Proyecto Hidroeléctrico COCORNÁ III

Estudio de Impacto Ambiental

Capítulo 10

Planes y Programas

Abril de 2022

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

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS vii
LISTADO DE TABLAS xiii
LISTADO DE FOTOS xvi
LISTADO DE ANEXOS xvii
10 PLANES Y PROGRAMAS 18
10.1 Plan de Manejo Ambiental 18
10.1.1 Medio Abiótico 22
10.1.1.1 Programa de Manejo de la Calidad del Aire y Ruido 22
10.1.1.2 Programa de Manejo de la Calidad del Agua 28
10.1.1.3 Programa de Manejo y Uso del Suelo 40
10.1.1.4 Programa de Manejo de Obras de Cruce en los Cuerpos de Agua. 55
10.1.1.5 Programa de Manejo del Tránsito Vehicular 60
10.1.1.6 Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación 69
10.1.1.7 Programa de Manejo del Recurso Hídrico 74
10.1.1.8 Programa de Manejo de Sedimentos 84
10.1.1.9 Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión 94
10.1.1.10 Programa de Manejo de Residuos Sólidos 151
10.1.1.11 Programa de Manejo de Paisaje 162
10.1.1.12 Programa de Bioingeniería 169
10.1.2 Medio Biótico 191
10.1.2.1 Programa de Manejo de la Cobertura Vegetal 191
10.1.2.2 Programa de Manejo Florístico de especies sensibles 200
10.1.2.3 Programa de Manejo para la Conservación, Restauración y Compensación de la Cobertura Vegetal 216
10.1.2.4 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 227
10.1.2.5 Programa de manejo a las especies de fauna terrestre vulnerables y amenazadas 246
10.1.2.6 Programa de Rescate Contingente de Ictiofauna 250
10.1.3 Medio Socioeconómico 257
10.1.3.1 Programa de información y participación comunitaria 257

10.1.3.2 Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia 269
10.1.3.3 Programa de manejo de contratación de mano de obra local 278
10.1.3.4 Programa de capacitación ambiental al personal de obra 285
10.1.3.5 Programa de manejo de daños a terceros 291
10.1.3.6 Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas 304
10.1.3.7 Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná 312
10.1.3.8 Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales 322
10.1.3.9 Programa de manejo para el fomento de la producción panelera . 337
10.1.3.10 Programa de manejo para el fomento de la memoria y patrimonio campesino 344
10.1.3.11 Programa de Manejo Arqueológico 346
10.2 Plan de seguimiento y monitoreo 347
10.2.1 Medio abiótico 349
10.2.1.1 Programa de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire y ruido 349
10.2.1.2 Programa de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua 353
10.2.1.3 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo de residuos sólidos 358
10.2.1.4 Programa de monitoreo y seguimiento de material sobrante de excavación, adecuación, operación y conformación de zonas de depósito 363
10.2.1.5 Programa de monitoreo y seguimiento de la inestabilidad geotécnica, taludes y control de la erosión 366
10.2.1.6 Programa de monitoreo y seguimiento de Bioingeniería 373
10.2.1.7 Programa de monitoreo y seguimiento del suelo 382
10.2.1.8 Programa de monitoreo y seguimiento a la gestión del recurso hídrico 389
10.2.1.9 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo del tránsito vehicular 397
10.2.1.10 Programa de monitoreo y seguimiento para el manejo de sedimentos 400
10.2.1.11 Programa de monitoreo y seguimiento para el manejo de paisaje 406
10.2.2 Medio Biótico 409

10.2.2.1 Programa de Monitoreo y Seguimiento de la cobertura vegetal 409
10.2.2.2 Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles arbóreas 413
10.2.2.3 Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal 420
10.2.2.4 Programa de Monitoreo y seguimiento a la fauna terrestre 426
10.2.2.5 Programa de Monitoreo y seguimiento a las comunidades hidrobiológicas 437
10.2.3 Medio Socioeconómico 444
10.2.3.1 Seguimiento al programa de información y participación comunitaria. 444
10.2.3.2 Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia 449
10.2.3.3 Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local 454
10.2.3.4 Monitoreo y seguimiento a la capacitación ambiental al personal de obra 459
10.2.3.5 Seguimiento al programa de manejo de daños a terceros 462
10.2.3.6 Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación actividades económicas 472
10.2.3.7 Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná 476
10.2.3.8 Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales 480
10.2.3.9 Seguimiento al fomento de la producción de panela 486
10.2.3.10 Seguimiento al programa de manejo para el fomento de la memoria campesina 489
10.2.3.11 Seguimiento al Programa de Manejo Arqueológico 491
10.3 Plan de gestión del riesgo 492
10.3.1 Conceptos básicos 492
10.3.2 Análisis de riesgos 494
10.3.2.1 Identificación y Valoración de las Amenazas 494
10.3.2.2 Identificación de elementos vulnerables o sensibles 508
10.3.2.3 Identificación y valoración de las amenazas, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales 508
10.3.2.4 Calificación de las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo 567
10.3.3 Plan de contingencias 574

10.3.3.1 Objetivos 575
10.3.3.2 Lineamientos generales 575
10.3.3.3 Estructura organizativa 576
10.3.3.4 Entidades participantes 577
10.3.3.5 Sistema de comunicaciones 581
10.3.3.6 Sistema de monitoreo y alarma 582
10.3.3.7 Programa de educación y divulgación 582
10.3.3.8 Elementos para la implementación del Plan 584
10.3.3.9 Procedimiento en caso de emergencia 584
10.3.3.10 Plan de evacuación 585
10.3.3.11 Estrategias del plan de contingencias 587
10.3.3.12 Sistema de señalización asociado al Plan de Contingencia 595
10.4 Plan de desmantelamiento y abandono 605
10.4.1 Objetivos 605
10.4.1.1 Objetivo general 605
10.4.1.2 Objetivos específicos 605
10.4.2 Metas 606
10.4.3 Impactos a controlar 606
10.4.4 Tipo de medidas 607
10.4.5 Población beneficiada 607
10.4.6 Lugar de aplicación 607
10.4.7 Actividades a desarrollar en la etapa de construcción 607
10.4.7.1 Actas de vecindad al inicio y final de la obra 607
10.4.7.2 Demolición de edificios y superficies duras provisionales 608
10.4.7.3 Recolección y disposición de escombros 608
10.4.7.4 Recuperación de superficies compactadas 608
10.4.7.5 Reconformación de terrenos 608
10.4.7.6 Paisajismo 608
10.4.7.7 Señalización de zonas de riesgo 609
10.4.7.8 Obras para el desvío del cauce 609
10.4.7.9 Obras auxiliares 609
10.4.7.10 Balance de la gestión ambiental de las medidas de manejo ambiental implementadas durante la construcción 609
10.4.7.11 Equipo y maquinaria 610

10.4.7.12 Materiales y equipos 610
10.4.7.13 Control de erosión y manejo de sedimentos 610
10.4.8 Actividades a desarrollar en la etapa de operación 611
10.4.8.1 Actas de vecindad al inicio y final de la obra 611
10.4.8.2 Obras principales 611
10.4.8.3 Paisajismo 612
10.4.8.4 Balance de la gestión ambiental de las medidas de manejo ambiental implementadas durante el desmantelamiento y abandono 612
10.4.8.5 Equipos, materiales y maquinaria 613
10.4.9 Estrategia de información 613
10.4.9.1 Objetivos de la estrategia de participación para el desmantelamiento y abandono 614
10.4.9.2 Actividades 614
10.4.10 Proyectos del PMA aplicables al PDA 614
10.4.11 Propuesta de uso final del suelo 615
10.4.12 Indicadores de seguimientos y monitoreo 615
10.4.13 Cronograma y presupuesto 619
10.5 Plan de inversión del 1% 620
10.5.1 Objetivos 620
10.5.1.1 Objetivo general 620
10.5.1.2 Objetivos específicos 620
10.5.2 Marco legal 620
10.5.3 Propuesta de inversión 621
10.5.3.1 Inversión total estimada del proyecto 621
10.5.3.2 Liquidación de la inversión del 1% 624
10.5.3.3 Líneas de inversión 624
10.5.3.4 Objeto de la inversión 626
10.6 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad 630
10.6.1 Objetivo 630
10.6.2 Línea base del área intervenida 630
10.6.3 Sobre qué compensar 638
10.6.4 Descripción de los impactos generados sobre la biodiversidad 639
10.6.5 Obligaciones de compensación 639
10.6.5.1 Cálculo del área a compensar 639

10.6.5.2 Selección del sitio 642
10.6.5.3 Plan de compensación 650
10.6.5.4 Diseño de compensación 651
10.6.5.5 Monitoreo del plan de compensación 660
10.6.6 Cronograma de actividades 667
10.6.7 Costos 668
BIBLIOGRAFÍA 671

LISTADO DE FIGURAS

Figura 10-1. Esquema sistema de tratamiento ARnD – Lavado de vehículos y maquinaria en zona de casa de máquinas. 30
Figura 10-2. Sección ilustrativa de perfil de ZODME con la posición respectiva en la que se debe disponer las pilas de suelo descapotado.....42
Figura 10-3. Trazado ilustrativo del tramo a presión y la ubicación sugerida de las pilas con suelo descapotado 42
Figura 10-4. Precipitación acumulada mensual promedio multianual en las estaciones usadas para el análisis de esta variable. 44
Figura 10-5. Esquema del diseño de la revegetalización de taludes en los ZODME para el proyecto Cocorná III. 45
Figura 10-6. Esquema de señalización vertical en el ramal de Cocorná a 3,3 km de la autopista Medellín-Bogotá.....63
Figura 10-7. Esquema de señalización vertical en la vía La Placeta sector escuela 64
Figura 10-8. Esquema de señalización vertical en la vía La Placeta sector escuela 65
Figura 10-9. Esquema de señalización típica en el sector de captación y casa de máquinas 65
Figura 10-10. Conformación de las zonas de material sobrante de excavación 70
Figura 10-11. Perfil longitudinal del esquema de enrocado de protección aguas abajo del azud para protección del cauce ante la erosión 87
Figura 10-12. Abscisado del proyecto 98
Figura 10-13. Secciones en planta de Captación y Casa de Máquinas. 102
Figura 10-14. Análisis de estabilidad estático. Talud derecho con corte propuesto. Sección B-B' – Captación. 103
Figura 10-15. Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud derecho con corte propuesto. Sección B-B' – Captación 103
Figura 10-16 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección C-C' – Desarenador 104
Figura 10-17 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección C-C' – Desarenador 104
Figura 10-18 Localización en planta secciones casa de máquinas y su respectiva vía de acceso. 105
Figura 10-19. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas. 106
Figura 10-20 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas. 106
Figura 10-21. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1-CM1' – Casa de Máquinas. 107
Figura 10-22 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1–CM1' – Casa de Máquinas. 107
Figura 10-23 Análisis de estabilidad estático. Sección 3-3' – Acceso a Casa de Máquinas. 108
Figura 10-24 Análisis de estabilidad seudo-estático. Sección 3–3' – Acceso a Casa de Máquinas. 109
Figura 10-25 Localización en planta secciones acceso a captación. 110

Figura 10-26 Análisis de estabilidad estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación. 111
Figura 10-27 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación. 111
Figura 10-28 Análisis de estabilidad estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación. 112
Figura 10-29 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación. 113
Figura 10-30 Análisis de estabilidad estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación. 113
Figura 10-31 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación. 114
Figura 10-32 Análisis de estabilidad estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación. 114
Figura 10-33 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación. 115
Figura 10-34 Perfil Estratigráfico, sección E - Depósito 1. 115
Figura 10-35 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto sección E - Depósito 1. 116
Figura 10-36 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto sección E - Depósito 1. 116
Figura 10-37 Perfil Estratigráfico, depósito 2. 117
Figura 10-38 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 2. 117
Figura 10-39 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 2. 118
Figura 10-40 Perfil Estratigráfico, depósito 3. 118
Figura 10-41 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 3. 119
Figura 10-42 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 3. 119
Figura 10-43 Localización en planta sección H depósitos de material excedente 4. 120
Figura 10-44 Perfil Estratigráfico, depósito 4. 120
Figura 10-45 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 4. 121
Figura 10-46 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 4. 121
Figura 10-47 Perfil Estratigráfico, depósito 5. 122
Figura 10-48 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 5. 122
Figura 10-49 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 5. 123
Figura 10-50 Perfil Estratigráfico, depósito 6. 123
Figura 10-51 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 6. 124
Figura 10-52 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 6. 124
Figura 10-53 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente. 125
Figura 10-54 Perfil Estratigráfico, km 0+310 – Conducción. 125
Figura 10-55. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+310 – Conducción. 126
Figura 10-56 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+310 – Conducción. 126
Figura 10-57 Perfil Estratigráfico, km 0+480 – Conducción. 127

