombre de las especies sembradas, altura de los individuos, estado fitosanitario, estado fenológico y observaciones de la siembra.

### 3.5 Mantenimiento de las intervenciones

Para asegurar la sobrevivencia y el adecuado crecimiento de los individuos sembrados se realizarán actividades de mantenimiento durante los primeros cinco años, como sigue: A lo largo del primer año, se realizarán mantenimientos cada tres meses, en el segundo año, cada cuatro meses, en el tercer año y cuarto año, cada seis meses y en el quinto año, se realizará un mantenimiento anual. Sin embargo, las actividades silviculturales podrán ser modificadas acorde con la necesidad de la especie o del área. Las actividades de mantenimiento constarán de:

- Plateo: se realizará con el fin de disminuir la competencia con plantas invasoras y se deberá mantener el plateo inicial, al mismo tiempo se aplicará chipiado con el fin de mantener la humedad, aporte de nutrientes y disminuir el establecimiento de plantas invasoras.
- Fertilidad: se aplicarán fertilizantes con el fin de asegurar la supervivencia de las especies.
- Instalación o mantenimiento de tutores para asegurar el adecuado crecimiento de las plántulas y evitar daños mecánicos.
- Realizar podas de corregimiento si se considera necesario según la especie.
- Evaluación fitosanitaria y mortalidad: se evaluará el estado de las plántulas y sus posibles afectaciones con el fin de tomar las medidas pertinentes a tiempo, o la reposición de los individuos en caso de muerte. La evaluación fitosanitaria se realizará anual por los 5 años del programa.
- Reposición o resiembra: Los individuos muertos, con alto grado de marchitez o severa afectación fitosanitaria, serán repuestos manteniendo siempre una tasa de mortalidad por debajo del 10%. El proceso operativo será siempre manual y se ejecutará en época similar a la de la plantación. Esta actividad se realizará anual por los dos primeros años del programa.

### 3.6 Seguimiento a la implemtación del área de restauración

El avance de las áreas sembradas en la restauración se realizará a lo largo de las actividades de siembra, además, en el quinto bimestre del primer año de construcción del proyecto, se reportará la siembra total para medir el éxito de la actividad la cual será presentada a CORNARE para su evaluación y seguimiento, además servirá como insumo de la línea base del monitoreo.

**Mecanismos y estrategias participativas**

<table>
<tr><th colspan="3">Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal</th><th>PMA-MB-03</th></tr>
<tr><td colspan="4">

- Socialización participativa con la comunidad sobre los proyectos de compensación
- Establecimiento de convenios pertinentes con los propietarios del predio que permitan asegurar las realización y el éxito de la actividad de compensación, esto se realizara teniendo en cuenta los modos planteados en el manual de compensaciones del componente biótico (MADS, 2018).
- Involucrar a la población del área de influencia en las labores de siembra y cierre de las áreas a conservar.

</td></tr>
<tr><td colspan="3">Personal requerido:</td><td>Responsable de la ejecución</td></tr>
<tr><td colspan="3">

- Ingeniero Forestal o afín con experiencia en restauración y siembras, quién dará los lineamientos para dicha actividad.
- Personal operativo organizado por cuadrillas
- Profesional de Seguridad y salud en el trabajo

</td><td>Profesional Forestal</td></tr>
<tr><th>Meta</th><th>Indicador</th><th>Criterio de cumplimiento</th><th>Frecuencia de medición y duración</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Promover un proyecto de restauración ecológica participativo y sostenible, involucrando a la comunidad en dicho proceso de restauración.</td><td>Porcentaje de propietarios y actores económicos socializados<br><br>$\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$<br>PS: porcentaje de propietarios y actores económicos del área de influencia de caracterización a detalle que participan en el taller de socialización<br>X1: número de participantes en el taller de socialización realizados<br>X2: número total de propietarios y actores económicos del área de influencia</td><td>70%</td><td>En cada encuentro participativo</td></tr>
<tr><td>Porcentaje de vinculación de mano de obra local<br><br>$\mathrm{PMOL}(\%) = \frac{MOLC}{MOT} * 100$</td><td>50%</td><td>Mensual (durante el plan de restauración)</td></tr>
</table>

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | | | PMA-MB-03 |
|---|---|---|---|
| | PMOL: Porcentaje de mano de obra local contratada para actividades ambientales de los Planes de Manejo del Proyecto<br>MOLC: número de habitantes del área de influencia contratados<br>MOT: mano de obra total contratada, en número de trabajadores | | |
| | **Porcentaje de variación en los ingresos de la mano de obra contratada**<br>$\text{IMOL}(\%) = \frac{ICP - ISP}{ISP} * 100$<br>IMOL: variación ingresos de la mano de obra local<br>ISP: ingresos de la mano de obra local sin plan de restauración<br>ICP: ingresos de la mano de obra local con plan de restauración | No Aplica | Mensual (durante el plan de restauración) |
| • Realizar la restauración de 9,1 ha (4.446 árboles) como medida de compensación por los efectos causados en la remoción de la cobertura vegetal y el aprovechamiento forestal del proyecto Cocorná III. | **Áreas sembradas:** permitirá medir el cumplimiento del área propuesta para restaurar.<br>$AR\ (\%) = \frac{As}{Ap} x100$<br>AR: porcentaje de área restaurada<br>As: área sembrada<br>Ap: área propuesta a restaurar | 100% | El registro del avance a las áreas sembradas se realizará a lo largo de las actividades de siembra, además, en el quinto bimestre del primer año de construcción del proyecto, se reportará la siembra total para medir el éxito de la actividad. |
| | | | |

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | PMA-MB-03 |
|---|---|

**Cronograma de ejecución**

**Bimestre Etapas de Construcción y Operación**

| Actividad | AÑO 1 | | | | | | AÑO 2 | | | | | | AÑO 3 | | | | | AÑO 4 | | | AÑO 5 | AÑO 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B 1 | B 2 | B 3 | B 4 | B 5 | B 6 | B 1 | B 2 | B 3 | B 4 | B 5 | B 6 | B 1 | B 2 | B 3 | B 4 | B 6 | B 2 | B 4 | B 6 | B1 | B1 |
| Selección de los sitios a restaurar | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades previas a la rehabilitación | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Establecimiento | | C | C | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seguimiento a las áreas de siembras | | C | C | C | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento de las intervenciones | | | | | C | | C | | C | | C | | C | | C | | C | | C | C | C | C |
| Reposición | | | | | | | | C | | | | | | C | | | | | | | | |

C: etapa de construcción, O: etapa de operación

**Costos estimados de ejecución**

| Actividad | Unidad | Cantidad | Tiempo (meses) | Dedicación | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ing. Forestal | Mes | 1 | 6 | 1 | 6.590.015 | 39.540.090 |
| Técnico forestal | Mes | 2 | 6 | 1 | 4.118.759 | 49.425.113 |
| Mano de Obra | Jornal | 274 | 1 | 1 | 70.000 | 19.180.000 |
| Plántulas | Unidad | 4.446 | - | - | 5.000 | 22.230.000 |
| Materiales, herramientas equipos | Ha | 9,1 | - | - | 317.118 | 2.885.774 |
| Insumos | Ha | 9,1 | - | - | 1.131.600 | 10.297.560 |
| Transporte | Ha | 9,1 | | | 1.029.691 | 9.370.188 |
| **Subtotal sin IVA** | | | | | | **152.928.725** |

**Costos de cerramiento y mantenimiento**

| Actividad | Unidad | Periodicidad | Cantidad | Valor unitario ($) | Valor total ($) |
|---|---|---|---|---|---|
| Actividades de cerramiento | Km | 1 | 3,64 | 12.500.000 | 45.500.000 |

| Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal | | | | | PMA-MB-03 |
|---|---|---|---|---|---|
| Actividades de mantenimiento, control fitosanitario y resiembras de un 10% | Ha | 12 | 9,1 | 1.972.000 | 215.342.400 |
| **Subtotal cerramiento y mantenimiento sin IVA** | | | | | **260.842.400** |
| **Costo total Programa sin IVA** | | | | | **413.771.125** |

## 6.3 Planes de manejo de fauna

### 6.3.1

El usuario deberá incorporar medidas adicionales en los programas PMA-MB-04, PMA-MB-05, PMA-MB-06, con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos generados por la recolección de muestras y/o especímenes de la diversidad biológica de fauna y flora silvestres, en cumplimiento de la Circular Externa No. 00001 del 18 de marzo de 2022, expedida por la ANLA.

**Respuesta**:

De acuerdo a los planes de manejo planteados y aplicando los procedimientos adecuados y las metodologías aprobadas en el apartado correspondiente al Capítulo 7 “Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad” donde se especifican las metodologías de trabajo y profesionales idóneos para realizar los muestreos en las diferentes etapas de desarrollo de los planes de manejo y monitoreo, no se espera que se generen impactos adicionales por lo que no se considera necesario la elaboración de planes de manejo adicionales ya que de llegar a presentarse alguna afectación sobre la flora o la fauna esta sería mínima.

### 6.3.2

Deberá plantear la instalación de pasos de fauna funcionales en cada uno de los parches boscosos que van a ser intervenidos con vías u otras estructuras que interrumpan la conectividad ecológica.

**Respuesta:**

Se presentó en el Capítulo 10 Planes y programas, en el PMA 10.1.2.4. *Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre*, en la actividad 5. Instalación de pasos de fauna. (ver Figura 10-120. Puntos tentativos para la instalación de pasos de fauna elevados) se propuso un paso elevado de fauna en la vía a construirse cerca a la quebrada la Chorrera. Se presenta a continuación el diagrama con otros 5 pasos de fauna tentativos en algunos parches que presentan vegetación secundaria y en el Anexo 10 Planes y programas se presenta en el Mapa “Pasos de fauna elevados”, se presenta el detalle de la ubicación tentativa de los sitios

para la instalación de los pasos de fauna con el fin de garantizar la conectividad de dicho grupo biológico.

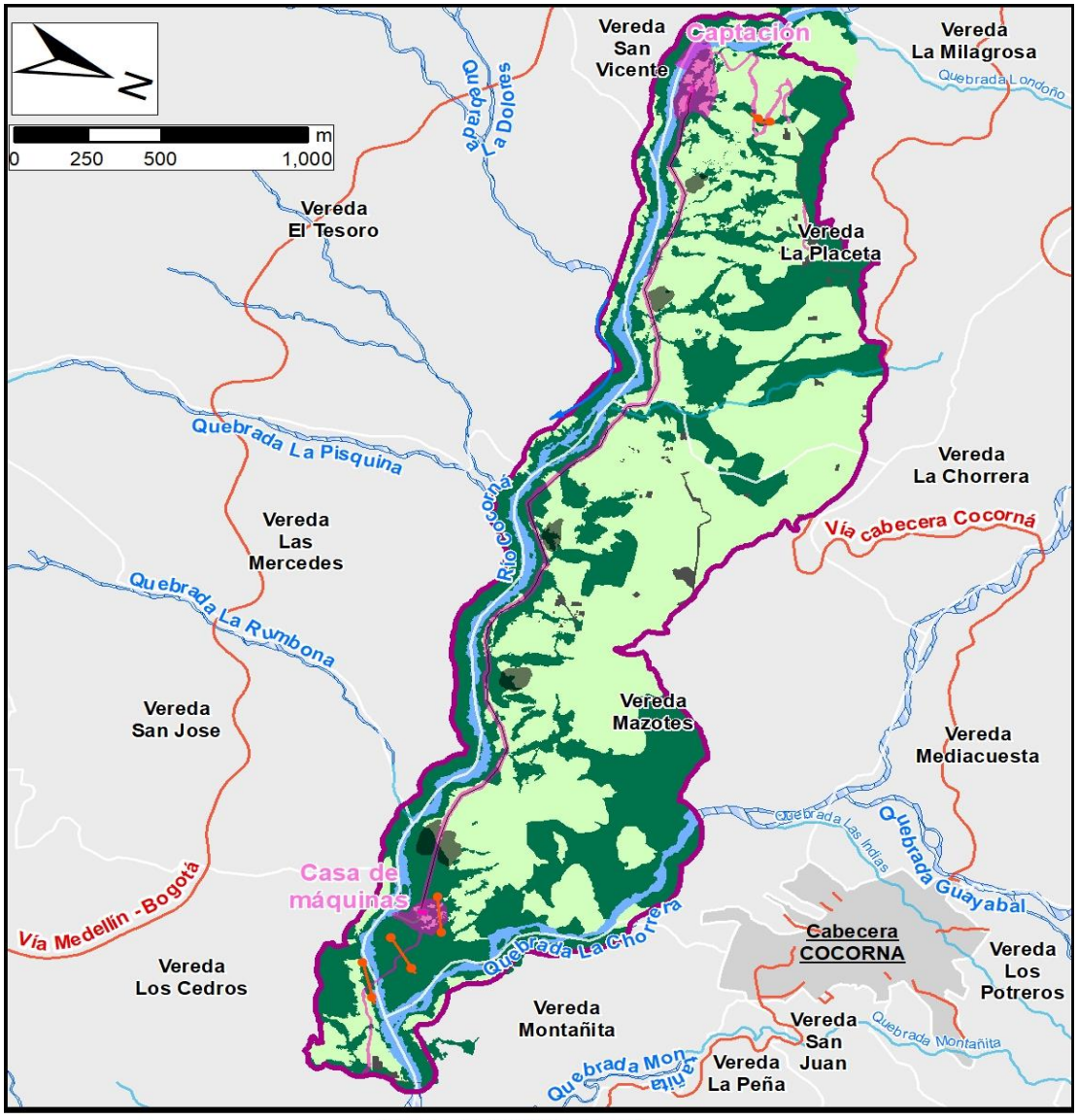



Figura 48. Pasos elevados de fauna.