Figura 10-58 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+480 – Conducción. 128
Figura 10-59 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+480 – Conducción. 128
Figura 10-60 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente. 129
Figura 10-61. Perfil Estratigráfico, km 0+910 – Conducción. 130
Figura 10-62 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km0+910 – Conducción. 130
Figura 10-63 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km0+910 – Conducción. 131
Figura 10-64 Perfil Estratigráfico, km 1+290 – Conducción. 132
Figura 10-65 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+290 – Conducción. 132
Figura 10-66. Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+290 – Conducción. 133
Figura 10-67 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente. 134
Figura 10-68. Perfil Estratigráfico, km 1+680 – Conducción. 134
Figura 10-69 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km1+680 – Conducción. 135
Figura 10-70 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km1+680 – Conducción. 135
Figura 10-71 Perfil Estratigráfico, km 1+930 – Conducción. 136
Figura 10-72. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+930 – Conducción. 136
Figura 10-73 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+930 – Conducción. 137
Figura 10-74 Perfil Estratigráfico, km 1+930 – conducción. 138
Figura 10-75 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km2+310 – Conducción. 138
Figura 10-76 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km2+310 – Conducción. 139
Figura 10-77 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente. 140
Figura 10-78 Perfil Estratigráfico, km 3+110 – conducción. 140
Figura 10-79 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km3+110 – Conducción. 141
Figura 10-80 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km3+110 – Conducción. 141
Figura 10-81 Esquema control de la erosión en taludes y laderas 144
Figura 10-82 Esquema de cambio de geometría en taludes 145
Figura 10-83 Plantación con contenedor de raíces en zonas duras 164
Figura 10-84 Vista en Planta 172
Figura 10-85 Vista lateral (izquierda) y vista frontal (derecha) 172
Figura 10-86 Ejemplo en planta de tres trinchos en terraza consecutivos 173

Figura 10-87 Ejemplo en vista frontal del trincho #1 173
Figura 10-88 Ejemplo en vista frontal del trincho #2 173
Figura 10-89 Ejemplo en vista frontal del trincho #3 174
Figura 10-90 Bioestructuras en terrazas en un talud inestable antes de siembra .. 174
Figura 10-91 Ejemplo en vista frontal de un trincho con vertedero 175
Figura 10-92 Bioestructuras con forma de vertedero para conducción de escorrentía superficial antes de siembra. 176
Figura 10-93 Trinchos con y sin vertedero antes de la siembra 177
Figura 10-94 Trinchos con vertedero en proceso de revegetalización 177
Figura 10-95 Vista frontal y lateral de un filtro 178
Figura 10-96 Construcción de filtros 178
Figura 10-97 Secuencia de elaboración de un filtro 179
Figura 10-98 Trinchos en terraza y con vertedero sobre filtros vivos en guadua ... 179
Figura 10-99 Inicio del proceso de siembra 181
Figura 10-100 Evolución del proceso de siembra 181
Figura 10-101 Vista lateral del proceso de siembra 182
Figura 10-102 Vista superior del proceso de siembra 182
Figura 10-103 Vista inferior del proceso de siembra 183
Figura 10-104 Resultado final del proceso de siembra 183
Figura 10-105 Resultado del proceso de siembra 184
Figura 10-106 Resultado del proceso de siembra 185
Figura 10-107 Personal de obra 186
Figura 10-108. Elementos de protección personal (EPP), que deberá usar el equipo operativo que va a realizar el aprovechamiento forestal 193
Figura 10-109 Preparación de ruta de escape 195
Figura 10-110 Tala de árboles y tipo de cortes 196
Figura 10-111 Áreas potenciales a rehabilitar 219
Figura 10-112. Modos de Compensación 220
Figura 10-113. Diagrama de siembra y distribución de individuos según los gremios 221
Figura 10-114. Diagrama de siembra y distribución de individuos por núcleos 222
Figura 10-115 Polígonos que delimitan las áreas de recepción tentativas para la fauna durante las labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación. 229
Figura 10-116 Dirección de ahuyentamiento propuesta en cada una de las áreas de aprovechamiento forestal. 231
Figura 10-117. Protocolo general de atención veterinaria 234
Figura 10-118. Ubicación tentativa de las señales de tránsito y vallas alusivas al cuidado de fauna silvestre. 237
Figura 10-119 Algunos tipos de pasos de fauna que han sido instalados en las vías del país. 238
Figura 10-120 Puntos tentativos para la instalación de pasos de fauna elevados . 240
Figura 10-121 Puntos tentativos de rescate y reubicación de individuos 253
Figura 10-122. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos 401
Figura 10-123. Esquema general de una parcela permanente de 50x50 m. 421
Figura 10-124. Amenaza sísmica en Colombia 496

Figura 10-125. Infraestructura existente en el tramo con caudal reducido ubicada a una distancia cercana a los 100 metros 502
Figura 10-126. Esquema Metodológico Determinación Amenaza 510
Figura 10-127. Distribución espacial pendientes reclasificadas 513
Figura 10-128. Distribución espacial precipitación reclasificada 514
Figura 10-129. Distribución espacial de la normalización de coberturas 516
Figura 10-130. Distribución espacial material superficial 518
Figura 10-131. Esquema Metodológico Determinación Amenaza Movimiento en Masa 519
Figura 10-132. Susceptibilidad a movimientos en masa 520
Figura 10-133. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el municipio de Cocorná 522
Figura 10-134. Distribución espacial de las categorías resultantes de la normalización de los valores de pendiente 525
Figura 10-135. Distribución espacial de las categorías resultantes de la normalización de los valores de curvatura 526
Figura 10-136. Distribución espacial para las categorías de zonas inundables 528
Figura 10-137. Áreas susceptibles de inundación 530
Figura 10-138. Esquema Metodológico Determinación Amenaza de Inundación 531
Figura 10-139. Susceptibilidad a eventos de inundación 532
Figura 10-140. Mapa de amenaza por inundación para el municipio Cocorná 533
Figura 10-141. Esquema determinación Clasificación Morfométrica 535
Figura 10-142. Subcuencas para el cálculo de parámetros morfométricos 537
Figura 10-143. Categorías de normalización del valor de pendiente media para el área de estudio 538
Figura 10-144. Distribución espacial de las categorías de densidad de drenajes 539
Figura 10-145. Dimensión espacial parámetro de índice de compacidad 541
Figura 10-146. Clasificación morfométrica 542
Figura 10-147. Distribución espacial para categorías de unidades geomorfológicas normalizadas 544
Figura 10-148. Esquema Metodológico determinación amenaza por avenida torrencial 545
Figura 10-149. Susceptibilidad por eventos de avenida torrencial 546
Figura 10-150. Mapa de amenaza por avenida torrencial para Cocorná 548
Figura 10-151. Esquema Metodológico Vulnerabilidad 549
Figura 10-152. Vulnerabilidad Biótica 551
Figura 10-153. Vulnerabilidad Socioeconómica 555
Figura 10-154. Mapa de Vulnerabilidad Física 558
Figura 10-155. Esquema Metodológico Vulnerabilidad física 559
Figura 10-156. Vulnerabilidad en el área de influencia del componente geológico 561
Figura 10-157. Esquema Metodológico Vulnerabilidad 562
Figura 10-158. Mapa de riesgos por movimientos en masa 563
Figura 10-159. Mapa de riesgos por inundación 565
Figura 10-160. Mapa de riesgos por avenidas torrenciales 566
Figura 10-161. Estructura organizativa del Plan de Emergencias 577
Figura 10-162. Plan de Atención de emergencias 587

Figura 10-163. Radioactivos....603
Figura 10-164. Corrosivos....604
Figura 10-165. Misceláneos....604
Figura 10-166. Localización general del proyecto....631
Figura 10-167. Ecosistemas del área de intervención del proyecto Cocorná III....633
Figura 10-168. Coberturas de la tierra del área de intervención del proyecto Cocorná III....634
Figura 10-169. Áreas de interés Ambiental de la cuenca del río Cocorná....635
Figura 10-170. Localización del proyecto respecto al Sistema Local de Áreas Protegidas de Cocorná....637
Figura 10-171. Unidades de Paisaje definidas por Cornare en el área de intervención del proyecto Cocorná III....640
Figura 10-172. Zonificación hidrográfica- Áreas propuestas para compensación....644
Figura 10-173. Unidades de paisaje ecosistémicas - Áreas propuestas para compensación....645
Figura 10-174. Ubicación de las áreas propuestas para compensación respecto al SILAP....646
Figura 10-175. Predios de las áreas propuestas para compensación....649
Figura 10-176. Componentes del plan de compensación por pérdida de biodiversidad....650
Figura 10-177 Modelo de núcleo de siembra....658
Figura 10-178. Esquema general de una parcela permanente de 50x50 m....663

LISTADO DE TABLAS

Tabla 10-1. Resumen de estrategias de manejo ambiental 19
Tabla 10-2 Localización de los baños portátiles 32
Tabla 10-3. Volumen del descapote que se proyecta para los diferentes frentes de obra que tendrá el proyecto Cocorná III. 42
Tabla 10-4. Plan de desarrollo de la estrategia educativo ambiental del componente suelo. 47
Tabla 10-5 Lugar de aplicación del PMA-MF-08..... 95
Tabla 10-6 Factores de seguridad adoptados para los análisis de estabilidad. 99
Tabla 10-7 Resumen resultados F.S. y tratamientos considerados en el análisis de estabilidad. 99
Tabla 10-8 Vías objeto de atención para deslizamientos..... 147
Tabla 10-9 Lugar de aplicación del PMA-MF-13..... 170
Tabla 10-10. Compensación de individuos de especies sensibles a intervenir 202
Tabla 10-11. Individuos de regeneración estimados de especies sensibles en el área de intervención..... 203
Tabla 10-12. Áreas para la Rehabilitación de hábitats de briofitos y líquenes 205
Tabla 10-13. Listado de programas ambientales del Plan de Monitoreo y Seguimiento 348
Tabla 10-14. Puntos de monitoreo de calidad del agua en el Río Cocorná 354
Tabla 10-15 Lugar de aplicación del PMA-MF-08..... 366
Tabla 10-16 Lugar de aplicación del PMA-MF-13..... 374
Tabla 10-17. Obras que se ejecutarán en el proyecto Cocorná III. 382
Tabla 10-18. Coordenadas Puntos de monitoreo para sedimentos en el Río Cocorná 401
Tabla 10-19. Identificación de amenazas relacionadas con el proyecto 494
Tabla 10-20. Resultados de la modelación hidráulica para el tramo con caudal reducido con una caudal de perído de retorno de 100 años (426,4 m^3/s) 503
Tabla 10-21. Elementos vulnerables identificados..... 508
Tabla 10-22. Normalización de valores de pendiente para amenaza por movimiento en masa 511
Tabla 10-23. Extensión de las categorías de pendientes 511
Tabla 10-24. Normalización de valores de precipitación en mm/año 512
Tabla 10-25. Normalización de las coberturas en el área de estudio..... 515
Tabla 10-26. Distribución porcentual por categorías de las coberturas normalizadas 515
Tabla 10-27. Normalización de las categorías de material superficial 517
Tabla 10-28. Distribución porcentual por categorías del material superficial..... 517
Tabla 10-29. Calificaciones de amenaza por movimientos en masa para el área de influencia del componente geológico..... 521
Tabla 10-30. Normalización de los valores de pendiente para amenaza de inundación 523
Tabla 10-31. Normalización valores de curvatura..... 523
Tabla 10-32. Distribución porcentual por categorías de pendientes para análisis de inundación..... 524

Tabla 10-33. Distribución porcentual de las categorías de curvatura para análisis de inundación....524
Tabla 10-34. Categorías y porcentajes de las zonas inundables en el área de estudio 527
Tabla 10-35. Relación orden de la red de drenaje y el tamaño del área de influencia 527
Tabla 10-36. Proporción categorías de susceptibilidad a eventos de inundación ..529
Tabla 10-37. Pendiente media por categoría, área y porcentaje 535
Tabla 10-38. Densidad de drenaje normalizada por categorías....536
Tabla 10-39. Valores de normalización para índice de compacidad 540
Tabla 10-40. Índice de compacidad por categoría....540
Tabla 10-41. Clasificación morfométrica....543
Tabla 10-42. Normalización de unidades geomorfológicas....543
Tabla 10-43. Susceptibilidad Avenida torrencial por categoría 547
Tabla 10-44. Calificación de la vulnerabilidad....550
Tabla 10-45. Vulnerabilidad Biótica 550
Tabla 10-46 Variables y fuentes de información para el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica 552
Tabla 10-47. Vulnerabilidad Socioeconómica....553
Tabla 10-48. Variables y fuentes de información vulnerabilidad física....556
Tabla 10-49. Vulnerabilidad Física 556
Tabla 10-50. Vulnerabilidad de las veredas del área de influencia 559
Tabla 10-51. Riesgo movimiento en masa por categoría....562
Tabla 10-52. Riesgo de inundación por categoría 564
Tabla 10-53. Riesgo por avenidas torrenciales por categoría....564
Tabla 10-54. Categoría de la amenaza 567
Tabla 10-55. Calificación de la amenaza para el proyecto....567
Tabla 10-56. Criterios de evaluación de la vulnerabilidad....568
Tabla 10-57. Calificación de la vulnerabilidad para el proyecto 569
Tabla 10-58. Matriz de nivel de riesgo....571
Tabla 10-59. Nivel de riesgo para el proyecto 572
Tabla 10-60. Códigos de emergencia....586
Tabla 10-61. Señalización utilizada para la mitigación de riesgos 595
Tabla 10-62. Señales de prohibición 596
Tabla 10-63. Señales de advertencia....596
Tabla 10-64. Señales de obligatoriedad 597
Tabla 10-65. Señales informativas 597
Tabla 10-66 Clasificación para materiales peligrosos....597
Tabla 10-67 Categorías de explosivos 598
Tabla 10-68 Categorías de gases 600
Tabla 10-69. Líquidos inflamables....601
Tabla 10-70. Categorías de los sólidos inflamables....601
Tabla 10-71. Categorías de los materiales oxidantes 602
Tabla 10-72 Categorías de las sustancias tóxicas e infecciosas 602
Tabla 10-73. Estimación del costo del proyecto hidroeléctrico Cocorná III 622
Tabla 10-74. Factor de compensación y criterios asociados 641

Tabla 10-75. Área a compensar por pérdida de la biodiversidad 642
Tabla 10-76. Coberturas vegetales en las áreas propuestas para compensación . 647
Tabla 10-77. Predios de las áreas propuestas para compensación..... 647
Tabla 10.78 Especies potenciales para restauración..... 652
Tabla 10.79 Modelos de siembra propuestos 657
Tabla 10.80 Parámetros de valoración fitosanitaria 662

LISTADO DE FOTOS

Foto 10-1 Funcionamiento de sistemas de retención con mallas.....142
Foto 10-2. Ejemplo de estaciones limnimétricas con sensores ultrasonido 390
Foto 10-3. Ejemplo de miras o limnímetros instalados en estructuras hidráulicas .390

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 2. Memorias y planos técnicos

Anexo 5.1.7.4. Hidráulica Río Cocorná

Anexo 7.1 Solicitud concesiones

Anexo 7.2 Permisos vertimiento

Anexo 7.3 Ocupación de cauce

Anexo 7.3.1 Planos Modelaciones

Anexo 7.3.2 Modelaciones Hidráulicas Quebradas

Anexo 10.1. Fichas detalladas de los Programas del Plan de Contingencias.

Anexo 10.2. Información complementaria planes y programas de flora

Anexo.10.3. Formato IN MM.

Anexo.10.5. Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua

10 PLANES Y PROGRAMAS

10.1 Plan de Manejo Ambiental

Luego de la descripción del proyecto, la caracterización del medio ambiente, la evaluación de impactos y la zonificación de manejo ambiental, se dispone de las herramientas para definir las estrategias a seguir para lograr el objetivo de evitar, corregir, prevenir, mitigar y/o compensar los efectos negativos de las actividades de construcción y operación del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, o también para potenciar los impactos positivos.

Con el fin de alcanzar tal propósito se establecieron planes de manejo que se componen de diferentes programas y que responden a cada impacto según el componente en análisis. Dichos programas contienen la siguiente información:

- Objetivos: contiene los objetivos de cada programa
- Metas: metas relacionadas con cada objetivo
- Etapa en la que se desarrolla: fases del proyecto en las que se desarrollara cada programa
- Impactos a manejar: con base en la evaluación de impactos se identifican los impactos que manejará cada programa
- Tipo de medida: prevención, mitigación, corrección y/o compensación
- Servicios ecosistémicos a gestionar con cada programa
- Acciones a desarrollar: detalle de las actividades específicas a desarrollar dentro de cada programa
- Lugar de aplicación: localización del lugar donde se implementará el programa
- Recursos físicos: principales materiales y equipos requeridos para la implementación del programa
- Población a beneficiar: población que se beneficiará con la implementación del programa
- Personal requerido: personal principal requerido para la implementación del programa
- Responsable de la ejecución: personal responsable de la ejecución del programa
- Mecanismos y estrategias participativas: mecanismos y estrategias participativas de la comunidad del área de influencia en la ejecución del programa
- Indicadores: indicadores que permiten hacer seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas y evaluar la eficacia y efectividad de las medidas de manejo
- Costos estimados de ejecución
- Cronograma de ejecución

Para los impactos positivos o beneficiosos identificados, se establecen acciones para su aprovechamiento y potenciación.

El contratista o la empresa que realice las actividades de construcción y operación debe disponer de un Grupo de Gestión Ambiental responsable del cumplimiento de los programas del Plan de Manejo Ambiental.

Este grupo debe estar compuesto como mínimo por el siguiente personal:

- Coordinador: profesional en las áreas de la ingeniería, geología, ciencias sociales o biología, con experiencia en el área ambiental.
- Ingeniero sanitario, civil o geólogo para la ejecución de los programas del medio abiótico.
- Ingeniero ambiental, forestal, biólogo o agrónomo para la ejecución de los programas del medio biótico.
- Profesional en el área social para la ejecución de los programas del medio socioeconómico y cultural.
- Ingeniero ambiental o afín, para el seguimiento y monitoreo de la ejecución y efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas.

Se deberá disponer de un grupo de interventoría ambiental encargado de supervisar la correcta ejecución de los programas del Plan de Manejo Ambiental y de tomar decisiones sobre situaciones no previstas que se encuentren durante su construcción. La interventoría ambiental entregará informes periódicos a la Corporación sobre el desarrollo y cumplimiento de las acciones del Plan de Manejo Ambiental y sobre su efectividad para el manejo de los impactos. Las fichas de manejo, seguimiento y monitoreo establecen la periodicidad particular de cada plan y programa asociado.

A continuación, se presenta un resumen de los programas planteados y sus costos, cuya discriminación aparece en cada una de las fichas de manejo que se presentan en este capítulo.

Tabla 10-1. Resumen de estrategias de manejo ambiental

Programa	Valor ($)
Medio Físico	
Programa de Manejo de la Calidad del Aire y Ruido (PMA-MF-01)	$165.271.274
Programa de Manejo de la Calidad del Agua (PMA-MF-02)	$238.262.679
Programa de Manejo y Uso del Suelo (PMA-MF-03)	$178.502.106
Programa de Manejo de Obras de Cruce en los Cuerpos de Agua (PMA-MF-04)	Costos incluidos en el presupuesto de construcción del proyecto
Programa de Manejo del Tránsito Vehicular (PMA-MF-05)	$68.692.919
Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación (PMA-MF-06)	Costos incluidos en el presupuesto de construcción del proyecto

Programa	Valor ($)
Programa de Manejo de Recurso Hídrico (PMA-MF-07)	$86.100.144
Programa de Manejo de Sedimentos (PMA-MF-08)	$338.265.035
Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión (PMA-MF-09)	Costos incluidos en el presupuesto de construcción del proyecto
Programa de Manejo de Residuos Sólidos (PMA-MF-10)	$225.780.046
Programa de manejo de Paisaje (PMA-MF-11)	$259.874.917
Programa de Bioingeniería (PMA-MF-12)	$281.751.560
Subtotal Medio Físico	$1.842.500.680
Medio Biótico	
Programa de Manejo de la Cobertura Vegetal (PMA-MB-01)	$175.198.046
Programa de Manejo Florístico de Especies Sensibles (PMA-MB-02)	$332.798.713
Programa de Manejo para la Conservación, Restauración y Compensación de la Cobertura Vegetal (PMA-MB-03)	$413.771.125
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (PMA-MB-04)	$216.037.215
Programa de manejo a las especies de fauna terrestre vulnerables y amenazadas (PMA-MB-05)	$12.860.015
Programa de Rescate Contingente de Ictiofauna (PMA-MB-06).	$90.525.113
Subtotal Medio Biótico	$1.241.190.226
Medio Socioeconómico y Cultural	
Programa de información y participación comunitaria (PMA-MS-01)	$194.882.827
Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia (PMA-MS-02)	$141.750.000
Programa de manejo de contratación de mano de obra local (PMA-MS-03)	Costos incluidos en el presupuesto de construcción del proyecto
Programa de manejo de capacitación ambiental a personal de obra (PMA-MS-04)	$78.233.615
Programa de manejo de daños a terceros. (PMA-MS-05)	$81.927.579
Programa de manejo a la afectación a actividades económicas. (PMA-MS-06)	$100.413.615
Programa de manejo a la Afectación de las Actividades Recreativas Sobre el Río Cocorná (PMA-MS-07)	$577.044.678
Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y gestión de conflictos socioambientales. (PMA-MS-08)	$104.413.615

Programa	Valor ($)
Programa de Manejo para el Fomento de la Cultura con la Producción de Panela. (PMA-MS-9)	$295.023.615
Programa de manejo para el fomento de la memoria y el patrimonio campesino (PMA-MS-10)	$39.540.090
Subtotal Medio Socioeconómico	$1.613.229.634
Valor Total	**$4.693.920.541**

A continuación, se presenta la descripción detallada por medio de fichas, de los programas de manejo ambiental propuestos.

10.1.1 Medio Abiótico

10.1.1.1 Programa de Manejo de la Calidad del Aire y Ruido

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido			**PMA-MF-01**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar las emisiones atmosféricas de material particulado, gases y ruido que se generarán durante la etapa de construcción por el tránsito de maquinaria, descapote y excavaciones, conformación de zonas de depósito, operación de la planta de concretos, construcción de las obras principales y adicionales. Así como las que posiblemente puedan generarse en las actividades de demolición en la etapa de Desmantelamiento y abandono del proyecto.				
Metas				
• Cumplir con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 con respecto a calidad del aire, teniendo en cuenta los valores de referencia de la línea base. • Cumplir con lo establecido en la Resolución 627 de 2006 con respecto a las emisiones de ruido, teniendo en cuenta los valores de referencia de la línea base. • Evitar que se emitan gases y partículas contaminantes por el mal estado mecánico de los vehículos. • Evitar emisiones de material particulado por el transporte del material del proyecto				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteraciones en los niveles de contaminación atmosférica (-) • Cambios en los niveles de ruido ambiental (-) • Molestias a la comunidad (-) • Incremento de los fenómenos de ahuyentamiento de fauna				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Carrotanque y agua para irrigar vías sin pavimentar • Geotextiles y plásticos de alto calibre para cubrir material				
Lugar de aplicación				
Vías de tránsito de maquinaria y vehículos, frentes de obra, planta de concreto, zona de casa de máquinas, zona de captación, desarenador y tanque de carga.				
Población a beneficiar				
Habitantes del área de influencia, personal del proyecto y fauna local.				
Procedimiento de desarrollo				

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido	PMA-MF-01
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Manejo de emisiones de material particulado y gases durante construcción.	
• Se establecerá 30 km/h como el límite máximo de velocidad de circulación en las vías sin pavimentar del proyecto, con el fin de minimizar la resuspensión de material particulado debido a la circulación de vehículos; lo cual de manera conexa ayudaría a prevenir accidentes de tránsito que se puedan presentar en las vías del proyecto. • Se evitará la sobrecarga de los platones de las volquetas que transportan materiales, y se deberá utilizar carpa o lona durante todo el recorrido, siempre que se transporte material fino o susceptible de emitir partículas a la atmósfera. • Se llevará a cabo la humectación de las vías sin pavimentar del proyecto o de acceso a los frentes de obra, durante las épocas secas, a fin de evitar el levantamiento de material particulado. La humectación de las vías se realizará con un carrotanque irrigador (uso del agua indicado en el Capítulo 7, sección Aguas Superficiales). • Las pilas de acopio de material de construcción, depósitos de estériles y escombros, deben poseer sistemas de protección adecuados. Las fuentes con alto porcentaje de partículas finas serán cubiertas con geotextiles o plásticos, de manera que se evite la resuspensión de aerosoles por acción del viento. • Los vehículos asignados a la obra serán en su mayoría de modelos recientes o en buen estado mecánico y de sincronismo. Se deberá realizar periódicamente un mantenimiento preventivo a los equipos, maquinaria y vehículos, procurando la buena sincronización y carburación de los motores, para minimizar la producción de gases como CO y SO_2. • Se verificará que los vehículos vinculados al proyecto dispongan del certificado de emisiones de gases y de la respectiva revisión técnico-mecánica. • Se deberá dar preferencia, en el uso o contratación, a vehículos de carga que cuenten con filtros o catalizadores en la descarga de sus emisiones, así como a vehículos que funcionen con gas natural. • Se exigirá el uso de mascarillas especializadas, por parte de los trabajadores expuestos durante su jornada laboral a emisiones de partículas y vapores tóxicos. La empresa que ejecute la construcción será la encargada de velar por la salud y bienestar de sus trabajadores, para lo cual deberá cumplir con las medidas de protección y prevención de riesgos laborales mientras se encuentren expuestos a este tipo de riesgos. • Se prohíben las quemas de cualquier tipo de residuos, ejecutadas por el personal del proyecto o terceros en nombre del proyecto. • Los contaminantes atmosféricos emitidos en la construcción del proyecto serán monitoreados en los puntos de receptores sensibles, donde fueron realizados los monitoreos correspondientes a la caracterización del Medio Abiótico. Pueden ser planteados nuevos puntos de monitoreos cercanos a receptores sensibles o fuentes de emisión considerables.	
2. Control de emisiones de ruido durante construcción	
• Se prohibirá el uso de cornetas o pitos que emitan altos niveles de ruido. Solamente se permitirán las sirenas de ambulancias, las alarmas de reversa, alarmas que se instalen por actividades del Plan de Contingencias, y alarmas de aviso a la comunidad y personal del proyecto en el caso de que se realicen voladuras en frentes de obra. • Dentro de los procedimientos para la realización de actividades cotidianas como el tránsito y funcionamiento de maquinaria y vehículos pesados, se establecerá un horario	