**6.3.3**

Deberá corregir idoneidad de profesionales en el PMA-MB-06 “Rescate contingente da fauna íctica” de tal forma que sean los adecuados para este componente.

**Respuesta:**

**Rescate**: Se presenta la aclaración de los profesionales idóneos para realizar las labores de rescate quedando modificados los siguientes ítems:

- **Actividades y medidas de manejo ambiental**

*Actividad 3*. Capacitación y adiestramiento al personal. Se realizarán talleres de socialización con el personal involucrado y un simulacro donde se definan las funciones de trabajo y ubicación en el proceso de rescate. Se organizarán los grupos de trabajo los cuales deben incluir dos profesionales que acrediten experiencia en ictiología y cuyos perfiles profesionales pueden ser: biólogos, ecólogos o ingenieros acuícolas y/o pesqueros. Además, se contará con el apoyo auxiliares de campo, los cuales preferiblemente será personal de la zona. Es necesario que cada actividad sea contabilizada para verificar tiempos durante la toma de las variables fisicoquímicas del agua, medidas biométricas (talla y peso), traslado y reubicación de los ejemplares y de esta forma se puede evaluar y optimizar el trabajo de recate.

- **Personal requerido:**

Profesional ambiental (biólogos, ecólogos o ingenieros acuícolas y/o pesqueros) con el fin de Coordinar el plan de rescate desde su inicio hasta su final.

**6.3.4**

Deberá aclarar en el PMA-MB-06 cuáles serán las zonas de reubicación de fauna íctica con el fin de que estas sean las más idóneas para este fin y se diferencien de las zonas de rescate.

**Respuesta:**

Se presenta a continuación la figura corregida con los puntos tentativos de rescate y reubicación de la fauna íctica. En el Anexo 10 Planes y programas se presenta en el Mapa “Puntos de rescate y reubicación de peces PCH Cocorna III”, con el detalle de la ubicación tentativa de los sitios de rescate y reubicación de los peces durante las actividades de desvío del río por medio de la ataguía y las primeras etapas de operación de la PCH, esto con el fin de asegurar la efectividad de dicha medida de manejo.

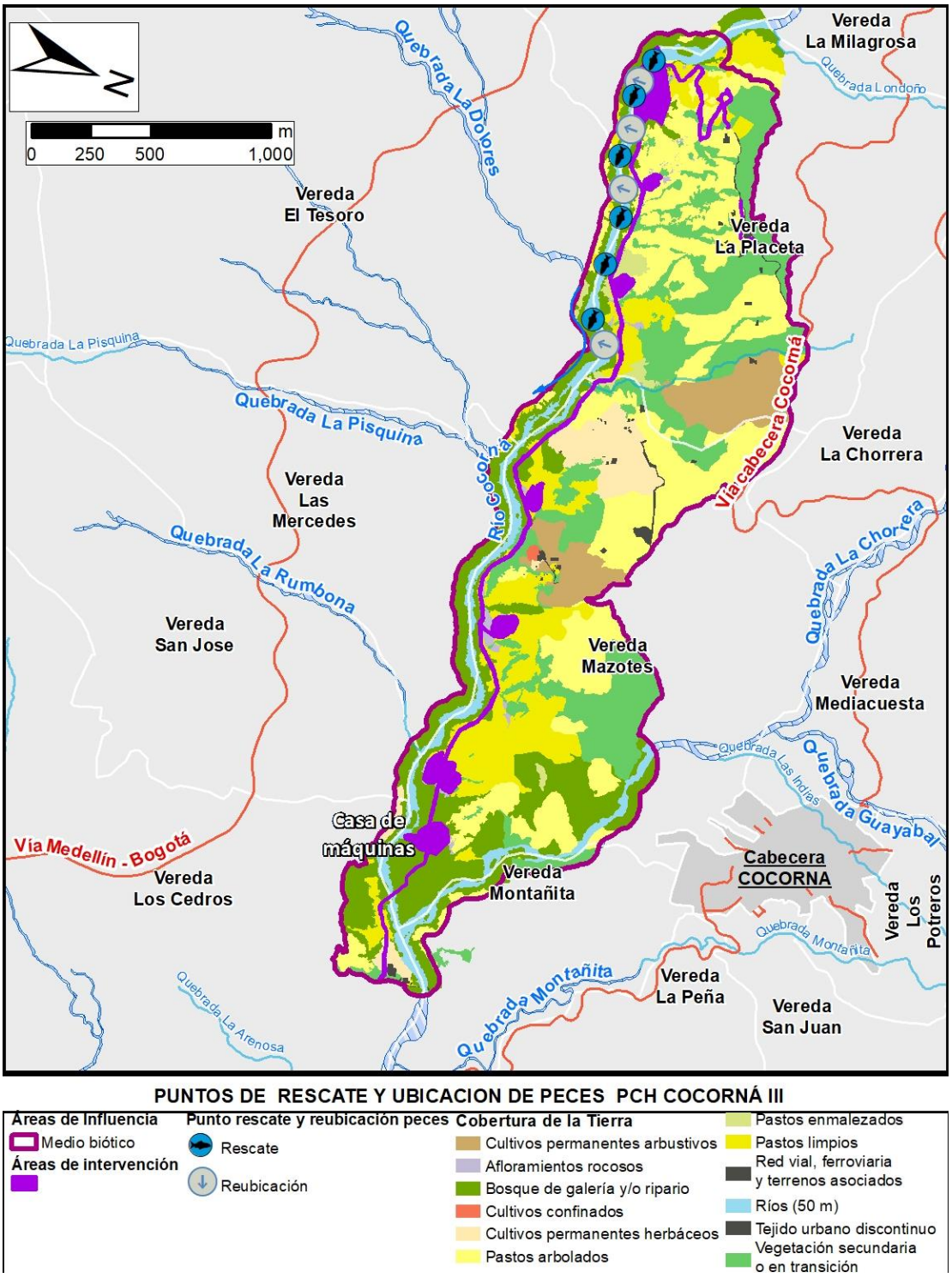



Figura 49. Puntos de rescate y ubicación de peces.

**6.3.5**

**Componente Socioeconómico**

Integrar un programa de gestión predial que considere la negociación de predios y el manejo que se realizará con los que estén adelantando algún trámite en la unidad de restitución de tierras o con otra entidad.

**Respuesta**

El programa de gestión predial (PMA-MS-01-A) se encuentra incorporado en el Programa de información, participación comunitaria y gestión predial. (Ver capítulo 10. Planes y Programas)

# 7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

## 7.1 Medio Biótico

**7.1.1**

Programa de monitoreo y seguimiento al manejo florístico de especies sensibles

Plantear indicadores para medir el éxito en cuanto al establecimiento de las plantas epífitas vasculares reubicadas y en cuanto a la colonización de especies no vasculares en los individuos establecidos para tal fin

**Respuesta**

En el programa de monitoreo y seguimiento al manejo florístico de especies sensibles se definen los indicadores que miden el éxito a la medida al manejo de la reubicación de orquídeas y bromelias en términos de sobrevivencia y atributos de desarrollo, también se incorporó el indicador que mide el éxito el desarrollo de la colonización de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación, en este caso los indicadores se orientaron a la riqueza de especies y a la densidad de cobertura (superficie) de las comunidades. La implementación de los indicadores se proyecta además en ajustes a la descripción de las acciones, así como en el cronograma de actividades y en la estructura de los costos. A continuación, se presenta el programa de monitoreo y seguimiento ajustado:

| **Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles** | **PMS-MB-02** |
|---|---|
| **Medio**<br>Biótico | **Componente ambiental a monitorear**<br>Ecosistema terrestre |
| **Objetivo general** | |

| **Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles** | **PMS-MB-02** |
|---|---|
| Realizar el monitoreo y seguimiento de la compensación, rescate y reubicación de las especies de flora endémicas, amenazadas o en veda nacional y regional. | |
| **Objetivos específicos**<br>• Realizar el monitoreo de los individuos rescatados y compensados de especies arbóreas sensibles.<br>• Realizar el seguimiento y mantenimiento de los individuos rescatados y reubicados de especies de bromelias y orquídeas.<br>• Desarrollar actividades de monitoreo a la colonización de comunidades vegetales de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación | |
| **PMA Asociados**<br>Programa de manejo florístico de especies sensibles (PMA-MB-02) | |
| **Lugar de aplicación**<br>El lugar de reubicación de los individuos rescatados y de compensación estará ligado a las áreas seleccionadas para la restauración y compensación de la cobertura vegetal detalladas en el PMA-MB-03.<br>Para el manejo de las especies en veda nacional: Cuenca media del río Cocorná, ecosistemas terrestres localizados en el área de influencia del medio biótico con condiciones de hábitat similares a los sitios donde se realizará el aprovechamiento forestal del proyecto. | |
| **Etapas del proyecto**<br>Fase de construcción y operación | |
| **Responsables de ejecución del PMS**<br>El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional forestal y biólogo encargado | |
| **Actividades** | |
| **Monitoreo de las acciones de conservación, restauración y compensación de especies arbóreas sensibles** | |
| **Monitoreo de los individuos reubicados y establecidos por compensación**<br>Se realizará el seguimiento al éxito de la siembra de las especies en las áreas de restauración ecológica por medio del censo y evaluación fitosanitaria de los individuos sembrados y reubicados. Con el fin de alcanzar esto, en la siembra se georreferenciarán cada una de las plántulas sembradas y se marcarán con una placa. Posteriormente se realizará la evaluación fitosanitaria y el registro de variables dasométricas como diámetro y altura.<br>El estado fitosanitario se refiere a las condiciones relacionadas con la prevención y curación de las enfermedades de las plantas. Con esta variable se busca conocer la resistencia de la especie a los ataques fitosanitarios. Pueden ser: hongos, virus, bacterias y herbívora. Esta variable se censará si el individuo está afectado en más de un 40% de su estructura y en la planilla se generará una condición de afectado. | |

| Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles | PMS-MB-02 |
|---|---|

Estas actividades de monitoreo cada quince días durante los tres primeros meses después de la reubicación durante la fase de construcción del proyecto, posteriormente el monitoreo se realizará con una periodicidad de tres meses por un periodo de dos años, manteniendo el criterio de cumplimiento de un 90% de supervivencia. En caso de que la supervivencia sea inferior al criterio de cumplimiento se hará reposición del material (resiembra).

Para la recolección de información se proponen los formatos de campo consignados en el en el anexo 10. Planes y Programas, carpeta 10.2 Planes_Programas_Flora del EIA entregado en abril de 2022

**Registro de las actividades de conservación, restauración y compensación ante la autoridad ambiental.**

Las acciones de conservación, restauración y compensación, se deben reportar ante la autoridad ambiental competente; ante la cual deben reportarse los polígonos del área intervenida en dichas acciones, además de presentar los informes y resúmenes que acerca del proceso la autoridad solicite.

**Monitoreo y seguimiento a las actividades de rescate y reubicación de orquídeas y bromelias**

**Capacitación del personal de Obra**

El profesional encargado verificará el cumplimiento de las jornadas de capacitación al personal que estará programado para implementar las medidas de rescate y reubicación de los individuos de especies sensibles (especies arbóreas, orquídeas y bromelias). En este proceso se verificará los contenidos de los talleres, la formación y experiencia del personal que impartirá los talleres de capacitación y el material didáctico preparado.

**Rescate y Reubicación del material vegetal**

Una vez en el terreno, se verificará los criterios, cantidades y la composición de especies de los individuos a rescatar y reubicar de orquídeas y bromelias; así mismo, se revisarán los registros y toma de información en campo.

De otra parte, se supervisará que las técnicas definidas para el rescate y reubicación de orquídeas y bromelias se desarrollen adecuadamente

**Actividades de mantenimiento de epífitas (orquídeas y bromelias) reubicadas**

De acuerdo al cronograma de ejecución, se verificará que las técnicas definidas para el mantenimiento de orquídeas y bromelias reubicadas se desarrollen adecuadamente, así como los registros y la toma de información de campo.

**Actividades de monitoreo de epífitas (orquídeas y bromelias) reubicadas**

De acuerdo al cronograma de ejecución, se realizarán jornadas de monitoreo cada seis meses durante tres (3 años). Inicialmente se consolidará una línea base que contenga las cantidades, localización y estado fitosanitario del material reubicado.

En cada jornada de monitoreo semestral se cuantificará y estimarán las siguientes variables:

| Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles | PMS-MB-02 |
|---|---|

- Sobrevivencia de individuos
- Estado fitosanitario
- Variables de desarrollo (número de hijuelos, número de hojas nuevas, y estado fenológico).

Al final del monitoreo (tercer año), se consolidará un informe final el cual se presentará a CORNARE para su evaluación y seguimiento.