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido	PMA-MF-01
para las principales actividades generadoras de ruido, de manera que se tengan horarios en que con ruido no se afecte la tranquilidad de la comunidad cercana a las obras del proyecto. • El tránsito de vehículos y funcionamiento de maquinaria en cercanías al Centro Educativo Rural La Placeta será condicionado a los horarios de clases, evitando interrumpir el correcto desarrollo de las actividades educativas. • Se verificará dentro del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, aspectos como el engrase de piezas y el reemplazo de aquellas averiadas, con el fin de minimizar el ruido en la operación. De igual manera, con el adecuado mantenimiento de la maquinaria se buscará evitar la carburación irregular. • Como se mencionó en el numeral 1. Manejo de emisiones de material particulado y gases durante construcción, los vehículos que se planeen utilizar en el proyecto, deberán ser en su mayoría de modelos recientes y/o en buen estado mecánico y de sincronismo del motor, al igual que se deben realizar mantenimientos preventivos periódicos de manera que se evite y/o reduzca la generación de ruido por parte de los vehículos del proyecto. • Se exigirá el uso de elementos de protección sonora por parte de los trabajadores expuestos durante su jornada laboral a emisiones de ruido. La empresa que ejecute la construcción será la encargada de velar por la salud y bienestar de sus trabajadores, para lo cual deberá cumplir con las medidas de protección y prevención de riesgos laborales. • El ruido generado en la construcción del proyecto será monitoreado en los puntos de receptores sensibles, donde fueron realizados los monitoreos correspondientes a la caracterización del Medio Abiótico. Pueden ser planteados nuevos puntos de monitoreos cercanos a receptores sensibles o fuentes de emisión considerables.	
3. Atención a quejas e inconformidades durante construcción	
• Se deberán direccionar quejas y reclamos de la comunidad (PQR: Preguntas, Quejas, Reclamos), relacionadas con el material particulado, emisiones de gases y ruido, a través de la oficina de atención a la comunidad que dispondrá el proyecto en la zona de influencia. A través de ésta y con el apoyo de los profesionales de las áreas ambiental y social del proyecto, se buscará dar una respuesta ágil y favorable a los intereses de ambas partes. En el programa PMA-MS-01 se presentan las directrices para la orientación de inconformidad con el proyecto.	
4. Ejecución de voladuras durante construcción	
• En el caso de que se requiera la ejecución de actividades de voladura para la construcción de las obras del proyecto, se realizarán en horarios diurnos con el fin de no interferir con las horas de descanso nocturno de la población del área de influencia. En todo caso, para la realización de esta labor se tendrá en cuenta la normatividad colombiana vigente que regula los valores máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles (dB(A)), para zonas rurales de tranquilidad y ruido moderado (Resolución 0627 de 2006 del MAVDT, ahora MADS). • Se deberán establecer con anticipación las fechas y horarios en las que se realicen las eventuales voladuras de roca en las obras. Esta programación deberá ser informada a la población del área de influencia, además se deberá explicar en detalle el sistema o las señales de aviso que utilizará el proyecto antes de realizar una voladura. Se aprovecharán los espacios de participación comunitaria establecidos en el PMA-MS-01 para informar a la población la realización de eventuales voladuras.	

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido	PMA-MF-01
• Las señales de aviso, previo a la ejecución de las eventuales voladuras, serán transmitidas con un código específico y aprovechando el sistema de alarmas instalado, en cual se encuentra estipulado en el Plan de Contingencias.	
5. Acciones de mejora	
• En caso de que se superen los límites máximos permisibles de contaminantes atmosféricos o se reciban quejas y/o reclamos relacionados con contaminación del aire, el personal encargado del Proyecto realizará una investigación de la fuente o fuentes que estén generando la emisión de contaminantes que superen los límites máximos permisibles. Si la investigación da como resultado que la fuente o fuentes de contaminación pertenecen al proyecto, se ajustarán las medidas de manejo en función a los contaminantes que superen la norma y las fuentes que estén emitiendo estos contaminantes, con el objetivo de reducir los niveles de contaminación al que esté expuesta la población de la zona y los trabajadores del proyecto. • En caso de que los niveles de ruido registrados sean un 20% mayores que los registrados en la línea base, o se reciban quejas y/o reclamos relacionados con los niveles de ruido de la zona, el personal encargado del Proyecto realizará una investigación de la fuente o fuentes que estén generando dichos niveles de ruido. Si la investigación da como resultado que la fuente o fuentes que generan el ruido pertenecen al proyecto se ajustarán las medidas de manejo buscando disminuir los niveles de ruido registrados.	
6. Fase de desmantelamiento y abandono	
En fase de desmantelamiento y abandono se deberán seguir las normas y guías vigentes que establezcan los valores máximos permisibles para las emisiones de material particulado, gases y ruido. Así mismo, se deberán llevar a cabo todas las actividades antes detalladas para la fase de construcción del proyecto y demás actividades que permitan prevenir o mitigar este impacto. Aproximadamente tres años antes de iniciar esta fase, se formularán las medidas de manejo ambiental y su respectivo cronograma.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Capacitaciones y talleres • Charlas periódicas	

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Profesional social encargado de la relación con la comunidad. • Mano de obra no calificada.	Profesional Ambiental

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Evitar que se emitan gases y partículas contaminantes por el mal estado mecánico de los vehículos	**Certificación Técnico-Mecánica** $TcM(\%) = \frac{VTcM}{VOp} * 100\%$	100%	Al ingreso al proyecto de cada vehículo y un (1) día después del vencimiento de

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido			PMA-MF-01
	TcM: Porcentaje de certificación técnico-mecánica $VTcM$: Vehículos con certificación técnico-mecánica vigente VOp: Vehículos en operación		su certificado, durante la etapa de construcción
Evitar emisiones de material particulado por el transporte del material del proyecto	**Uso de carpa en volquetas** $PVC = \frac{VCC}{VCT} * 100\%$ PVC: Porcentaje de volquetas en circulación con carpa VCC: Número de volquetas circulando con material, usando carpa VCT: Número total de volquetas circulando con material	100%	Cada que se esté movilizando dentro del área del proyecto y como requisito de entrada y salida a esta área, durante la etapa de construcción
Cumplir con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 con respecto a calidad del aire	Concentración de contaminantes atmosféricos en el área de influencia del proyecto	Comparación con límite máximo permisible y resultados de la línea base	Semestral/Anual*, durante la etapa de construcción
Cumplir con lo establecido en la Resolución 627 de 2006 con respecto a las emisiones de ruido	Nivel de ruido ambiental	Comparación con límite máximo permisible y resultados de la línea base	Semestral/Anual*, durante la etapa de construcción

*La periodicidad depende de los resultados del primer monitoreo de la calidad del aire y ruido, y de la eficiencia de las medidas del Plan de Manejo, el criterio de decisión se especifica en el Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y Ruido (PMS-MF-01)

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Manejo emisiones material particulado y gases												
Control emisiones ruido												

Programa de Manejo de la Calidad del Aire y el Ruido													PMA-MF-01
Atención quejas e inconformidades													
Mantenimiento de vehículos y maquinaria													
Verificación técnico - mecánica													
Monitoreos calidad del aire y ruido													

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Ambiental	Mes	24	0,05	6.590.015	7.908.018
Profesional Social	Mes	24	0,05	6.590.015	7.908.018
Mano de obra no calificada (2 personas)	Mes	24	0,2	1.647.504	15.816.038
Plástico para cubrir material (calibre 6)	Global		-		Incluido en los costos de contratación de las volquetas
Monitoreos de calidad del aire y ruido	Unidad	3	-	44.546.400	133.639.200
Costo total sin IVA				**165.271.274**	

10.1.1.2 Programa de Manejo de la Calidad del Agua

Programa de Manejo de la Calidad del Agua			**PMA-MF-02**
Objetivo general			
Minimizar la contaminación de las fuentes hídricas, debido a vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas, generadas por las diferentes actividades del proyecto.			
Metas			
• Reducir la carga contaminante de los vertimientos generados por las actividades asociadas al proyecto, mediante un tratamiento adecuado que permita el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente para descargas a fuentes de agua superficial (Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS). • Minimizar el vertimiento de aguas residuales generadas por las actividades asociadas al proyecto, evitando la descarga de aguas residuales domésticas durante la etapa de construcción y recirculando parte del agua residual no doméstica generada en esta misma fase.			
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**
• Dilución de vertimientos • Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación
	Estudios		Prevención X
	Construcción	X	Mitigación X
	Operación	X	Corrección
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR			
• Cambio de las características fisicoquímicas y/o microbiológicas del agua (-) • Cambio en la disponibilidad del agua superficial (-) • Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-) • Alteración de las comunidades hidrobiológicas (-)			
METODOLOGÍA			
Recursos Físicos (materiales y equipos)			
• Trampas de grasas, tanques sépticos, desarenadores, filtros, unidades de desinfección para el tratamiento de aguas residuales, lechos de secado y tanques para el almacenamiento de agua. • Materiales y herramientas de construcción. • Material absorbente y canecas de 55 galones para la contención y recolección de residuos líquidos. • Elementos de aseo y mantenimiento.			

Programa de Manejo de la Calidad del Agua	PMA-MF-02
• Avisos y señales.	
Lugar de aplicación	
Áreas de generación de aguas residuales domésticas y no domésticas: frentes de obra, plantas de concreto, zona de casa de máquinas y de captación, talleres o sitios de reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria y vehículos. De igual manera, se aplicará en los lugares de almacenamiento de productos químicos y sitios de acopio de residuos.	
Población a beneficiar	
Habitantes del área de influencia, personal del proyecto y fauna local.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Manejo de Aguas Residuales no Domésticas (ARnD) durante construcción.	
<u>Limpieza de plantas para la elaboración de concreto:</u> En las plantas de concreto, las aguas provenientes de operaciones de limpieza de mezcladoras o de las zonas de almacenamiento de materia prima, se conducirán hacia un sedimentador, a fin de remover arenas finas (d= 0,01 mm) y partículas de diámetros superiores (memorias de cálculo en el Capítulo 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales y ANEXO 7.2_PERMISOS_VERTIMIENTO), para posteriormente recircularla en el proceso de fabricación de concreto, o en el mismo lavado de las plantas y mezcladoras, dependiendo de si los ensayos cumplen o no con las especificaciones químicas y físicas contenidas en la Norma Técnica Colombiana – NTC 3459 Agua para la Elaboración de Concreto –. De igual manera, se tendrán en cuenta todos los lineamientos expuestos en la Resolución 1256 de 2021 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones–. A partir de los resultados de caracterización del agua tratada, se considerará la posibilidad de incluir una unidad de regulación de pH, según las necesidades de recirculación de agua. En caso de que el agua destinada para recirculación no cumpla con los criterios de calidad para ninguna de las alternativas propuestas, se hará su disposición como residuo peligroso con un gestor autorizado, priorizándose de igual manera las limpiezas en seco. En este sentido, no se llevará a cabo el vertimiento de aguas residuales a fuente hídrica superficial ni al suelo por actividades relacionadas con la elaboración de concretos. **<u>Lavado de vehículos y maquinaria:</u>** En la fase de construcción del proyecto, se generarán aguas residuales no domésticas debido al lavado de vehículos y maquinaria, las cuales serán vertidas al río Cocorná posterior a su respectivo tratamiento, tanto en zona de captación como de casa de máquinas. Con el objetivo de no sobrepasar los valores límite permisibles para descargas de agua residual establecidos en la Resolución 0631 de 2015 del MADS, en la zona de captación se propone un sistema de tratamiento compuesto por un desarenador y una trampa de grasas, para la remoción de partículas, aceites y grasas; toda vez que solo se llevará a cabo el lavado sencillo de vehículos y maquinaria (remoción de barro principalmente). En esta zona se privilegiará el empleo de lavaderos existentes en la comunidad al	

Programa de Manejo de la Calidad del Agua	PMA-MF-02

momento de construcción del proyecto, siempre y cuando cuenten con el respectivo permiso de vertimiento otorgado por la Autoridad Ambiental.

Por su parte, en zona de casa de máquinas se realizará un lavado completo de maquinaria y vehículos, y a fin de no solo cumplir con lo establecido en la normatividad de vertimientos, sino también minimizar la descarga de aguas residuales y de este modo hacer un uso eficiente del recurso, se propone la implementación de un sistema de tratamiento que permitirá la recirculación de parte del agua tratada, en la misma actividad de lavado de vehículos y maquinaria (como mínimo en las fases de enjuague inicial y jabonado, lo cual supone un 30% del agua total empleada en el lavado). De igual manera, se tendrán en cuenta todos los lineamientos expuestos en la Resolución 1256 de 2021 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones–. En cualquier caso el ARnD tratada debe cumplir con la normatividad de vertimientos a fuente superficial.

En este sentido, en zona de casa de máquinas se propone un sistema de tratamiento compuesto por un desarenador y una trampa de grasas, seguidos de un filtro de arena y carbón activado para la remoción de partículas suspendidas que no sedimentan en la etapa de decantación, y finalmente una unidad de cloración para la eliminación de patógenos. En la Figura 10-1 se presenta un esquema del sistema propuesto, cuyas memorias de cálculo se encuentran en el Capítulo 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales y en el ANEXO 7.2_PERMISOS_VERTIMIENTO.

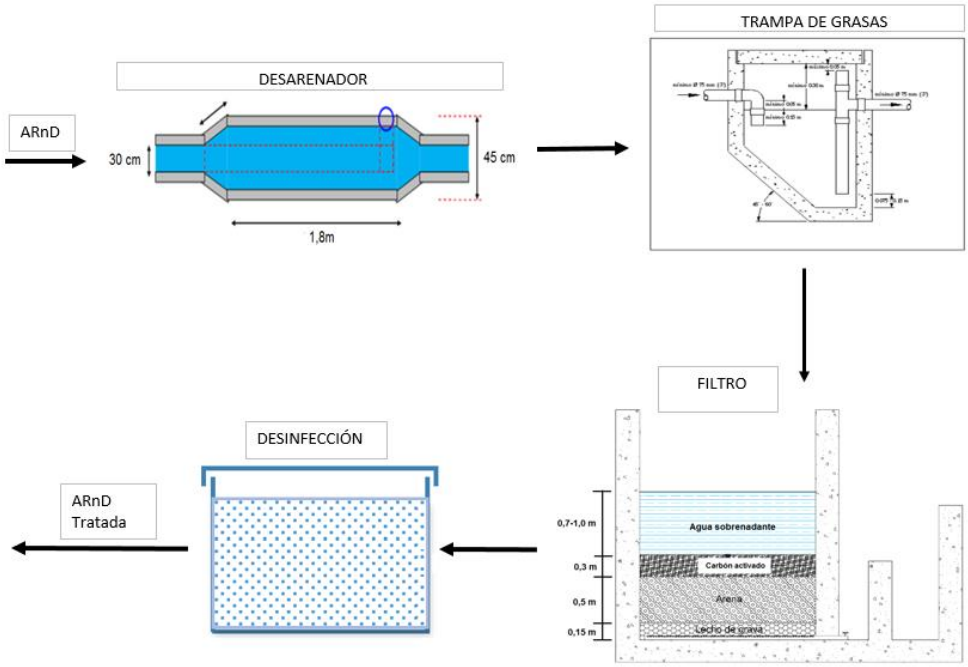


Figura 10-1. Esquema sistema de tratamiento ARnD – Lavado de vehículos y maquinaria en zona de casa de máquinas.

Programa de Manejo de la Calidad del Agua	PMA-MF-02

Mantenimiento de sistemas de tratamiento para ARnD:

- Se realizará mantenimiento periódico a los desarenadores, filtros y lechos de secado que se implementarán dentro de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales no domésticas, a fin de garantizar su adecuado funcionamiento. La frecuencia de limpieza dependerá de los tiempos de colmatación.
- Para el material removido en los desarenadores y filtros en mención, se realizará un análisis fisicoquímico con el fin de clasificarlo como inerte o peligroso. En cualquiera de los dos casos, se entregará a empresas especializadas y autorizadas para su tratamiento y disposición final, tal como lo indica el programa PMA-MF-10 de Manejo de Residuos Sólidos, tras previa deshidratación en áreas destinadas para dicho fin.
- Las grasas removidas en trampas de grasas durante su mantenimiento, así como las provenientes del uso de aceites, grasas o lubricantes de las máquinas y equipos empleados, deberán ser dispuestas como residuos peligrosos, tal como lo indica el programa PMA-MF-10.

Zonas de talleres y de almacenamiento de sustancias químicas:

- Las zonas de almacenamiento de sustancias químicas estarán debidamente señalizadas, ventiladas, con todos los productos rotulados, y con un sistema de contención de derrames (dique de contención o canales perimetrales), con capacidad para contener el 110% de los residuos líquidos almacenados.
- Las zonas de talleres contarán con canales perimetrales para la contención de derrames accidentales de sustancias químicas o demás residuos líquidos peligrosos. En caso de derrame, dichos residuos serán secados por medio de material absorbente y dispuestos de acuerdo con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos (PMA-MF-10).

Recomendaciones generales:

Las siguientes recomendaciones deberán impartirse a través de avisos (señalización) en los frentes de obra y sitios de uso o ejecución de las actividades, así como por medio de charlas y capacitaciones al personal (Plan de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra – PMA-MS 02):

- Al momento de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, deberán seguirse las indicaciones propuestas, respectivas a adecuaciones locativas, expresadas en el programa del plan de contingencia PC-PC03 “Programa de gestión del riesgo de vertimientos”.
- El lavado, reparación y mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizará en los lugares destinados y adecuados para tal fin. Queda prohibido realizar estas actividades cerca o dentro del cauce de cualquier fuente hídrica y con aguas no autorizadas para dicho uso.
- Los aceites, lubricantes o cualquier otro producto químico no pueden ser vertidos a ningún cauce, desagüe, al suelo, ni a redes de drenaje como cunetas o alcantarillas. Deben utilizarse recipientes para almacenar estas sustancias y debe solicitarse el concepto del residente ambiental o de cualquier profesional ambiental del proyecto para conocer el debido procedimiento para disponer la sustancia en cuestión.

Programa de Manejo de la Calidad del Agua	PMA-MF-02

- Los residuos líquidos antes mencionados deben ser recolectados en canecas de 55 galones con etiquetas que identifiquen el tipo de material almacenado. Estos residuos aceitosos (aceites, grasas y sólidos mezclados con residuos aceitosos) se deben almacenar en lugares aireados, señalizados y que cuenten con un sistema de contención de derrames, para su posterior entrega a una empresa especializada y autorizada por una Corporación Ambiental para su disposición final.
- En caso de presentarse algún derrame accidental de aceites, catalizadores, entre otras sustancias químicas o peligrosas, se deberá dar cumplimiento de manera inmediata al Programa PC-P02 del Plan de Contingencias (Programa de prevención y atención de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas). Se llevará un registro de los derrames que se presenten, especificando el sitio, momento y la medida implementada.
- Se deberán acatar todas las recomendaciones establecidas en el Programa de Manejo del Recurso Hídrico (PMA-MF-07), tendientes a evitar la contaminación del agua debido a trabajos de construcción que intervendrán o se realizarán cerca del cauce del río Cocorná.

2. Manejo de Aguas Residuales Domésticas durante construcción

Las aguas residuales domésticas surgen de los frentes de obra, zona de almacenes, oficinas, talleres y todo sector donde existan servicios sanitarios y/o pocetas de lavado de manos. Para su gestión se disponen las siguientes estrategias:

- Se contratará una empresa autorizada por la Autoridad Ambiental para la instalación de baños portátiles y recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales y lodos generados por estas unidades. En este sentido, no se realizarán vertimientos de aguas residuales domésticas a fuentes de agua y/o al suelo durante la fase de construcción. La empresa encargada de prestar el servicio de suministro de las unidades portátiles deberá acreditar los permisos de funcionamiento y disposición final de los residuos producidos. El certificado de disposición final deberá solicitarse mensualmente.
- La empresa contratada para la instalación de las unidades sanitarias deberá garantizar su mantenimiento periódico para facilitar un adecuado funcionamiento. La frecuencia del mantenimiento dependerá de la capacidad y uso de los baños instalados. Además, se deberá realizar una capacitación básica a los trabajadores de la obra sobre el adecuado uso de las unidades portátiles.
- Los baños estarán ubicados en todos los sitios donde se requieran y el número de unidades dependerá del número de trabajadores, instalando un baño portátil por cada 15 trabajadores, teniendo en cuenta su diferenciación por sexo.

A continuación en la Tabla 10-2 se presentan las coordenadas de los puntos en los que se ubicarán los baños portátiles. Es importante aclarar que, en caso de que por requerimientos en el avance del frente de obra se cambie la localización de algunas de estas unidades portátiles, siempre se ubicarán evitando poner en riesgo cualquier tipo de fuente hídrica.

Tabla 10-2 Localización de los baños portátiles

Zona	Coordenadas*	
	Este	Norte

Programa de Manejo de la Calidad del Agua		PMA-MF-02
Talleres y oficinas / Captación	874389,1617	1160109,0139
Talleres y oficinas / Casa de máquinas	877753,0959	1160317,0077
Frente de obra / Captación	874438,4251	1160093,5868
Frente de obra / Casa de máquinas	877738,1131	1160286,9578

*Coordenadas en el sistema Magna-Sirgas/Colombia Bogotá Zone.

3. Manejo de aguas residuales domésticas durante operación

- En fase operación sólo se realizará vertimiento de aguas residuales domésticas provenientes de los servicios sanitarios y poceta de lavado de manos que se ubicarán en casa de máquinas y en la caseta que se localizará en zona captación, las cuales deberán cumplir con lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Para su tratamiento se dispondrá de un sistema integrado por trampa de grasas, pozo séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). La trampa de grasas removerá las grasas que floten en la superficie por diferencia de densidad, y los residuos provenientes de ésta se almacenarán herméticamente y se entregarán a empresas que cumplan con la normatividad ambiental para realizar su disposición final. Entretanto, en el pozo séptico se transformará la materia orgánica en gases, líquidos y lodos. El pozo séptico incluirá un filtro anaeróbico FAFA, el cual degrada la materia orgánica remanente en el agua. Con este sistema de tratamiento primario y secundario, se garantizará un efluente que cumpla con los límites máximos permisibles para vertimientos de aguas residuales domésticas a fuentes de agua superficiales, establecidos en la normatividad colombiana.
- El mantenimiento de los sistemas sépticos se realizará cada dos años, o dependiendo de la frecuencia de colmatación del sistema, con el fin de evitar que se obstruya o presente un mal funcionamiento, ocasionando que las aguas residuales sean vertidas excediendo las concentraciones máximas permisibles por la normatividad vigente. La limpieza de estos sistemas deberá contratarse con una empresa que preste servicio de váctor, para extraer los respectivos lodos generados. Este contratista deberá contar con los permisos y licencias ambientales necesarios para disponer el residuo. Deberá solicitarse el correspondiente certificado de disposición final.
- Durante el primer (1) año de operación del proyecto, se llevará a cabo la caracterización de los vertimientos de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas integrados pozo séptico – Filtro FAFA y trampa de grasas, a fin de verificar el adecuado funcionamiento de dichos sistemas para el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Una vez verificado dicho cumplimiento, se procederá durante toda la etapa de operación del proyecto con el respectivo mantenimiento antes enunciado.
- La generación de aguas residuales que contengan detergentes y desinfectantes estará limitado al uso doméstico en la unidad sanitaria que se construya en casa de máquinas y zona de captación. En cuanto al manejo de sustancias químicas, queda prohibido su vertimiento a través de cualquiera de los desagües, y su recolección debe gestionarse con un proveedor que certifique su disposición final.

4. Fase de desmantelamiento y abandono

Programa de Manejo de la Calidad del Agua	PMA-MF-02

- Será necesario ubicar dos ataguías sucesivas, con el objetivo de propiciar plataformas de trabajo que permitan el acceso de maquinaria para realizar las labores de demolición, carga y transporte de las estructuras del azud. Las operaciones dentro del cauce se realizarán en los meses de estiaje, cuando se tenga una condición de caudal bajo y el riesgo de crecidas repentinas sea bajo. El talud de las ataguías se protegerá con una capa compuesta por rocas y piedras mezcladas con material granular, a fin de evitar el desmoronamiento de los mismos, que sería una fuente continua de sólidos suspendidos durante la ejecución de los trabajos.
- En la medida de lo posible, las actividades de desmantelamiento se realizarán desde las orillas, con el fin de disminuir el ingreso de la maquinaria al río y por tanto reducir la afectación del cuerpo de agua, además la maquinaria se ensuciaría menos y por tanto el lavado de llantas, cadenas, equipos, etc. de estos dispositivos es menor. Cuando no sea posible, se aprovechará al máximo la plataforma de la ataguía y el terreno seco que deje la misma.
- Se realizará la limpieza general de los residuos acumulados en ambas márgenes a lo largo del tramo de actuación, así como la limpieza del cauce. Esta limpieza de basuras e inertes, del cauce y de las márgenes, se realizará a mano o empleando maquinaria (en función del peso), procediéndose a su traslado a una ZODME.
- Aproximadamente tres años antes de iniciar la fase de desmantelamiento y abandono se desarrollará el respectivo cronograma de ejecución y se formularán las medidas de manejo ambiental que prevengan, corrijan, mitiguen o compensen los impactos ambientales que en esta fase se puedan generar. Para lo anterior se seguirán todas las normas ambientales que a la fecha estén vigentes.