**Monitoreo y seguimiento a las actividades de implementación de un área de rehabilitación de hábitats**

**Actividad de seguimiento a la implementación de un área de rehabilitación de 2,553 ha para facilitar la formación de hábitats de briofitos y líquenes:**

El profesional encargado verificará por medio de listas de chequeo, los siguientes parámetros que definen la implementación del área de rehabilitación propuesta:

- Los mecanismos y acuerdos de la implementación del área.
- La Cartografía, la zonificación en el terreno de las áreas donde se implementarán cada una de las medidas.
- Los cerramientos y la señalización correspondiente
- El manejo de tensionantes el sistema
- La verificación documental del ecosistema de referencia

**Actividades de mantenimiento del material vegetal sembrado en áreas de rehabilitación por esquemas de arreglos florísticos y enriquecimiento vegetal:**

Por medio de listas de chequeo y la supervisión directa en campo se verificará que las jornadas de mantenimiento se desarrollen de acuerdo al cronograma definido. Además, se revisará el desarrollo adecuado de las prácticas agrológicas de riego, fertilización foliar, limpieza, poda y control fitosanitario.

**Actividades de monitoreo del material vegetal sembrado en los esquemas de arreglos florísticos y enriquecimiento vegetal:**

Se realizarán jornadas de monitoreo cada seis meses durante tres (3 años). Inicialmente se consolidará una línea base que contenga las cantidades, localización y estado fitosanitario del material sembrado en núcleos y como enriquecimiento vegetal. En cada jornada de monitoreo se cuantificará la sobrevivencia de individuos, se evaluará su estado fitosanitario y las variables de desarrollo (número total de hojas, número de hojas nuevas y estado fenológico).

**Actividades de monitoreo de Colonización de comunidades de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación**

Con el fin de evaluar los cambios en la composición y estructura de las comunidades de briofitos y líquenes en las áreas sometidas a procesos de rehabilitación se desarrollarán los siguientes muestreos:

Se realizarán jornadas de monitoreo cada seis meses durante tres (3 años). Se consolidará una línea base que contenga la composición y estructura (porcentaje de cobertura) de estas comunidades en sus diferentes hábitos de crecimiento y sustratos de desarrollo

| **Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles** | **PMS-MB-02** |
|---|---|

El monitoreo de los briofitos y líquenes de hábito epífito será evaluado en ocho (8) árboles adultos desarrollados previamente en el área donde se establecerán los arreglos florísticos. Cada forófito será estratificado en tres zonas (base del tronco, parte media del tronco y primera ramificación); en cada zona, sobre en una cuadrícula de 400 $cm^2$ se estimará el porcentaje de cobertura de las morfoespecies de briofitos y líquenes que se desarrollan sobre el fuste y la rama baja del árbol.

Para el caso de las comunidades de briofitos y líquenes terrestres, rupícolas y lignícolas; se procederá estableciendo en el área de los arreglos florísticos tres (3) parcelas de $1m^2$, en cada parcela se estimará el porcentaje de cobertura de las morfoespecies de briofitos y líquenes en los sustratos de suelo, roca y madera en descomposición.

Tanto los puntos de muestreo de las cuadrículas en los forófitos, así como las parcelas quedarán marcadas de forma permanente. La información será consolidada en informes semestrales para evaluación de la autoridad ambiental.

Al final del monitoreo (tercer año), se consolidará un informe final el cual se presentará a CORNARE para su evaluación y seguimiento.

**Indicadores**

Los indicadores propuestos para el manejo y seguimiento de la cobertura vegetal, se plantearon con el fin de verificar el cumplimiento de las actividades propuestas en el PMA-MB-02.

**Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas**

| Meta | Indicador | Criterio de cumplimiento | Frecuencia de medición y duración | Seguimiento |
|---|---|---|---|---|
| **Monitoreo de las acciones de conservación, restauración y compensación de especies arbóreas sensibles** | | | | |
| Garantizar la supervivencia del 90% los individuos de especies arbóreas sensibles rescatados y compensados. | **Porcentaje de supervivencia de los individuos rescatados y compensados:**<br>Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos trasplantados y sembrados como parte del proceso de rescate y reposición de la vegetación en arbórea en veda<br>$\mathrm{PSIBG} = \left(\frac{\mathrm{NIS}}{NISE}\right) \times 100$<br>PSIBG: Porcentaje de supervivencia de individuos trasplantados y sembrados como parte del proceso de rescate y reposición de la vegetación en veda.<br>NIS: Número de individuos sobrevivientes.<br>NISE: Número de individuos trasplantados y sembrados como parte del proceso de rescate y | Mayor o igual al 90% | Monitoreo mensual durante los tres primeros meses después de la reubicación durante la fase de construcción del proyecto. Posteriormente se realizarán con una periodicidad de tres meses por un periodo de dos años | Se realizará un censo y se evaluará la supervivencia y el estado fitosanitario de los individuos sembrados. Con esto se valorará la eficiencia y pertinencia de las actividades de mantenimiento y la pertinencia de realizar medidas correctivas a tiempo para asegurar la mayor sobrevivencia posible. |

| Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles | | | | PMS-MB-02 |
|---|---|---|---|---|
| | reposición de la vegetación en veda | | | |
| **Monitoreo y seguimiento a las actividades de rescate y reubicación de orquídeas y bromelias** | | | | |
| Garantizar la supervivencia de los individuos rescatados de especies de orquídeas y bromelias en sus diferentes hábitos de crecimiento | **Porcentaje de supervivencia de los individuos de orquídeas y bromelias reubicados:**<br>Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos de orquídeas y bromelias reubicados<br>$\text{PSIOBR} = \left(\frac{\text{NIS}}{NISE}\right) \times 100$<br>PSIOBR: Porcentaje de supervivencia de individuos de orquídeas y bromelias reubicados.<br>NIS: Número de individuos sobrevivientes.<br>NISE: Número de individuos reubicados | Mayor o igual al 90% | Monitoreo semestral por un periodo de tres (3) años partiendo desde la línea base de la reubicación | A Partir de la línea base de la reubicación de orquídeas y bromelias, se realizará un censo y se evaluará la supervivencia de los individuos reubicados |
| Garantizar el establecimiento de individuos reubicados de orquídeas y bromelias a partir de variables de desarrollo vegetativo | **Número de hojas nuevas o renuevos de los individuos de orquídeas y bromelias reubicados:**<br>mide el desarrollo vegetativo de los individuos de orquídeas y bromelias reubicados<br>$PCdeHN = \left(\frac{NhNtx}{NhTtx - 1}\right) \times 100$<br>PCde HR: Porcentaje de cambio de hojas Nuevas.<br>NhNtx: Número de Hojas nuevas cuantificados en el periodo.<br>NhTtx-1: Número de hojas totales en el periodo anterior | No aplica un valor de referencia, en este caso el El indicador sirve para evaluar medidas contingentes al mantenimiento de los individuos reubicados | Monitoreo semestral por un periodo de tres (3) años partiendo desde la línea base de la reubicación | A Partir de la línea base de la reubicación de orquídeas y bromelias, en cada periodo de monitoreo se cuantifica el número de hojas nuevas en cada planta y se estima un promedio de hojas nuevas por especie. |
| Garantizar el establecimiento de individuos reubicados de orquídeas y bromelias a partir de su estado fitosanitario | **Porcentaje de individuos de orquídeas y bromelias reubicados con estado fitosanitario (Bueno, regular o malo):**<br>Valora el estado fitosanitario de los individuos de orquídeas y bromelias reubicados<br>$PIES = \left(\frac{NEF}{NIVP}\right) \times 100$<br>PIES: Porcentaje de individuos de orquídeas y bromelias en estado fitosanitario bueno, regular o malo.<br>NEF: Número de individuos de orquídeas y bromelias en estado fitosanitario bueno, regular o malo<br>NIVP: Número de individuos vivos valorados en el periodo | No aplica un valor de referencia, en este caso el el indicador sirve para evaluar medidas contingentes al mantenimiento de los individuos reubicados | Monitoreo semestral por un periodo de tres (3) años partiendo desde la línea base de la reubicación | A Partir de la línea base de la reubicación de orquídeas y bromelias, en cada periodo de monitoreo se cuantifica el estado fitosanitario en las categorías de bueno, regular o malo en cada planta y se estima un promedio por especie. |

| **Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles** | | | | **PMS-MB-02** |
|---|---|---|---|---|
| **Monitoreo y seguimiento a las actividades de implementación de un área de rehabilitación de hábitats** | | | | |
| Garantizar la implementación de un área de rehabilitación de 2,553 ha para generar hábitats potenciales de comunidades de briofitos y líquenes | **Porcentaje de supervivencia de los individuos Sembrados en arreglos florísticos:**<br>Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos sembrados en los arreglos florísticos del área de rehabilitación<br>$\text{PSISAF} = \left(\frac{\text{NIS}}{NISE}\right) \times 100$<br>PSISAF: Porcentaje de supervivencia de individuos sembrados en arreglos florísticos.<br>NIS: Número de individuos sobrevivientes.<br>NISE: Número de individuos rescatados | Mayor o igual al 90% | Monitoreo cada seis meses durante tres años | Se cuantificará el número de individuos sobrevivientes en los arreglos florísticos en cada evento de monitoreo. |
| Medir la colonización en términos de riqueza de especies de Musgos, Líquenes y Hepáticas a partir de estrategias de rehabilitación ecológica | Riqueza de especies de briofitos líquenes epífitos sobre forófitos y terrestres y en otros sustratos en plantillas de muestreo.<br>Cuantifica la riqueza de especies de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación<br>$\boldsymbol{TCE = NE\,t2 - NEt1 \,/\, t2 - t1}$<br>donde:<br>TCE: Tasa de cambio de especies<br>NE: Número de especies en el tiempo (ti) | Riqueza de especies de briofitos líquenes igual o mayor al periodo anterior | Monitoreo semestral por un periodo de tres (3) años partiendo desde la línea base de la colonización | Se Cuantifica el número de especies nuevas de briofitos y líquenes en sus diferentes hábitos de crecimiento y sustratos de desarrollo |
| Medir la colonización de Musgos, Líquenes y Hepáticas en términos de cobertura (superficie) a partir de estrategias de rehabilitación ecológica | Número de especies de briofitos líquenes epífitos sobre forófitos y terrestres y en otros sustratos en plantillas de muestreo.<br>Cuantifica la colonización en cobertura (superficie) de briofitos líquenes en el área de rehabilitación<br>$\boldsymbol{PC - BL = \left(\frac{Ctx}{NhTtx - 1}\right) \times 100}$<br>PC-BL Porcentaje de cobertura de briofitos y líquenes.<br>Ctx: Cobertura (superficie) estimada en el periodo.<br>CTtx-1: Cobertura (superficie) total en el periodo anterior | Cobertura de superficie de especies de briofitos líquenes igual o mayor al periodo anterior | Monitoreo semestral por un periodo de tres (3) años partiendo desde la línea base de la colonización | Se Cuantifica la cobertura en superficie de briofitos y líquenes en sus diferentes hábitos de crecimiento y sustratos de desarrollo |

**7.1.2**

Programa de monitoreo y seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal

Definir un valor de referencia para el indicador que evalúa la conectividad.

**7.1.3 Fauna**

7.1.3.1

El usuario deberá incorporar medidas adicionales en los programas PSM-MB-05, PSM-MB-06, con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos generados por la recolección de muestras y/o especímenes de la diversidad biológica de fauna y flora silvestres, en cumplimiento de la Circular Externa No. 00001 del 18 de marzo de 2022, expedida por la ANLA.

**Respuesta**:

Al igual que en el numeral 6.3.1., se tiene que de acuerdo a los planes de manejo planteados y aplicando los procedimientos adecuados y las metodologías aprobadas en el apartado correspondiente al Capítulo 7 “Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad” donde se especifican las metodologías de trabajo y profesionales idóneos para realizar los muestreos en las diferentes etapas de desarrollo de los planes de manejo y monitoreo, no se espera que se generen impactos adicionales por lo que no se considera necesario la elaboración de planes de manejo adicionales ya que de llegar a presentarse alguna afectación sobre la flora o la fauna esta seria mínima.

7.1.3.2

El usuario deberá presentar en cada Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA) una correlación entre los parámetros hidrobiológicos y los fisicoquímicos, analizando el comportamiento de las poblaciones hidrobiológicas antes, durante y después del establecimiento del proyecto.

**Respuesta**:

Una vez iniciado el proceso de licenciamiento, el ejecutor del proyecto se deberá hacer responsable de presentar cada uno de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), de acuerdo cumpliendo con la periodicidad y las metodologías presentadas tanto en los PMA como en los PMS del presente estudio de impacto ambiental. El seguimiento a Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) donde se registra el avance

y cumplimiento de los planes de manejo y monitoreo se realizarán por parte de la autoridad ambiental competente, en este caso CORNARE.

## 7.2 Medio Socioeconómico

### 7.2.1

Eliminar de la ficha de educación al personal, los procesos de capacitación a la Comunidad del área de influencia del proyecto en la fase de operación. Las actividades con la Comunidad se consideraron en el Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia

**Respuesta**

La respuesta a este requerimiento se encuentra en el capítulo 10 Planes y Programas, Numeral 10.1.1.4 Programa de capacitación ambiental al personal de obra (PMA-MS-04)

### 7.2.2

Integrar una ficha de seguimiento y monitoreo al programa de gestión predial, donde se incluya el seguimiento y monitoreo a la negociación de predios y medidas de manejo con predios que están adelantando otros trámites como el de Restitución de tierras.

**Respuesta**

La ficha de seguimiento y monitoreo ajustada para acoger la gestión predial se encuentra en el Programa de Seguimiento al programa de información, participación comunitaria y gestión predial en el capítulo 10 Planes y Programas

# 8 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

### 8.1

Llevar a cabo antes de inicio de construcción y antes de inicio de operación, reuniones o acercamientos entre los proyectos para plantear los diferentes protocolos de construcción y operación y plan de gestión del riesgo. Una vez construidos los mismos, allegar a CORNARE los planes definitivos.

**Respuesta**

Se acepta la recomendación y las actividades sugeridas fueron incorporadas en el Plan de Gestión del riesgo.

**8.2**

Considerar dentro del análisis de amenazas exógenas los incendios forestales o argumentar técnicamente la razón de la no consideración de esta amenaza exógena dentro del análisis.

**Respuesta:**

Dentro del análisis de amenazas exógenas, los incendios forestales no se consideraron por siguientes consideraciones:

1. Ni en los resultados de los encuentros participativos ni en la caracterización de las viviendas pertenecientes al área de influencia socioeconómico se manifestó por parte de la comunidad ocurrencia de incendios forestales o amenazas de este tipo.
2. Al revisar las fuentes de información oficiales como las bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres en la herramienta DesInventar no hay registros de incendios forestales en la zona de influencia del proyecto.
3. La vegetación riparia donde están propuestas las obras del proyecto es poca, es decir, vegetaciones con áreas menores a 0.50ha y no hay gran densidad entre los individuos de acuerdo al inventario forestal suministrado.
4. En el tramo de intervención directa no se encuentran viviendas que puedan poner en riesgo la vida de las personas y en caso de que se origine fuego, este sería fácilmente controlado.

**8.3**

Ampliar el análisis por movimientos en masa teniendo en cuenta la autopista Medellín Bogotá, dado que según los reportes de la base de datos DESINVENTAR, son recurrentes los eventos de movimientos en masa en esta vía nacional.

**Respuesta:**

Se debe considerar que el análisis de la susceptibilidad tanto para los eventos de movimiento en masa, inundación y avenida torrencial se especializa en la extensión del polígono definido como área de influencia para los componentes Geológico, Geomorfológico e Hidrogeológico para la cual se dan los criterios de definición en el apartado 4.1.1 del documento Cap4 _AREA _INFLUENCIA_2022 y su expresión gráfica puede apreciarse en la Figura 50.

Para el análisis de riesgos por eventos de movimientos en masa se consulta la base de datos del portal https://db.desinventar.org/DesInventar/results.jsp conocida como DESINVENTAR para el municipio de Cocorná (ver Ilustración 1). El portal arroja como respuesta a la consulta 23 reporte listados en la Ilustración 4.

El área de influencia ya mencionada se superpone 3.2km (9%) de los 35km de la vía Medellín – Bogotá en jurisdicción del municipio de Cocorná. Estos 3.2km se encuentran distribuidos en dos sectores, el primero entre los PRs 59 y 71 (PRs 19 y 21 ruta 6005) y el segundo entre los PRs 75 y 76 (PRs 25 y 26 ruta 6005), como se aprecia en Ilustración 2 y Ilustración 3

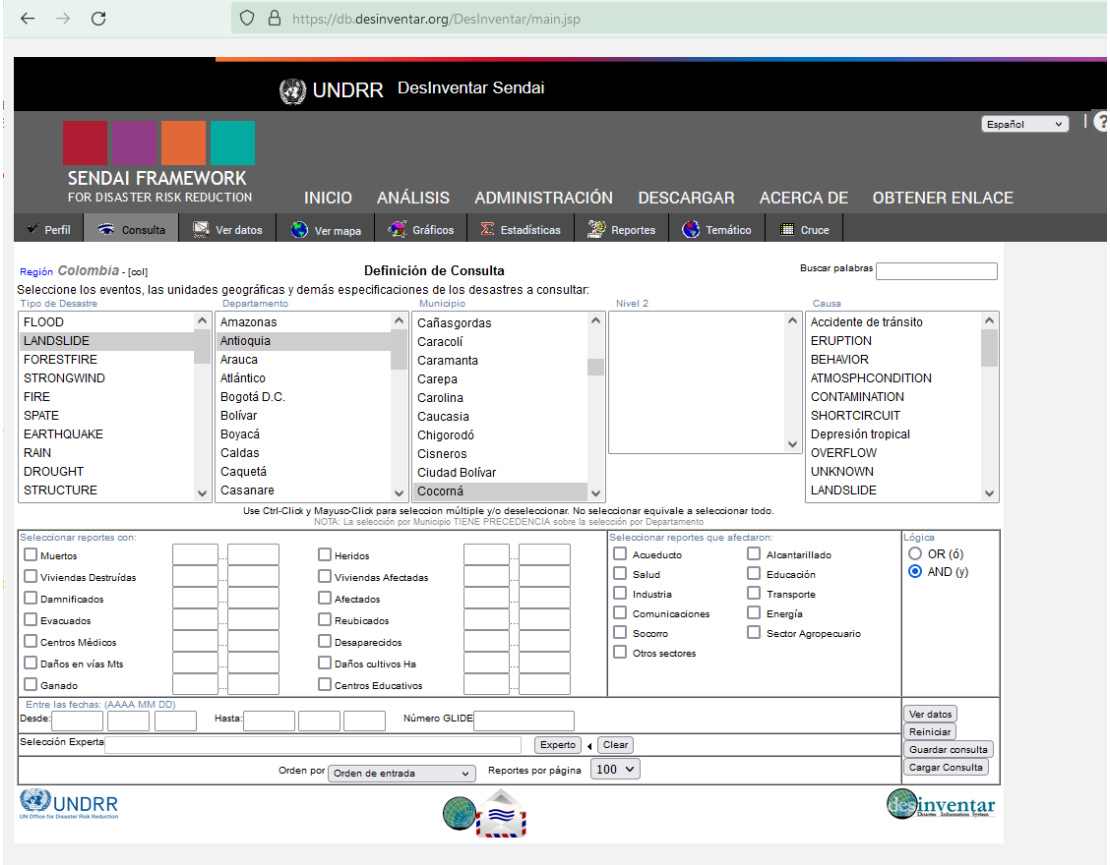



Ilustración 1 Criterios de búsqueda de eventos por movimiento en masa en la base de datos DESINVENTAR

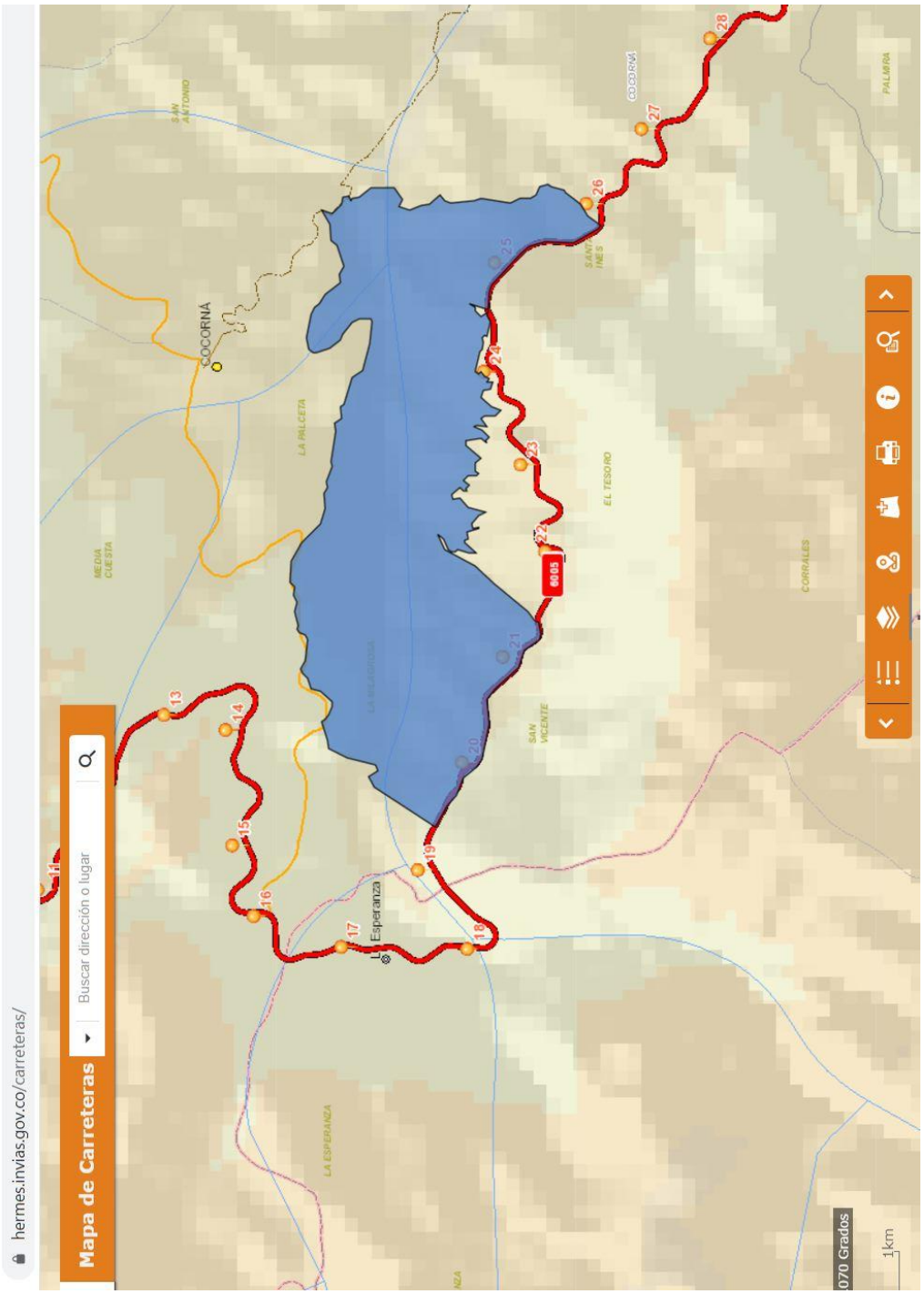



Ilustración 2 Localización detalle  área de influencia componente geológico sobre PRs Vía Medellín Bogotá

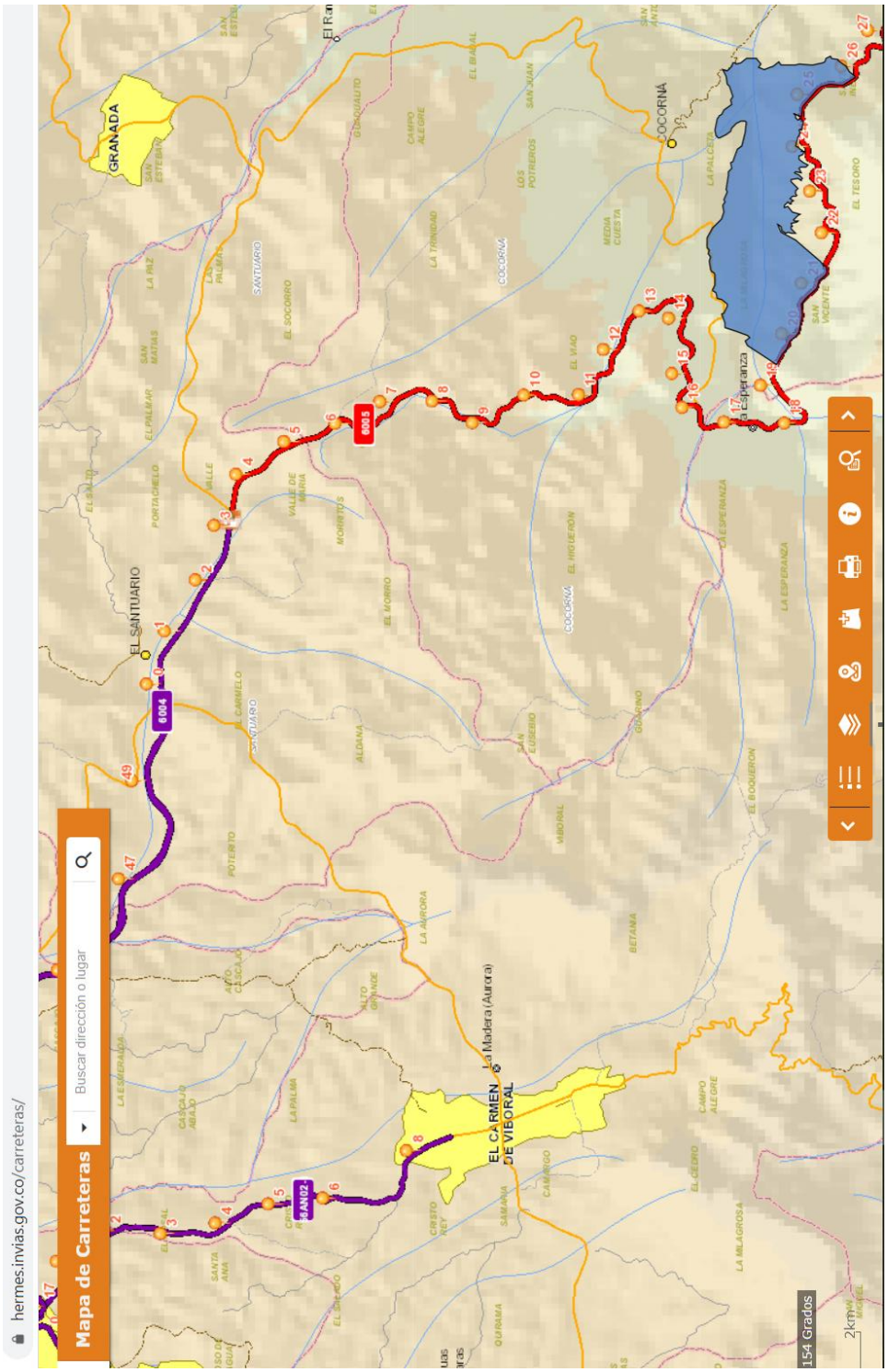



Ilustración 3 Localización general área de influencia componente geológico sobre PRs Vía Medellín Bogotá