Mecanismos y estrategias participativas

- Charlas comunitarias periódicas

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Auxiliar ambiental. • Profesional líder de mantenimiento. • Ayudante de mantenimiento.	• Profesional Ambiental. • Profesional líder de mantenimiento.

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Reducir la carga contaminante de los vertimientos generados por las actividades asociadas al proyecto, mediante un tratamiento adecuado que	**Cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 para vertimientos** $CRV(\%) = \frac{X_C}{X_M} * 100$	100%	Semestral durante la etapa de construcción (ARnD), y una vez en el primer año de la fase de

Programa de Manejo de la Calidad del Agua			PMA-MF-02
permita el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente para descargas a fuentes de agua superficial (Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS).	CRV: Porcentaje de parámetros que cumplen con la Resolución 0631 de 2015 para Vertimientos. X_C: Número de parámetros monitoreados en el vertimiento con valores menores o iguales al máximo permitido en la Resolución 0631 de 2015. X_M: Número total de parámetros monitoreados exigidos en la Resolución 0631 de 2015. Nota: Se debe monitorear la totalidad de los parámetros exigidos en la Resolución 631 de 2015 del MADS; según le aplique a cada vertimiento, doméstico o no doméstico.		operación (ARD)*.
Minimizar el vertimiento de aguas residuales generadas por las actividades asociadas al proyecto, evitando la descarga de aguas residuales domésticas durante la etapa de construcción y recirculando parte del agua residual no doméstica generada en esta misma fase.	**Agua Residual no Doméstica (ARnD) que es recirculada** $$PRec(\%) = \frac{V_R}{V_G} * 100$$ $PRec$: Porcentaje de ARnD que es recirculada. V_R: Volumen de ARnD generada que es recirculada. V_G: Volumen total de ARnD generada. Nota: Este indicador está propuesto para las ARnD provenientes del lavado de vehículos y maquinaria que serán tratadas con el sistema compuesto por desarenador, trampa de grasas, filtro de carbón activado y desinfección, lo que permitiría su recirculación en las etapas de enjuague inicial y jabonado.	30%	Mensual durante la etapa de construcción

Programa de Manejo de la Calidad del Agua			PMA-MF-02
	Agua Residual Doméstica (ARD) dispuesta con un gestor autorizado $$ARDGA(\%) = \frac{X_D}{X_G} * 100$$ $ARDGA$: Porcentaje de ARD proveniente de unidades sanitarias portátiles dispuesta con gestor autorizado. X_D: Cantidad de ARD proveniente de unidades sanitarias dispuesta con gestor autorizado. X_G: Cantidad total de ARD generada en unidades sanitarias portátiles.	100%	Mensual, se llevará a cabo durante toda la fase de construcción.

*En caso de que alguno de los vertimientos no cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la Res. 631 de 2015 del MADS, se deberán realizar los ajustes pertinentes al sistema de tratamiento de aguas residuales y repetir la respectiva caracterización hasta que se logre un cumplimiento de la normatividad.

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**
Instalación y montaje de sistemas de tratamiento (ARnD) y servicios sanitarios portátiles												
Operación y mantenimiento sistemas de tratamiento de ARnD												
Solicitud y reporte de certificado de disposición final de ARD proveniente de unidades sanitarias portátiles												
Charlas y capacitaciones al personal												
Monitoreos en el río Cocorná y caracterización de vertimientos												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**

Programa de Manejo de la Calidad del Agua										PMA-MF-02
Instalación y puesta en marcha de sistemas de tratamiento de ARD										
Caracterización de vertimientos ARD										
Operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de ARD										
Monitoreos de calidad del agua en el río Cocorná										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional ambiental	Mes	24	0,06	6.590.015	9.489.622
Auxiliar ambiental	Mes	24	0,10	4.942.511	11.862.026
Profesional mantenimiento	Mes	24	0,06	6.590.015	9.489.622
Ayudante mantenimiento	Mes	24	0,10	1.647.504	3.954.010
Costo de alquiler y mantenimiento de baños portátiles (8 baños para 120 empleados por 4 meses y 5 baños para 72 empleados por 20 meses)	Alquiler mensual por baño portátil			Costos incluidos en el presupuesto de construcción del proyecto	
Trampa de grasas	Unidad	4	-	485.000	1.940.000
Pozo séptico + Filtro anaerobio (FAFA)	Unidad	2	-	2.550.000	5.100.000
Desarenador tratamiento ARnD	Unidad	4	-	5.930.000	23.720.000
Filtro carbón activado	Unidad	1	-	58.700.000	58.700.000
Dosificación de cloro	Unidad	1	-	782.000	782.000

Programa de Manejo de la Calidad del Agua					PMA-MF-02
Materiales para mantenimiento	Global	1	-	2.600.000	2.600.000
Avisos y señales	Global	1	-	830.400	830.400
Servicio de recolección con vactor/año (fase de operación). Sistemas de tratamiento ARD.	Unidad	25	-	2.143.000	53.575.000
Monitoreos de la calidad del agua en el río Cocorna, etapa de construcción (3 puntos de muestreo monitoreados 4 veces cada uno)	Número de monitoreos	12	-	2.125.000	25.500.000
Caracterización de vertimientos de ARnD durante construcción (dos puntos de vertimiento monitoreados 4 veces cada uno)	Número de caracterizaciones	8	-	1.750.000	14.000.000
Caracterizaciones de ARnD tratada para fines de recirculación	Número de caracterizaciones	6	-	980.000	5.880.000
Sistema para la medición del volumen de agua tratada empleada en recirculación	Global	1	-	1.080.000	1.080.000
Caracterización de vertimientos de ARD en etapa de operación (dos puntos de vertimiento monitoreados el primer año)	Punto de muestreo	2	-	980.000	1.960.000

Programa de Manejo de la Calidad del Agua					PMA-MF-02
Monitoreo de la calidad del agua del río Cocorná en etapa de operación (tres puntos de muestreo monitoreados los dos primeros años)	Punto de muestreo	6	-	1.300.000	7.800.000
Costo total sin IVA				**238.262.679**	

10.1.1.3 Programa de Manejo y Uso del Suelo

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			**PMA-MF 03**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar los procesos de degradación del suelo, producto del desarrollo de las obras, depósitos de residuos y actividades inherentes a las etapas de construcción, operación y desmantelamiento y abandono del proyecto Cocorná III, mediante el diseño e implementación de estrategias tanto ingenieriles como socioambientales.				
Metas				
• Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal. • Reducir la susceptibilidad a la erosión superficial en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia. • Generar acciones de sensibilización entorno a la preservación, restauración y los usos sostenibles del suelo dentro del área de influencia socioeconómica y cultural del proyecto, en el marco del cumplimiento de la política para la gestión sostenible del suelo, elaborada por el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Cambio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (-) • Cambio en los usos del suelo (-) • Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos (-) • Cambio en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas del agua (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Fertilizantes químicos (DAP, NPK y micronutientes), abono orgánico (gallinaza), cal dolomítica, suelo orgánico, material arcilloso, material vegetal (semillas, estolones, esquejes y plántulas) e hidro-retenedor. • Materiales y herramientas de construcción, siembra y mantenimiento.				

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo	PMA-MF 03
• Señales de tránsito y laborales. • Implementos de seguridad: Gafas, tapabocas industriales, botas, guantes, cascos y demás implementos puntuales que la actividad requiera, para garantizar la integridad física de los trabajadores. • Material divulgativo	
Lugar de aplicación	
Áreas de intervención del suelo: ZODMES, zonas de adecuación de las áreas para las instalaciones temporales y definitivas. Unidades territoriales del área de influencia del proyecto.	
Población a beneficiar	
Habitantes del área de influencia socioeconómica y personal del proyecto.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Manejo del material producto del descapote durante la fase de construcción.	
• El material proveniente de la remoción de los primeros 25 cm del suelo (capa vegetal y horizonte A) en las zonas en que se realizan las adecuaciones para la construcción de nuevas vías, instalaciones transitorias y definitivas, deberá ser almacenado por separado de los demás residuos de construcción y sobrantes de la excavación; cubriéndose con plástico para protegerlo de la erosión causada por la lluvia y el viento. • En los sitios donde se ubican los ZODME, como se habrá de descapotar los primeros 30 cm de suelo (capa vegetal y horizonte A), estos se deben disponer en pilas ubicadas en un sector aledaño a la obra, como se muestra en la Figura 10-2,Figura 10-2. Sección ilustrativa de perfil de ZODME con la posición respectiva en la que se debe disponer las pilas de suelo descapotado luego, cuando el ZODME llegue a su capacidad máxima se utilizará este mismo suelo para la revegetalización del sitio. Las pilas de suelo deberán estar debidamente señalizadas.	

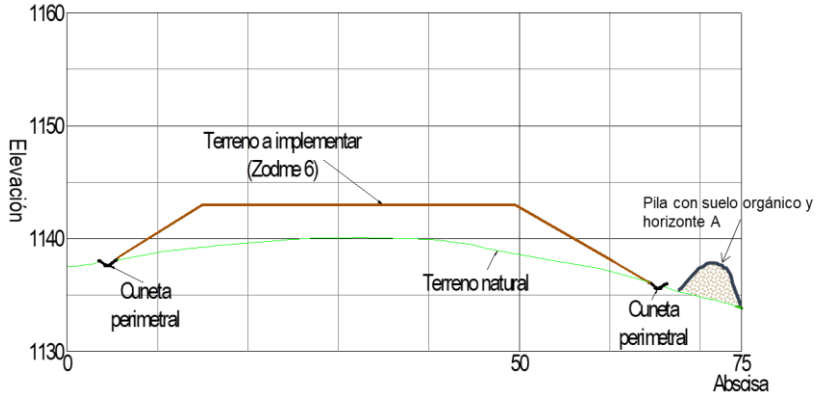


Figura 10-2. Sección ilustrativa de perfil de ZODME con la posición respectiva en la que se debe disponer las pilas de suelo descapotado

- En los tramos de conducción enterrada, el suelo origen del descapote, los primeros 30 cm de suelo, se deberá ubicar en forma de pilas en las orillas del área que estará en intervención, ver Figura 10-3, de forma tal, que cuando se culmine con la obra se deposite de nuevo este material en la zona donde se encontraba y se proceda con las acciones de empradización que se proponen en el presente plan.

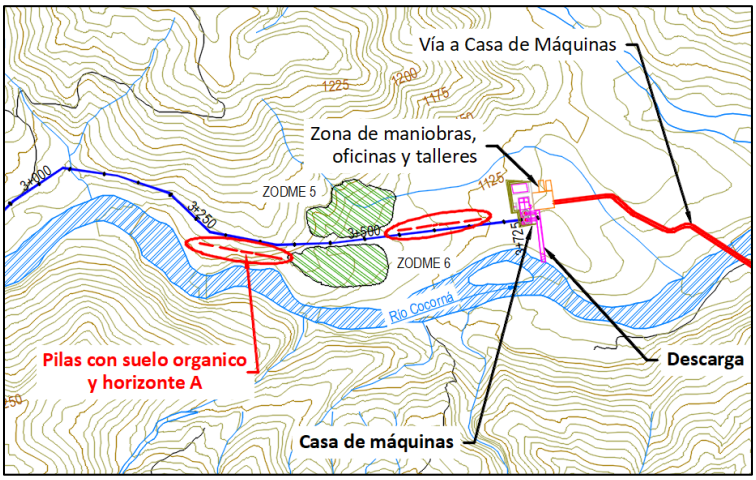


Figura 10-3. Trazado ilustrativo del tramo a presión y la ubicación sugerida de las pilas con suelo descapotado

El área en donde se hará esta disposición temporal deberá estar debidamente señalizada para su fácil identificación, por parte de los actores viales que transitan por la zona; además de ubicar señalización informativa del tipo de material y los implementos de seguridad que deben portarse dentro de esta.

Tabla 10-3. Volumen del descapote que se proyecta para los diferentes frentes de obra que tendrá el proyecto Cocorná III.

Descapote proyectado

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
Obra	**Área (m^2)**	**Profundidad Horizonte A (m)**	**Volumen (m^3)**
Captación	5.443	0,15	816
Conducción	17.832	0,3	5.350
Casa de Máquinas	2.183	0,2	437
Depósitos	35.507	0,3	10.652
Vías de acceso (captación, casa de máquinas y depósitos)	14.533	0,3	4.360
Total	**75.498**		**21.615**

- Se deberá llevar registro del volumen y destino del material proveniente del descapote de cada uno de los frentes de obra del proyecto, con el fin de llevar una trazabilidad del descapote, administrando así las cantidades requeridas para la revegetalización de taludes y zonas de llenos y depósitos.
- Las zonas donde se deposite este material contarán con obras para la interceptación y posterior canalización de las aguas de escorrentía, para evitar así la socavación y el transporte del material por fuera del área.