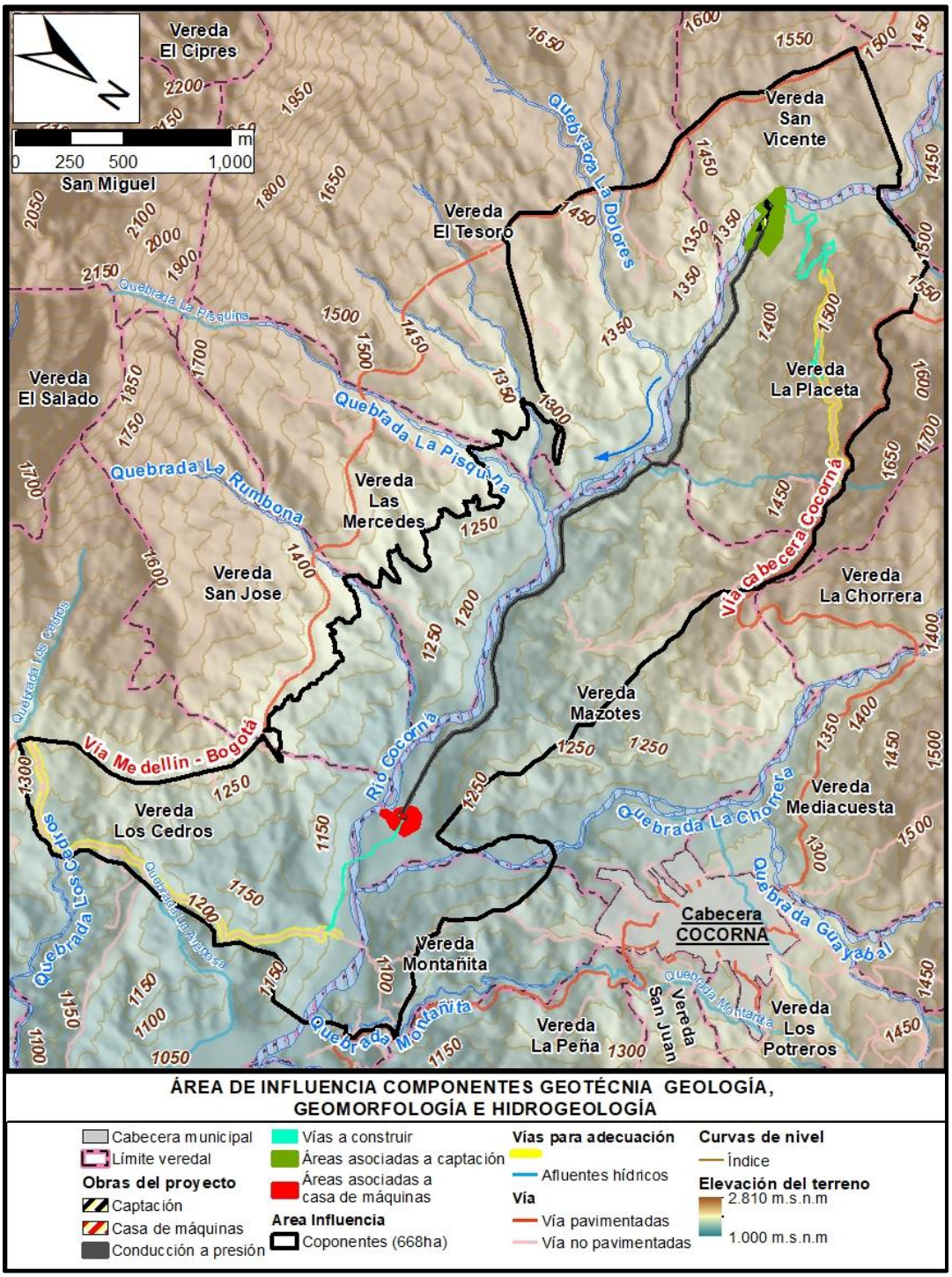
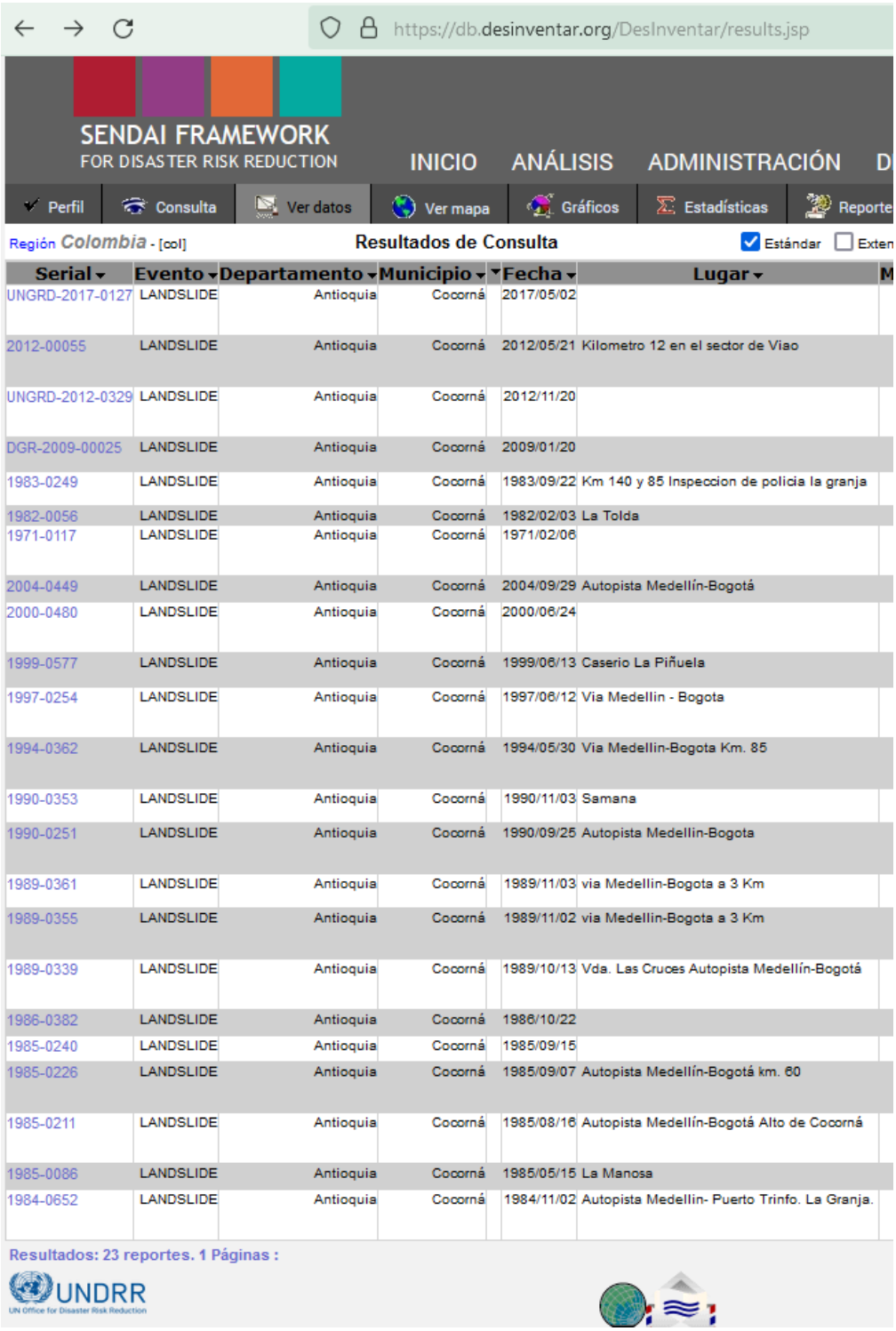



Figura 50 Área de Influencia por grupo de componentes Geología-Geomorfología-Geotecnia-Hidrogeología




| Serial | Evento | Departamento | Municipio | Fecha | Lugar |
|---|---|---|---|---|---|
| UNGRD-2017-0127 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2017/05/02 | |
| 2012-00055 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2012/05/21 | Kilometro 12 en el sector de Viao |
| UNGRD-2012-0329 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2012/11/20 | |
| DGR-2009-00025 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2009/01/20 | |
| 1983-0249 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1983/09/22 | Km 140 y 85 Inspeccion de policia la granja |
| 1982-0056 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1982/02/03 | La Tolda |
| 1971-0117 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1971/02/06 | |
| 2004-0449 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2004/09/29 | Autopista Medellín-Bogotá |
| 2000-0480 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 2000/06/24 | |
| 1999-0577 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1999/06/13 | Caserio La Piñuela |
| 1997-0254 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1997/06/12 | Via Medellin - Bogota |
| 1994-0362 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1994/05/30 | Via Medellin-Bogota Km. 85 |
| 1990-0353 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1990/11/03 | Samana |
| 1990-0251 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1990/09/25 | Autopista Medellin-Bogota |
| 1989-0361 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1989/11/03 | via Medellin-Bogota a 3 Km |
| 1989-0355 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1989/11/02 | via Medellin-Bogota a 3 Km |
| 1989-0339 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1989/10/13 | Vda. Las Cruces Autopista Medellín-Bogotá |
| 1986-0382 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1986/10/22 | |
| 1985-0240 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1985/09/15 | |
| 1985-0226 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1985/09/07 | Autopista Medellín-Bogotá km. 60 |
| 1985-0211 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1985/08/16 | Autopista Medellín-Bogotá Alto de Cocorná |
| 1985-0086 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1985/05/15 | La Manosa |
| 1984-0652 | LANDSLIDE | Antioquia | Cocorná | 1984/11/02 | Autopista Medellin- Puerto Trinfo. La Granja. |

Ilustración 4 Resultados de búsqueda de eventos de movimiento en masa en base de datos de DESINVENTAR

El reporte (Ilustración 4) arrojado por la consulta en la base de datos del portal DESINVENTAR presenta ubicaciones referidas a la autopista Medellín – Bogotá en general o con referencia a una abscisa o PR de la vía. En ninguna de las referencias espaciales reportadas, ***"sector de Viao"*** (PR 12 ruta 6005), ***"km 140 y 85 Inspección policial La Granja"***, ***"Autoposta Medellín – Bogotá"***, ***"Vá Medellín – Bogotá"***, ***"Vía Medellín Bogotá a 3Km"***, ***"Autopista Medellín – Bogotá Alto de Cocorná"*** (Mirador Cocorná), ***"Autopista Medelín – Puerto Trinfo. La Granja"***; hace referencia a los tramos de la vía interceptados por la zona de análisis de riesgo por eventos de movimientos en masa.

La descripción realizada hasta este punto justifica la no inclusión de dichos eventos en el análisis realizado.

**8.4**

Establecer desde el subcapítulo "Plan de reducción del riesgo" las medidas de prevención y mitigación que se adoptarán con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazante y la exposición y vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo, identificando claramente las etapas prospectivas, reactiva y correctiva.

**Respuesta:**

En atención al requerimiento se incluye el numeral 10.3.4 Reducción del riesgo, dentro del Capítulo 10 Planes y Programas

**8.5**

Establecer desde el subcapítulo "Manejo de la contingencia" el desarrollo de los planes informativo, estratégico y operativo de manera clara.

**Respuesta:**

En atención al requerimiento se incluye el numeral 10.3.5 Plan Informativo o de Acción, dentro del Capítulo 10 Planes y Programas

**8.6**

Involucrar y listar detalladamente con sus alcances desde el Plan de Contingencias, las medidas respectivas simuladas para las fases constructivas y operativas para los siguientes escenarios:

Cocorná I y Cocorná III - Etapa Constructiva

Cocorná III y Pantágoras - Etapa Constructiva

Cocorná I, Cocorná III y Pantágoras - Etapa Constructiva

Cocorná III y Popal – Etapas Constructivas y Operativas

Además de articular este capítulo con el análisis de Superposición de impactos.

**Respuesta:**

Ver respuesta al requerimiento 5.6.13.6

**8.7**

Considerar y listar detalladamente con sus alcances desde el Plan de Contingencias, las medidas respectivas simuladas para el escenario de análisis una posible disminución del caudal del río Cocorná en la fase constructiva de Cocorná III que afectaría a la PCH Popal, en el caso de que no se construyera la PCH Pantágoras

**Respuesta:**

Ver respuesta a los requerimientos 5.6.13.1., 5.6.13.2., 5.6.13.4. y 5.6.13.6

**8.8**

Considerar y listar detalladamente con sus alcances, desde el Plan de Contingencias, las medidas respectivas simuladas para la etapa operativa, posibles obras de Bioingeniería o las que considere el usuario para el tramo del río entre captación y descarga, en el caso de que se presenten procesos erosivos por el cambio de dinámica fluvial en el río Cocorná.

**Respuesta:**

El cauce del río Cocorná presenta particularidades en su banca que corresponden al régimen hidráulico natural de un río con altas pendientes longitudinales y transversales, con avenidas torrenciales frecuentes y con arrastre evidente de elementos rocosos de gran tamaño (superiores a 10 m3), condiciones que llevan a precisar que no hay riesgo alto o probabilidades altas de que ocurran eventos de erosión en sus márgenes, circunstancia también atenuada por una vegetación boscosa que el proyecto no intervendrá.

En los recorridos de campo realizados para la caracterización de la componente de geología y geomorfología en verano y en invierno, no se detectaron puntos o sitios que hicieran concluir la activación antigua o actual de inestabilidades de rivera por causa de procesos erosivos ante los cambios naturales del nivel de agua en el río.

De acuerdo con esta particularidad el proyecto tiene en cuenta todas las posibles intervenciones de tipo control de erosión para la atención de aquellos casos puntuales donde puedan llegar a presentarse esta clase de fenómenos.

**8.9**

Articular el Plan de Gestión del Riesgo con el análisis de superposición de proyectos, a fin de que los hallazgos obtenidos en dicho análisis, puedan considerarse en el plan de Gestión del riesgo.

**Respuesta:**

En las respuestas a los requerimientos relacionados con la superposición de proyectos se incorporaron y articularon los resultados obtenidos al Plan de Contingencia.

**8.10**

Mantener actualizada la información concerniente a avenidas torrenciales, inundaciones, movimientos en masa y deslizamientos que se presenten en el área de influencia del proyecto, así como la actualización permanente de los mapas de Riesgo en escalas de mayor detalle.

**Respuesta:**

La información sobre los eventos de avenidas torrenciales, inundaciones y movimientos en masa con ocurrencia en el área de influencia del componente geológico serán actualizadas a partir de la entrada en operación del proyecto propendiendo por que dicha información sea integrada en la base de datos DESINVENTAR.

**8.11**

Establecer articulaciones con la Oficina de Ordenamiento Ambiental y Gestión del Riesgo en el monitoreo del río Cocorná desde el convenio IDEAM – CORNARE para el establecimiento de un sistema automático de alertas tempranas en tiempo real conectado con los proyectos involucrados para la atención de las eventualidades.

**Respuesta:**

Se establecerán los contactos, una vez iniciada la fase de operación del proyecto, para cristalizar una futura articulación con la Oficina de Ordenamiento Ambiental y Gestión del Riesgo en el monitoreo del río Cocorná desde el convenio IDEAM – CORNARE que permita reportar la información de los eventos de movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales

# 9 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1 %

## 9.1

Considerar el recurso destinado para mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas en la construcción de otros sistemas que beneficien las familias y las actividades de mantenimiento incluirlas como un tema en el programa de educación ambiental a la Comunidad.

**Respuesta**

La recomendación fue acogida en el Plan de Inversión del 1%

## 9.2

Ajustar el cronograma de ejecución del plan de inversión del 1%, iniciando la ejecución con la fase constructiva y al finalizar presentar la reliquidación.

**Respuesta**

La recomendación fue acogida en el Plan de Inversión del 1%

# 10 PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

## 10.1 Qué y cuánto compensar

El usuario deberá definir nuevamente y acorde con lo establecido en la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021 en sus artículos quinto, séptimo y octavo, la cantidad de área a compensar según las unidades bióticas intervenidas por el proyecto y su respectivo factor de compensación.

**Respuesta:**

Acometiendo lo establecido en la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021 se modifica el cálculo del área a compensar reportada en el Estudio de Impacto ambiental en su apartado 10.6.5.1. Se aclara que lo descrito en el presente apartado reemplaza el numeral ya mencionado.

La definición del factor de compensación para cada una de las coberturas intervenidas será definido en concordancia con la posición espacial del proyecto PCH Cocorná III respecto a los bioma de unidad biótica interceptados con las obras.

Observando la Figura 51 se puede apreciar que la intervención de las obras se da sobre los bioma Hidrobioma Nechí-San Lucas y Orobioma Subandino Nechí-San Lucas, en consecuencia y de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 1 de la Resolución RE-06244 en su artículo séptimo se seleccionan los siguientes factores de compensación en correspondencia (ver Tabla 10-1).

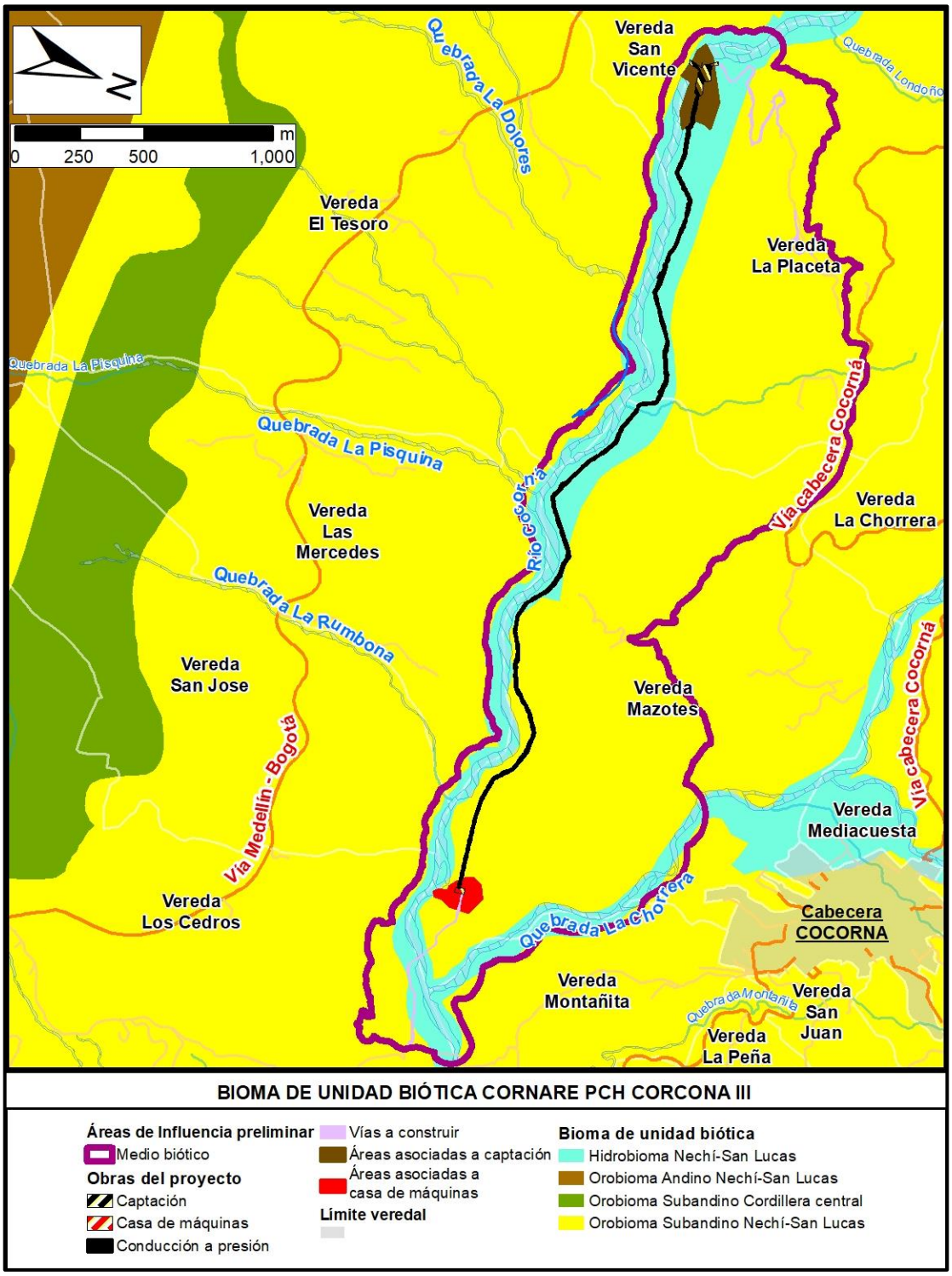



Figura 51Bioma de unidad biótica en el área de intervención del proyecto Cocorná III

Tabla 10-1. Factor de compensación y criterios asociados

| Bioma de unidad biótica | Representatividad | Remanencia | Transformación | Rareza | Factor de compensación |
|---|---|---|---|---|---|
| Hidrobioma Nechí-San Lucas | 1.25 | 2 | 1 | 1.25 | 5.5 |
| Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | 1.25 | 2.5 | 1.25 | 1.75 | 6.75 |

Definidos os factores de compensación nominal para los bioma de unidad biótica se deben tener en cuenta los atenuantes y caso especiales, para dicho factor de compensación, definidos en el artículo octavo de la Resolución RE-06244 para la determinación de las áreas de compensación por coberturas de acuerdo con la

Ecuación 1 Calculo de área a compensar por cobertura

$$Ac = Ai\ x\ Fc$$

Dónde:

Ac: Área a compensar

Ai: Área impactada u ocupada por el aprovechamiento

Fc: Factor total de compensación de acuerdo con tipo de cobertura

De las coberturas listadas en la Tabla 10-2 se debe tener en cuenta que los **cultivos permanentes herbáceos**, **pastos arbolados**, **pastos enmalezados** y **pastos limpios** configuran ecosistemas transformados correspondiendo a un caso especial en donde el factor de compensación corresponderá a uno (FC=1).

Por otro lado las coberturas antropisadas como es el caso de la **Red vial, ferroviaria y terrenos asociados** y **Tejido urbano discontinuo** no son objeto de compensación en cuyo caso el factor de compensación en nulo (FC=0).

Se resalta que se considera la cobertura de **afloramiento rocoso** como una zona como una cobertura de tipo natural en virtud de agrupamiento dentro de la categoría de Bosques y Áreas Seminaturales. En este caso se asigna un valor de factor de compensación en correspondencia al bioma unidad biótica correspondiente.

Por último al no contar con elementos suficientes que permitan establecer la temporalidad el tiempo de regeneración natural para la cobertura de vegetación

secundaría, se opta por la medida conservadora de compensarla al 100%. Esto quiere decir que será aplicado el factor de compensación correspondiente al bioma unidad biótica en el que se encuentra.

Tabla 10-2. Área a compensar por pérdida de la biodiversidad

| Ecosistema | Coberturas | FC | Área a intervenir (ha) | Área a compensar (ha) |
|---|---|---|---|---|
| Orobioma Subandino Nechí-San Lucas | Afloramientos rocosos | 6.75 | 1.92 | 12.95 |
| | Bosque de galería y/o ripario | 6.75 | 0.95 | 6.38 |
| | Cultivos permanentes herbáceos | 1 | 0.08 | 0.08 |
| | Pastos arbolados | 1 | 0.87 | 0.87 |
| | Pastos enmalezados | 1 | 0.06 | 0.06 |
| | Pastos limpios | 1 | 2.04 | 2.04 |
| | Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 0 | 0.01 | 0.00 |
| | Ríos (50 m) | 0 | 0.02 | 0.00 |
| | Vegetación secundaria o en transición | 6.75 | 0.20 | 1.33 |
| **Sub total** | | | **6.13** | **23.71** |
| Hidrobioma Nechí-San Lucasla cordillera Central | Afloramientos rocosos | 5.5 | 0.23 | 1.27 |
| | Bosque de galería y/o ripario | 5.5 | 2.20 | 12.12 |
| | Cultivos permanentes herbáceos | 1 | 0.08 | 0.08 |
| | Pastos arbolados | 1 | 1.51 | 1.51 |
| | Pastos enmalezados | 1 | 0.53 | 0.53 |
| | Pastos limpios | 1 | 1.29 | 1.29 |
| | Ríos (50 m) | 0 | 0.57 | 0.00 |
| | Tejido urbano discontinuo | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | Vegetación secundaria o en transición | 5.5 | 0.27 | 1.50 |
| **Sub total** | | | **6.70** | **18.13** |
| **TOTAL** | | | **12.84** | **42.02** |

Una vez descritas las consideraciones para el cálculo de las áreas de compensación de acuerdo con los criterios de la Resolución RE-06244 se obtiene como resultado un área de compensación de 42.02 hectáreas, las cuales implican un incremento en

comparación con las 28.68ha calculadas inicialmente con el uso de la resolución Resolución 112-6721. Sin embargo estas 42.02ha se encuentran por debajo de la oferta realizada por parte del estudio para el proyecto PCH Cocorná III que asciende a una extensión de 42.62ha para compensación en la cuencas de las quebradas La Pisquinal y La Rumbona. Se reitera entonces que la estimaciones realizadas en este apartado se aportan como información adicional solicitada por la Corporación y remplazan las presentadas en el numeral 10.6.5.1 del estudio presentado.

## 10.2 Plan de Compensación

**Modos**

La propuesta de adquisición de predios privados para el desarrollo de las actividades del Plan de Compensación del medio biótico deberá ser ejecutada por completo con el presupuesto de dicho Plan y la integración con la Propuesta de la inversión forzosa no inferior al 1% del valor del proyecto deberá ser en términos de su agregación espacial en aras de maximizar los beneficios de las medidas.

## 10.3 Forma

La forma de implementación agrupada con la inversión forzosa no inferior al 1% deberá definir de forma clara las áreas correspondientes a cada uno de los proyectos, obras o actividades, diferenciando cada obligación en la Geodatabase y en campo a través de elementos visuales.