2. Manejo de la erosión superficial durante la fase construcción

Los procesos erosivos se activarán en los sitios donde se conformarán taludes, tanto en las áreas de construcción de nuevas vías como en los ZODME, así como en los sitios de obra en donde se realicen modificaciones al terreno o se remueva la cobertura vegetal. La medida de manejo para contrarrestar este proceso se basa en el control del agua que fluye por estas áreas durante los eventos de precipitación, a partir del manejo de la cobertura vegetal, en función de la pendiente y la estabilidad del terreno, de la siguiente forma.

REVEGETALIZACIÓN:

- Las acciones de revegetalización se deben realizar en los meses en los que la precipitación no sea alta, ya que la alta precipitación puede afectar el éxito de las estrategias tomadas, al saturar el sustrato y generar deslizamientos en las coberturas, además según el estudio general de los suelos de Antioquia (IGAC, 2007) para el área donde se ubican las obras, durante todo el año no se presenta déficit hídrico, así que durante los meses de menor precipitación siguen existiendo condiciones propicias para el establecimiento de las semillas y las plantas que se ubiquen en las obras. En la Figura 10-4 se muestra la distribución multianual que tiene la precipitación en el municipio de Cocorná y las de estaciones en municipios aledaños, se recomendarían las intervenciones en los meses de enero, febrero y marzo, sin embargo, queda sujeto al cronograma del proyecto.

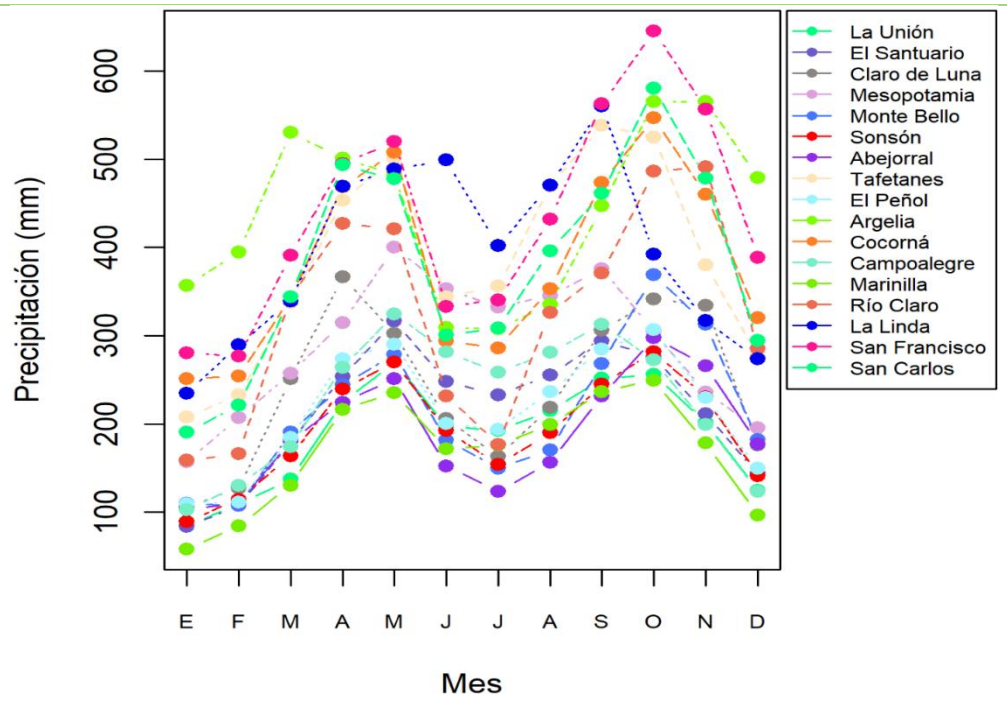


Figura 10-4. Precipitación acumulada mensual promedio multianual en las estaciones usadas para el análisis de esta variable.

- Se acondicionará 20 días antes de su uso el suelo orgánico que se tiene dispuesto para la revegetalización de los sitios, aplicando enmiendas correctivas (Cal Magnesiana) para el manejo de la presencia de aluminio intercambiable debido a los valores en el pH bajos y que causan problemas de toxicidad en el suelo, lo que deriva en la tasa establecimiento lenta de las especies que se usarán para la empradización y el cubrimiento de los taludes y llenos.
- A continuación, se plantean obras de revegetalización a detalle, para los diseños de los ZODME actuales y haciendo la salvedad de que pueden variar en cantidad y arreglo, en función de las decisiones constructivas.
- Para la revegetalización de los taludes originados en las áreas de intervención de las vías, se aplicarán las medidas que contempla el programa de bioingeniería de bioingeniería PMA-MF-12.

Revegetalización con la implementación de Bioterrazas:

- El sustrato en el momento de efectuarse la cobertura de los taludes y las bermas se preparará, mezclándose por cada m^3 de suelo orgánico: 290 g de fertilizante triple 15, 90 g de fertilizante Menores Rio Claro, 3 kg de cal magnesiana, 10 kg de gallinaza, además de 27 g de hidro-retenedor y 2 gramos de *Brachiaria decumbens*. A esta mezcla se le agrega agua en cantidad suficiente para que tome una consistencia que permita su aplicación sobre el talud formando una capa de 30 cm de espesor.
- Cuando el talud esté cubierto, se conformarán surcos transversales con vetiver (*Vetivera zizanioides*) a una distancia de 10 cm entre esquejes y 4 m entre surcos en los taludes y de 9 m en los llenos; entre estos surcos se sembrarán especies nativas de porte arbustivo con un tamaño de plántula no menor a 50 cm, adecuando hoyos de

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo	PMA-MF 03

45 x 45 cm a una distancia de 4 m entre sí, aplicando en cada sitio 500 g de cal dolomita, un (1) kg de gallinaza y en el momento de la siembra 75 g de triple 15. En la Figura 10-5 se muestra cómo se vería transversalmente las coberturas establecidas en los taludes y que se puede ajustar a los llenos, variando la distancia entre surcos como se expresó más arriba en el párrafo.

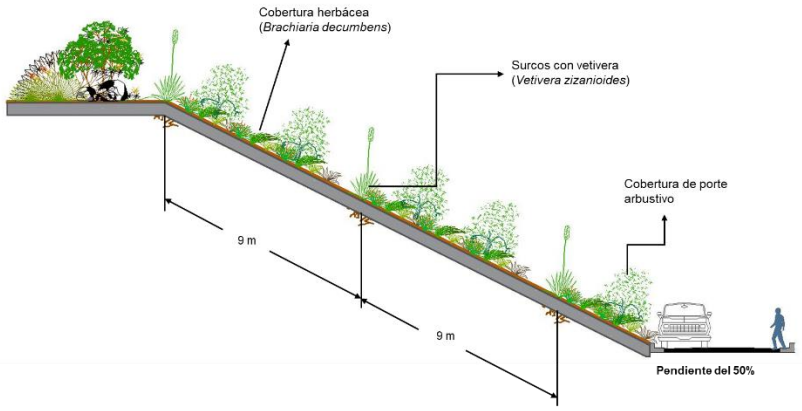


Figura 10-5. Esquema del diseño de la revegetalización de taludes en los ZODME para el proyecto Cocorná III.

Especies nativas arbustivas que se sugieren en los sitios para la revegetalización son: Matarratón (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), botón de oro (*Thitonia diversiolia*), drago (*Croton magdalenensis)*, yarumo blanco (*Cecropia telenitida*) y yarumo negro (*Cecropia sp*).

En los 30 días posteriores a la instalación de las coberturas se deberá fertilizar de nuevo con 100 Kg/ha de triple 15 y 50 kg/ha de micronutrientes, verificando además el desarrollo de la cobertura y si es del caso y las condiciones ambientales lo ameritan aplicar riego.

EMPRADIZACIÓN:

- La empradización en los sitios donde el terreno es plano (bermas de taludes y trinchos, así como los tramos de conducción y zonas verdes aledañas a casa de máquinas y captación) se deberá hacer usando el suelo orgánico procedente del descapote, se conformará con él una capa de 30, cuando esta capa esté, se la adicionará cal dolomita a razón de 9 Ton/ha, además se deberá agregar 900 kg/ha de triple 15.
- La cobertura de las bermas de los taludes y el tramo de conducción se hará con una mezcla de semillas de pasto Braquiaria (*Brachiaria decumbens*). El método de siembra será al voleo, usando 6kg de semilla por hectárea, con lo que se deberá llegar a una densidad mínima de 16 plantas por m^2.
- En las zonas verdes alrededor de las oficinas e instalaciones, la cobertura se hará con una mezcla de semillas de pasto Braquiaria (*Brachiaria decumbens*).
- 30 días después de la siembra se deberá fertilizar al voleo de nuevo las zonas intervenidas con 100kg/ha de triple 15 y 50kg/ha de micronutrientes, esto con el fin de garantizar el correcto crecimiento que garantice la cobertura por unidad de área

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo	PMA-MF 03

deseada, que deberá ser superior al 80%. Durante esa actividad a juicio del responsable se determinará la pertinencia de aplicar riego.

3. Mantenimiento de las áreas revegetalizadas durante la fase de operación

- El mantenimiento en general de las zonas revegetalizadas constará de fertilizaciones con las mismas características y cantidades a las del programa de establecimiento. Estas se harán luego de que se realice las guadañadas en las áreas empradizadas y las podas de mantenimiento a los arbustos.
- A las zonas que se empradizaron se les realizarán podas con guadaña a una altura de 15 cm del suelo, con el propósito de evitar el deterioro de la grama e incentivar el rebrote después de la subsecuente fertilización. La frecuencia de este mantenimiento será mensual en las zonas verdes aledañas a las instalaciones, y en los taludes y llenos se hará cada semestre.
- En caso de que el porcentaje de cobertura sea inferior al 80% se deberá proceder a la resiembra con semilla de braquiaria y también pasto bermuda, hasta lograr el porcentaje deseado. Para los arbustos se deberá resembrar las plantas que no sobrevivan.

4. Estrategia educativo – ambiental orientada a la comunidad vecina del proyecto, para la gestión del suelo.

- Durante el último semestre de la fase de construcción se deberán realizar acciones educativas que convoquen a los actores sociales y a la comunidad en general de las veredas del área de influencia socioeconómica y cultural, cuyos objetivos son:
    1. Difundir la importancia del suelo para el sostenimiento de la biodiversidad y el desarrollo de las actividades socioeconómicas para las comunidades en el territorio.
    2. Identificar de forma participativa los usos que actualmente posee el suelo dentro del área de influencia.
    3. Identificar las prácticas de manejo que permiten la conservación y el uso sostenible del suelo dentro de los espacios geográficos que componen el territorio de la comunidad.
    4. Aportar a las comunidades elementos e información para que puedan hacer un uso adecuado de los suelos de sus predios, acordes con lo ambiental y con la intencionalidad productiva.

  Para el desarrollo de estas acciones se propone el desarrollo de talleres que logren convocar e interactuar a la gran mayoría de los actores productivos y comunidades del área de influencia socioeconómica. Los talleres incluirán recorridos de campo y diálogo de saberes.

  La población objetivo será comunidad rural, los Centros Educativos Rurales (CER), las Juntas de Acción Comunal, juntas administradoras de acueductos veredales y propietarios.
- En la Tabla 10-4 se propone un esquema de desarrollo de la estrategia educativa ambiental sobre el uso sostenible del suelo, en la que se plantean unos responsables de las actividades tanto del proyecto Cocorná III como de la comunidad, administración

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo	PMA-MF 03

municipal y CORNARE, quienes son actores clave que la política nacional identifica para combatir y mitigar el deterioro del suelo en territorio nacional.

Tabla 10-4. Plan de desarrollo de la estrategia educativo ambiental del componente suelo.