## 10.4 Diseño de Compensación

Establecimiento de las intervenciones:

En caso de que no sea posible la ejecución de las actividades a través de la medida de “Siembra por nucleación”, se deberá allegar la justificación y evidencias de gestión y poner en consideración de la Corporación la ejecución por la medida de “Enriquecimiento”.

**Respuesta para los numerales 10.2 , 10.3 , 10.4,**

El presente apartado modifica sendos numerales tanto en el **Objeto de la inversión** (numeral 10.5.3.4) del **Plan de inversión del 1%** como en los **Costos** (numeral 10.6.7) del aparatado del **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad**.

Con base en la recomendación de Cornare se modifica el numeral 10.5.3.4.1 que describe el **Objeto de la inversión** para la **Compra de predios en las cabeceras de las subcuencas de las quebradas La Pisquina y La Rumbona**. La modificación radica en la reasignación del monto asignado de $952.035.818 COP como parte de la inversión forzosa de no menos del 1% del valor de las inversiones del proyecto entre actividades que garanticen tanto las acciones de mejoras mediante restauración

ecológica adicionales al **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad**, como la adquisición de predios para la realización de dichas actividades.

De esta forma, la propuesta para la inversión forzosa de no menos del uno por ciento (1%) del valor de las inversiones del proyecto, consiste en aportar los recursos necesarios para la adquisición de predios y realización de las actividades de restauración ecológicas que propenderán en garantizar el recurso hídrico para los acueductos comunitarios de las veredas San José, El Tesoro y Las Mercedes que proveen de agua para consumo humano haciendo uso del caudal de las quebradas La Pisquina y La Rumbona, y que, por tanto, tienen una alta importancia social y ambiental para el municipio.

El monto de $952.035.818 de pesos se dispone tanto para la adquisición de predios como para las actividades de restauración ecológica. En el caso de la adquisición de predios se destinan $ 415,200,000 COP para la adquisición de 10.38 hectáreas a razón de $**40.000.000** COP por hectárea.

Al interior del área definida para restauración ecológica de las cuencas se implementará modelos de siembra orientados a la rehabilitación del ecosistema, esta área de rehabilitación de 10,38ha cuenta con las siguientes coberturas terrestres:

| Cobertura | Área (ha) | % |
|---|---|---|
| Bosque abierto | 5,63 | 54,28% |
| Bosque de galería y/o ripario | 0,53 | 5,09% |
| Bosque denso | 0,01 | 0,05% |
| Mosaico de pastos y cultivos | 0,20 | 1,96% |
| Pastos limpios | 1,65 | 15,89% |
| Vegetación secundaria o en transición | 2,36 | 22,73% |
| **Total general** | **10,37** | **100,00%** |

Los modelos de siembra a implementar cuentan con las siguientes características:

Se propone sembrar bajo el modelo de núcleos de facilitación las áreas intervenidas de pastos y mosaicos las cuales suman 1,85ha. En este modelo se pretende implementar núcleos de 100m2, cada núcleo estará compuesto de 23 plantas, en cada hectárea se establecerán 24 núcleos, para un total de 45 núcleos.

Para el caso de las coberturas de bosques y vegetación segundaria o en transión que suman una superficie de 8,52ha se prepone implementar el sistema de siembra por enriquecimiento, en este caso se sembraran 250 plantas por hectárea

Para asegurar la sobrevivencia y el adecuado crecimiento de los individuos sembrados, se realizarán actividades de mantenimiento durante 15 años después del primer año de establecimiento, la actividad se desarrollará con la siguiente frecuencia:

- Durante el primer año se realizarán cuatro mantenimientos, uno cada tres meses

- En el segundo año se realizarán tres mantenimientos, uno cada cuatro meses.

- En el tercer y cuarto año se realizarán dos mantenimientos anuales, uno por semestre

- Entre el año 5 y el año 11 se realizará un mantenimiento anual

- Finalmente, se realizará un mantenimiento en el año 13 y uno en el año 15

El mantenimiento de las siembras constará de las siguientes actividades:

- Plateo: esto se realizará con el fin de disminuir la competencia con plantas invasoras y se deberá mantener el plateo inicial, al mismo tiempo se aplicará chipiado con el fin de mantener la humedad, aporte de nutrientes y disminuir el establecimiento de plantas invasoras.

- Fertilidad: se aplicarán fertilizantes con el fin de asegurar la supervivencia de las especies.

- Instalación o mantenimiento de tutores para asegurar el adecuado crecimiento de las plántulas y evitar daños mecánicos.

- El control fitosanitario se realizará por medio del monitoreo y control como ubicación y eliminación de hormigueros, control biológico y en caso extremo control químico (insecticidas). Además, se evaluará el estado de las plántulas y sus posibles afectaciones con el fin de tomar las medidas pertinentes, o la reposición de los individuos en caso de muerte.

- Reposición o resiembra: Los individuos muertos, con alto grado de marchitez o severa afectación fitosanitaria, serán repuestos manteniendo siempre una tasa de mortalidad por debajo del 10%. El proceso operativo será siempre manual y se ejecutará en época similar a la de la plantación. Esta actividad se realizará anualmente por los cinco primeros años del programa.

Para las acciones de restauración del **Plan de inversión del 1%** adicionales al **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** se destinan $ 536,845,461 para las actividades de establecimiento, mantenimiento, cercado, monitoreo y talleres de socialización.

Costos de la implementación de modelos de siembra:

Tabla 10-3 Costos implementación modelo de siembra

| Actividad | Costo |
|---|---|
| Establecimiento (1) | $ 152.800.026 |

| Actividad | Costo |
|---|---|
| Mantenimiento (2) | $ 163.484.256 |
| Cercado | $ 60.000.000 |
| Monitoreo | $ 146.676.156 |
| Talleres socialización | $ 15.885.023 |
| **Total** | **$538.845.461** |

(1) Valor siembra toma como referencia la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021 CORNARE, costos traídos a año presente (2022), incluye Resiembra del 10% de la siembra,

(2) Valor de mantenimiento toma como referencia de la Resolución RE-06244 del 21 de septiembre de 2021 CORNARE, EL costo de jornada de mantenimiento plántula 20% de la siembra. Los mantenimientos se extienden hasta el año 15 de la compensación

Las franjas de predios propuestas para la realización de las actividades de restauración ecológica son distribuidas teniendo como criterio conectar las zonas dispuestas de 42.62 hectáreas señaladas en para el **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** configurando 10.378 hectáreas adicionales a dicho plan como se aprecia en las Figura 10-52 y Figura 10-53.

De esta forma se modifica las línea de inversión referida a solo compra de predios, como se presentó en el numeral 10.5.3.4.1,ofreciendo una alternativa que se desarrolla tanto en compra de predios como acciones de restauración sobre los mismos de forma independiente al plan de compensación.

Tanto el **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** como las medidas del **Plan de inversión del 1%** destinadas a la restauración ecológica contemplan los esquemas de siembra por nucleación y enriquecimiento vegetal como se describió en el presente apartado.

| Indicadores | Periodicidad de medición | Criterio de cumplimiento |
|---|---|---|
| Indicador de impacto que propende por la conectividad entre las zonas bajo las medidas de siembras.<br>**Distancia entre parches de siembra:**<br>Índice de distanciamiento progresivo en el tiempo al parche bajo medida de siembra de enriquecimiento o nucleación.<br>$$Indice_{DPS} = \frac{DPS_t}{DPS_{t-1}}$$ | Cada 3 años a partir del cuarto año de implementación de las siembras | $DPS_t > DPS_{t-1}$<br>$Indice_{DPS} < 0.7$ |

| Indicadores | Periodicidad de medición | Criterio de cumplimiento |
|---|---|---|
| | | |
| Indicador de impacto que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra: es la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Esta meta está relacionada con el mejoramiento de la composición.<br>$H' = \sum pi \ln pi$<br>pi= la abundancia relativa para cada especie | Cada dos (2) años | Se acepta un valor mayor o igual del valor definido para las especies en los diferentes grupos taxonómicos<br>De lo contario, valores no esperados se identificará como fuga y se tomaran medidas correctivas. |

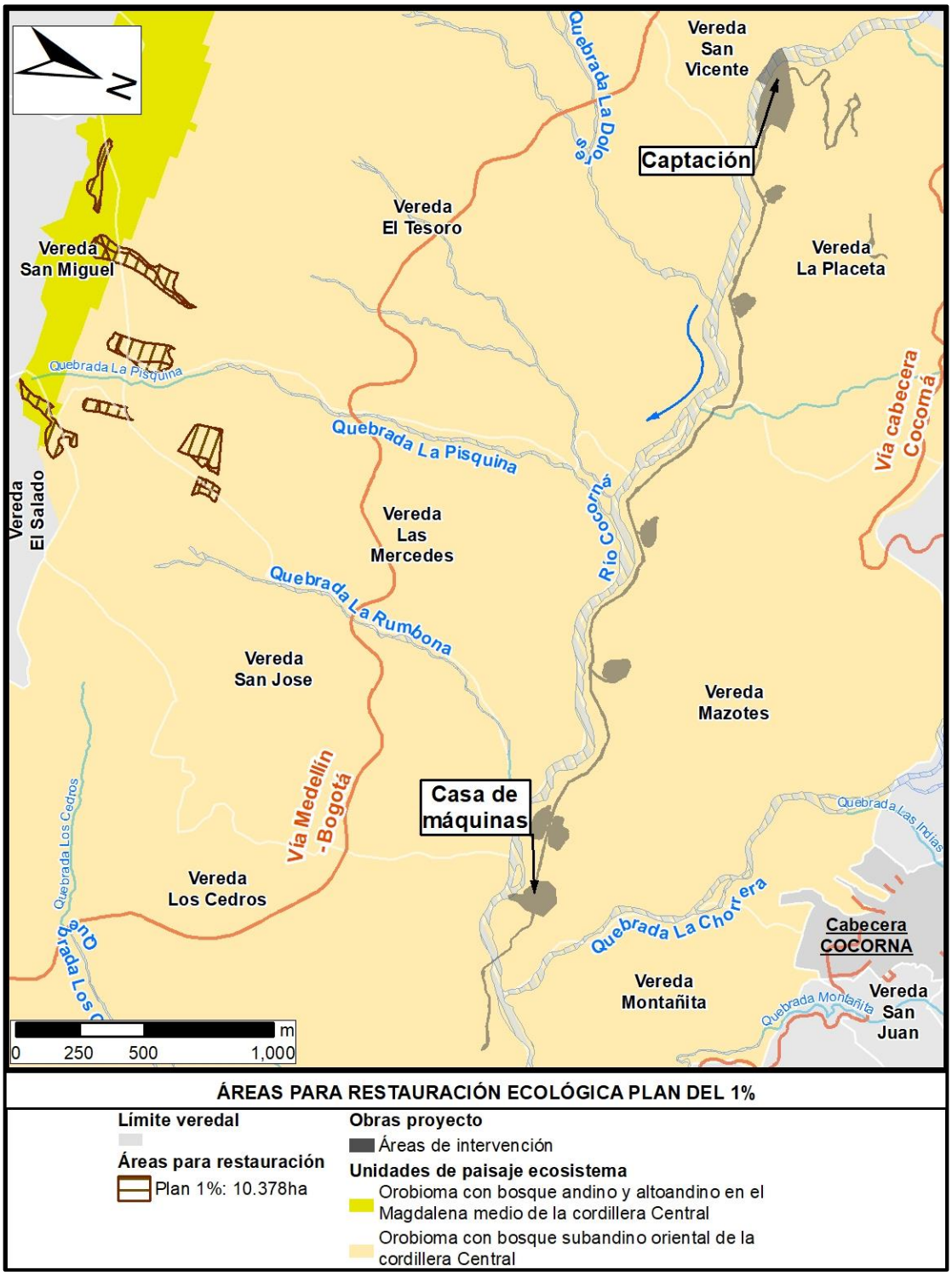



Figura 10-52 Áreas para restauración ecológica del con presupuesto del plan de inversión del 1%

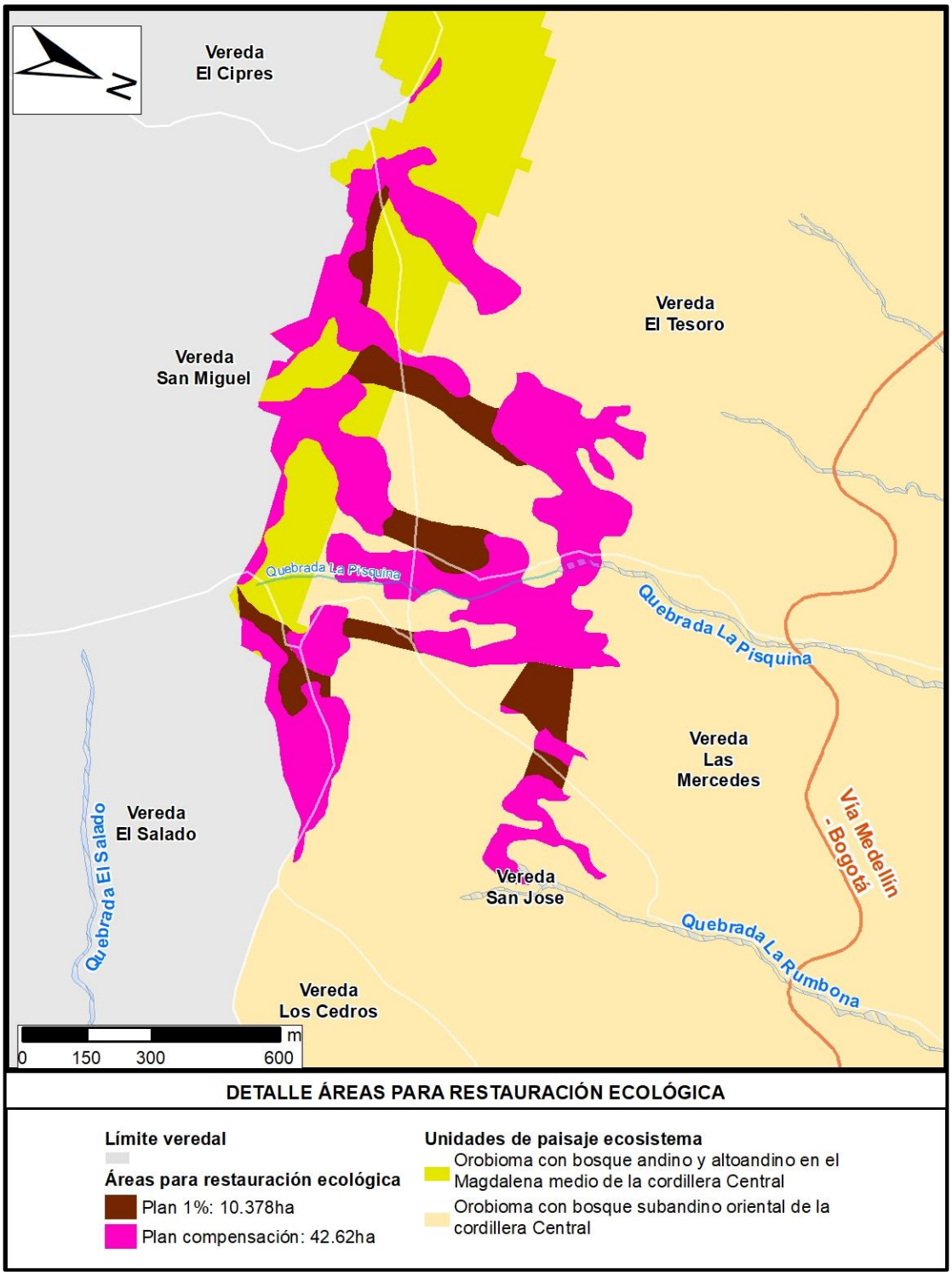



Figura 10-53 Áreas para acciones de restauración ecológica diferenciadas

Sobre los costos del **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** descritos en el numeral 10.6.7 se modifican el valor destinado a la compra de predios pasando de los $ 752.764.182 COP a $ 1.704.800.000 COP que representan la compra total de las 42.62 hectáreas destinadas para este plan a razón de un costo estimado de $**40.000.000** COP por hectárea.

Dicha modificación incrementa el costo total del plan de compensación a los $ 3,909,357,967 COP como se aprecia en laTabla 10-4

Tabla 10-4 Costos tóales plan de compensación por pérdida de biodiversidad

| **Descripción** | **Valor total ($)** |
|---|---|
| Establecimiento | 492.958.048 |
| Mantenimiento | 1.341.154.247 |
| Cercado | 213.100.000 |
| Monitoreo | 146.676.156 |
| Talleres socialización | 10.669.516 |
| Predios | 1,704,800,000 |
| **Costo total programa sin IVA** | **3,909,357,967** |

La áreas de para adquisición y ejecución de acciones de restauración ecológica por parte del **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** correspondientes a las 42.62ha son delimitadas en la Figura 10-54.

La representación espacial para las áreas referenciadas es diferenciable tanto en la Figura 10-53 como en las capas cartográficas dispuestas en el anexo ***"12_GDB"*** en la sub carpeta ***"01_GDB"*** dentro del archivo ***"BD_CORCORNA_III.gdb"*** en los *datasets* ***"INVERSION _1_POR_CIENTO"*** y ***"COMPENSACION"*** con los nombres ***"Inversion1PorCientoPG"*** y ***"CompensacionBiodiversidad"*** respectivamente dentro de los datasets mencionados.

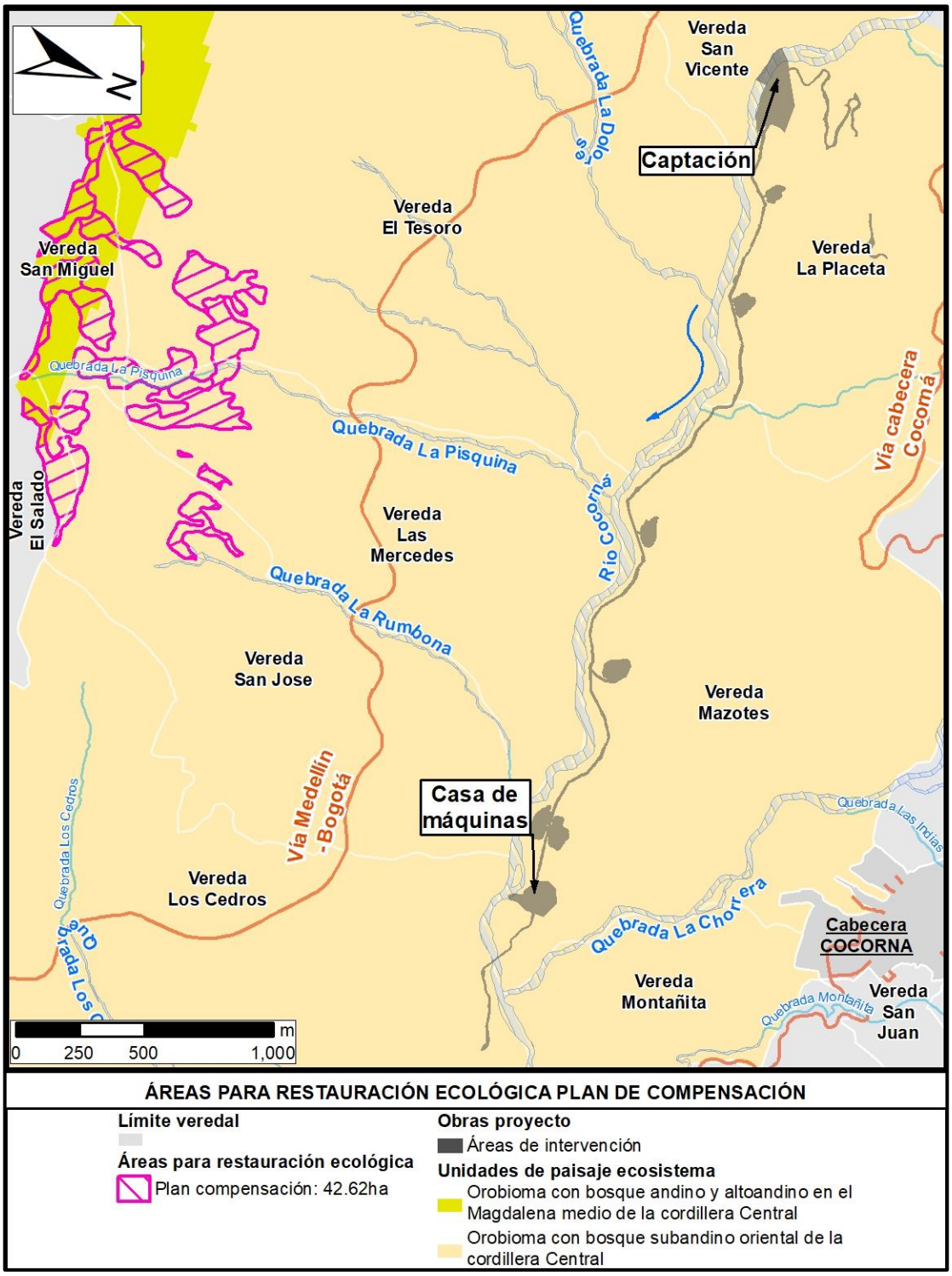



Figura 10-54 Áreas para restauración ecológica del con presupuesto del plan de compensación por perdida de biodiversidad

## 10.5 Monitoreo del plan de compensación

En las parcelas o módulos para evaluar las siembras, se deberán definir de forma detallada cuales son las variables que se recolectarán en cada jornada de monitoreo y proponer los formatos respectivos para la consignación de la información, además, definir claramente a que se refiere con estado de las plantas y de igual forma definir los criterios para su clasificación.

**Respuesta**

La definición de las validables a recolectar en las jornadas de monitoreo fue relacionada en el documento **"Cap10_PLANES_PROGRAMAS_2022"** en el apartado con numeral **"10.6.5.5.2 Efectividad de las medidas"**. Se proponen los formatos incluidos en el archivo **"Formatos Monitoreo Plan Compensacion.xlsx"** para la recolección de información de cada campaña, este archivo se anexa en la carpeta **"10.4_Plan_Compensación"** dentro del folder **"10_PLANES_PROGRAMAS"** dentro del repositorio de anexos.

## 10.6

### 10.6.1

Se deberán formular indicadores que permitan determinar la efectividad de las medidas en términos de la ganancia en biodiversidad y mejo de la conectividad del o los ecosistemas

**Respuesta**

Se plantean los indicadores expresados en la Tabla 10-5

Tabla 10-5 Indicadores para el Plan de compensación

| Indicadores | Periodicidad de medición | Criterio de cumplimiento |
|---|---|---|
| Indicador de impacto que propende por la conectividad entre las zonas bajo las medidas de siembras.<br>**Distancia entre parches de siembra:**<br>Índice de distanciamiento progresivo en el tiempo al parche bajo medida de siembra de enriquecimiento o nucleación.<br>$$Indice_{DPS} = \frac{DPS_t}{DPS_{t-1}}$$ | Cada 3 años a partir del cuarto año de implementación de las siembras | $DPS_t > DPS_{t-1}$<br>$Indice_{DPS} < 0.7$ |

| Indicadores | Periodicidad de medición | Criterio de cumplimiento |
|---|---|---|
| | | |
| Indicador de impacto que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra: es la cantidad de especies que existen en la muestra y la cantidad relativa de individuos que hay para cada una de las especies. Esta meta está relacionada con el mejoramiento de la composición.<br>$H' = \sum pi \ln pi$<br>pi= la abundancia relativa para cada especie | Cada dos (2) años | Se acepta un valor mayor o igual del valor definido para las especies en los diferentes grupos taxonómicos<br>De lo contario, valores no esperados se identificará como fuga y se tomaran medidas correctivas. |

**10.6.2**

Presupuesto (costos de establecimiento, mantenimiento y monitoreo)

**Respuesta**

Las tablas Tabla 10-3 y Tabla 10-4 dan respuesta a este apartado

**10.6.3**

Las cifras presentadas en estos apartados deberán ser modificadas para que incorporen todos los ajustes que se desprendan de los requerimientos formulados en apartados anteriores.

**Respuesta**

Las cifras para el **Plan de compensación por pérdida de biodiversidad** y el **Plan de inversión del 1%** fueron actualizadas.

# 11 ANÁLISIS DE LA GEODATABASE ENTREGADA POR PARTE DEL INTERESADO

## 11.1 GENERALIDADES

Se deberá complementar la GDB con el Dataset "T_35_INVERSION_1_POR_CIENTO" (dado que este aplica por las características del proyecto), incluyendo el featuredataset relacionado con la inversión del 1% tipo polígono, que se relaciona en el documento "T_35_INVERSION_1_POR_CIENTO". Su diligenciamiento deberá ser acorde con lo establecido en el EIA.

**Respuesta:**

El Dataset "***T_35_INVERSION_1_POR_CIENTO***" fue agregado a la geodatabase del proyecto, incluyendo los featureclass "***Inversion1PorCientoPG***" y "***Inversion1PorCientoPT***" y sus tablas relacionadas ***"IntercepSTARD_TB"***, ***"Inversion1PorCientoTB"*** y ***"Ubic_Comp_InvTB"***. Para los featureclass incluidos son elaborados los metadatos correspondientes.

La información puede verificarse en el anexo 12_GDB en la carpeta 01_GDB en el archivo de la geodatabase temática para el proyecto ***BD_COCORNA_III.gdb***

## 11.2 CAMPOS VACÍOS

Se deberá diligenciar los campos OBLIGATORIOS (determinados así de acuerdo con lo establecido en la hoja 'Obligación-Condición' del Diccionario de Datos geográficos establecidos por la ANLA) de los atributos de las capas y tablas de la GDB que no fueron diligenciados, ya que en su gran mayoría se encuentra en el informe del EIA. Los datos de los campos obligatorios de los cuales no se cuente con información, deberán ser relacionados en el archivo denominado "Informe Componente Espacial COCORNA III (LEAME)".

**Respuesta:**

Los campos vacíos fueron actualizados o incluidos en el documento leame

## 11.3 DE MANERA GENERAL.

Cabe resaltar que sí, producto de los requerimientos realizados en la evaluación de EIA del proyecto denominado PCH Cocorná III, se generará modificaciones de la cartografía, esta, deberá ser actualizada dentro de la GDB, y dichas actualizaciones deberán ser descritas en el archivo denominado "Informe Componente Espacial COCORNA III (LEAME)".

**Respuesta:**

Los ajustes generados por las modificaciones realizadas fueron incluidos en el archivo de base de datos cartográfica **"BD_COCORNA_III.gdb"** en el anexo **"12_GDB"**