Objetivos	Actividades	Responsables
Difundir la importancia del suelo para el sostenimiento de la biodiversidad y el desarrollo de las actividades socioeconómicas para las comunidades en el territorio	• Taller divulgativo sobre la importancia del suelo para la sociedad. • Seminario sobre servicios ecosistémicos que presta el suelo.	• Profesional social del Proyecto. • Mesa ambiental municipal. • Profesionales del área ambiental del proyecto. • Profesionales del área agronómica, contratado por el proyecto. • Funcionarios públicos municipales, departamentales y regionales.
Identificar de forma participativa los usos que actualmente posee el suelo dentro de la vereda.	• Recorrido de campo por las veredas del área de influencia • Taller de cartografía social de las veredas del área de influencia • Exposiciones interactivas, acerca de los usos del suelo, los actores y los servicios ambientales que se identificaron con la cartografía. • Identificación de coberturas vegetales	• Profesional social del Proyecto. • Profesionales del área ambiental del proyecto. • Profesionales del área agronómica contratado por el proyecto • Participantes de las actividades. • Funcionarios públicos municipales, departamentales y regionales. • Especialistas en SIG del proyecto.
Identificar las prácticas de manejo que permiten la conservación y el uso sostenible del suelo dentro de los espacios geográficos que componen el territorio de la comunidad.	• Diálogo de saberes con las comunidades rurales, sobre prácticas sostenibles del suelo. • Panel de expertos, sobre las tecnologías e instrumentos para el uso sostenible. • Feria de innovación en el uso del suelo sostenible dentro de los predios.	• Profesional social del Proyecto. • Profesionales del área ambiental del proyecto. • Profesionales del área agronómica contratado por el proyecto • Mesa ambiental municipal • Funcionarios públicos municipales, departamentales y nacionales

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
5. Manejo del suelo y el uso del suelo durante la Fase de desmantelamiento y abandono			
• Tres años antes del comienzo de esta fase se deberán estudiar los usos del suelo, que se hayan determinado en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) para los sitios donde se encuentra alojada toda la infraestructura del proyecto y cuando culmine esta fase se restituirá el uso al principal recomendado en el PBOT. • A partir del cronograma de ejecución de actividades elaborado para la fase de demolición y abandono, se planearán y se ejecutarán las medidas de conservación del recurso suelo. Entre otras el manejo de los RCD en el marco que la norma que aplique para esa fecha estipule; la reforestación con especies propias del bioma y del uso principal recomendado en el PBOT o POMCA; la elaboración de estas acciones permitirá la restitución de las condiciones naturales propias de la zona agrológica donde se ubican los suelos del proyecto.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Capacitaciones y talleres • Charlas periódicas • Avisos y señalización en los sitios de uso de productos químicos (fertilizantes).			
Personal requerido:		**Responsable de la ejecución**	
• Oficial de construcción. • Auxiliar de construcción. • Ingeniero agrónomo. • Interventor ambiental.		• Ingeniero agrónomo. • Interventor ambiental del proyecto. • Profesional social.	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Generar acciones de sensibilización entorno a la preservación, restauración y los usos sostenibles del suelo dentro del área de influencia socioeconómica y cultural del proyecto, en el marco del cumplimiento de la política para la gestión sostenible del suelo, elaborada por el ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.	**Porcentaje de ejecución de encuentros** $\mathrm{PE}(\%) = \frac{ER}{EP} * 100$ PE: porcentaje de ejecución de encuentros programados ER: encuentros realizados EP: encuentros programados	90%	Mensual (durante la etapa de construcción)

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos del encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de participantes del encuentro participativo	75%	En cada encuentro participativo
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria NyRA: Número de los asistentes NyRC: Número de las personas convocadas	60%	En cada encuentro participativo

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
	Eficacia de la capacitación $AE(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación AAE: actores capacitados que aprueban sistema de evaluación AC: actores capacitados	80%	Una vez al culminar los talleres y ejercicios prácticos
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	**Proporción de suelo Almacenado** $PVSA(\%) = \frac{VSA}{VSD} * 100\%$ $PVSA$: Porcentaje de suelo Almacenado VSA: Volumen de suelo almacenado VSD: Volumen de suelo descapotado	90%	Bimensual en la fase de construcción.
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	**Manejo de las zonas de almacenamiento** $PSAM = \frac{NSAM}{NSA} * 100\%$ $PSAM$: Porcentaje de sitios de almacenamiento que cumplen los procedimientos establecidos $NSAM$: Número de sitios de almacenamiento	100%	Bimensual en la fase de construcción.

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
	que cumplen con los procedimientos establecidos NSA: Número total de sitios de almacenamiento		
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	**Porcentaje de suelo aprovechado** $PVSU = \frac{VSU}{VSA} * 100\%$ $PVSU$: Porcentaje material orgánico aprovechado en revegetalización VSU: Volumen material orgánico aprovechado en revegetalización VSA: Volumen de suelo almacenado	75%	Bimensual en la fase de construcción.
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento en de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Mide la efectividad del programa de revegetalización en términos de área exitosamente establecida $EAR\ (\%) = \frac{ARE}{ARV} * 100\%$ $EAR\ (\%)$: Porcentaje de área efectivamente revegetalizada	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
	ARE: Área revegetalizada *ARV:* Área total que requiere revegetalización		
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Porcentaje de supervivencia del material vegetal plantado:** Mide la supervivencia o prendimiento del material vegetal sembrado. $\text{PSMP} = \left(\frac{\text{NPS}}{NPE}\right) \times 100$ *PSMP:* Porcentaje de supervivencia del material vegetal plantado *NPE:* Número de plantas sembradas. *NPS:* Número de plantas que sobrevivieron.	70%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería y un mes después una visita de verificación, para dos visitas en total.
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Para plantas macolladoras (braquiaria y pasto vetiver) mide el éxito del establecimiento en campo. $DP = \frac{Macollas}{A}$ *DP:* Densidad de plantas (macollas)	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo			PMA-MF 03
	Macollas: Número de plantas *A:* Área de taludes llenos y zonas a empradizar; expresada en m².		

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Acopio temporal y disposición del material vegetal y el horizonte A proveniente del descapote.												
Proceso de revegetalización del área de taludes												
Talleres con la comunidad												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Monitoreo y mantenimiento de las áreas revegetalizadas										
Consulta de la normatividad vigente para el manejo del suelo y los usos del suelo										
Monitoreo de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Agronomía	Mes	4.7	0,4	6,590,015	12,389,228
Dos oficiales de construcción	Mes	3	1	4,118,759	24,712,556
Seis ayudantes de construcción	Mes	3	1	1,647,504	29,655,068
Obrero raso	Mes	0.8	1	1,647,504	1,318,003
Análisis físico químicos de suelo	Unidad	30	-	400,000	12,000,000
Análisis microbiológico del suelo	Unidad	30	-	80,000	2,400,000

Programa de Manejo del Suelo y el Uso del Suelo					PMA-MF 03
Fertilizante NPK 15-15-15 (bulto x 50Kg)	Unidad	96	-	95,000	9,120,000
Cal Dolomita y/o Magnesiana (bulto x 50Kg)	Unidad	982	-	16,500	16,203,000
Fertilizante Elementos Menores (bulto x 40Kg)	Unidad	32	-	100,000	3,200,000
Gallinaza (bulto x 40Kg)	Unidad	189	-	15,000	2,835,000
Hidro-retenedor (Bolsa x 1KG)	Unidad	293	-	30,600	8,965,800
Micorrizas (bulto x 40Kg)	Unidad	200	-	40,800	8,160,000
Semilla (Brachiaria decumbens) (bolsa x 1 Kg)	Unidad	32	-	36,000	1,152,000
Esquejes de Vetiver	Unidad	114,405	-	90	10,296,450
Arbustos	Unidad	2,219	-	5,000	11,095,000
Talleres con la comunidad	Taller	16	-	1,250,000	20,000,000
Feria de innovación	Unidad	1		5,000,000	5,000,000
Costo total sin IVA					**178,502,106**

10.1.1.4 Programa de Manejo de Obras de Cruce en los Cuerpos de Agua

Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua			**PMA-MF-04**	
Objetivo general				
Mitigar los impactos generados por la construcción de obras civiles sobre cuerpos de agua del área de influencia del proyecto y la afectación generada por el descole de aguas superficiales.				
Metas				
• Mitigar las afectaciones generadas por la construcción de las obras civiles del proyecto, sobre el curso del río Cocorná y sus tributarios. • Prevenir la degradación y erosión causada por el descole de aguas superficiales • Prevenir y controlar los procesos de erosión, socavación de orillas y generación de procesos de remoción en masa que se puedan generar por la construcción del proyecto • Evitar alteraciones mayores e irreversibles en el ambiente, ocasionado por la construcción del azud y los cruces de la tubería de presión con cuerpos de agua.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua (-) • Alteración en la dinámica fluvial • Alteración hábitats acuáticos (-) • Alteración de las comunidades hidrobiológicas (-) • Afectación a los corredores biológicos acuáticos (-) • Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Materiales de construcción • Puente tipo cercha • Maquinaria pesada				
Lugar de aplicación				

Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua	PMA-MF-04
Área de influencia del proyecto: sitio para la construcción del azud, tubería de presión, sitio de descarga del caudal turbinado al río Cocorná, sitios de descarga de aguas residuales a cuerpos de agua y vía de acceso al sector de casa de máquinas.	
Población a beneficiar	
Habitantes del área de influencia y fauna acuática	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Cruce del río Cocorná (construcción de la captación)	
• Para la realización de las obras correspondientes al azud, la captación y el desarenador es necesario hacer un manejo del río y sus crecientes durante el período de construcción de dichas obras. La construcción de la ataguía, canales y desarenadores, implican la ocupación temporal del cauce con materiales de construcción. Para estas actividades se deberá realizar un manejo ordenado, con las cantidades necesarias de material, en los tiempos programados, con el fin de no generar sobrecargas de material en la zona, que puedan ser susceptibles de ser arrastrados en cualquier creciente del río. • Está prohibido arrojar material de construcción o excavación a la corriente del cauce. Esto puede generar acumulaciones, represamiento de agua y desbordamiento con arrastres del material acumulado. • Se deberán instalar barreras físicas (como sarán y polisombra) y/o jarillones en roca, en los lugares susceptibles de generar material que pueda llegar a causar interferencia con el cauce y cambiar sus características iniciales. • Al finalizar la construcción de las obras de cruce, se deberá proceder con el empradizado de las áreas que han quedado expuestas. (Ver PMA-MF-03 Manejo y uso del suelo). • La construcción de las obras de desviación del río y de captación del proyecto deberán realizarse en épocas de estiaje, cuando los caudales se encuentren en niveles bajos, con el fin de evitar los riesgos ambientales y humanos que por dichas obras se puedan generar. • Solo se permite sobre el río el cruce de la maquinaria que por motivos constructivos deba llegar hasta la captación, y se prohíbe el cruce de cualquier otro tipo de vehículos, el almacenamiento del material en las orillas o en el mismo cauce, y actividades de mantenimiento o reparación dentro del cauce.	
2. Obras en zona de influencia de drenajes permanentes e intermitentes	
• Se realizarán obras de encauzamiento en drenajes preferenciales de lluvia, de carácter intermitente, que existan o se conformen entorno a las obras como taludes y zonas de depósito. • Obras de evacuación en tubería circular o box culvert: se realizará en los sitios que coinciden drenajes, buscando garantizar la evacuación de las aguas y la continuidad ecológica de las mismas.	

Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua	PMA-MF-04

- Los descoles de estas obras de evacuación y conducción de aguas superficiales se deberán llevar a desaguar a corrientes naturales cercanas. Los descoles deben construirse en sacos de suelo cemento, piedra pegada, concreto.
- Se deberá incluir en los canales artificiales de descole, un escalonamiento que permita reducir la velocidad del agua antes de llegar a un cauce. Lo anterior, con el fin de evitar la socavación generada por el impacto del agua en las paredes del canal receptor.
- Se deberá verificar frecuentemente la efectividad de las obras de recolección y evacuación de aguas lluvias para evitar que se generen procesos erosivos y de desestabilización de laderas por el mal manejo de las aguas colectadas.

3. Recomendaciones generales

- Mantener registro fotográfico antes, durante y después de las actividades de manejo de cruces, para evidenciar el cumplimiento de las actividades y acciones tomadas, durante el desarrollo del proyecto.
- Una vez terminada la construcción de cada obra de cruce debe llevarse a cabo un proceso de limpieza final, desocupando el cauce de cualquier material, residuo o escombro que pueda obstruir el flujo normal de la corriente.
- Para la desviación del cauce en captación y de los afluentes que sean afectados por la ocupación de cauces, se deberán implementar estructuras temporales que impidan posibles inundaciones, procesos erosivos y alteración en el arrastre de sedimentos debido al cambio de la dinámica del cuerpo de agua.
- El material sobrante producto de las excavaciones se deberá disponer en el sitio definido para tal propósito.

Mecanismos y estrategias participativas

- Todo lo contenido en el plan de manejo de seguimiento al estado de infraestructura pública y privada PMA-MS-03

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra • Profesional civil • Profesional geólogo/ geotecnista	• Profesional Ambiental • Profesional Civil

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Mitigar las afectaciones generadas por la construcción de obras civiles del proyecto, sobre cuerpos de agua.	**Cumplimiento en el correcto manejo de obras en los cuerpos de agua** $PCACMOI(\%) = \frac{X_{CM}}{X_{TI}} * 100$ $PCACMOI$: Porcentaje de cuerpos de agua con un correcto manejo de las obras de intervención.	100%	Mensual durante la etapa de construcción

Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua			PMA-MF-04
	X_{CM}: Número de cuerpos de agua libres de residuos o materiales de construcción en los tramos de intervención X_{TI}: Número total de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto.		
Verificar la capacidad hidráulica de las afluentes en los cruces de cuerpos de agua teniendo en cuenta el estudio hidrológico	**Cumplimiento de la capacidad hidráulica de acuerdo al estudio hidrológico** $PCACHEH(\%) = \frac{X_{CC}}{X_{TI}} * 100$ $PCACHEH$: Porcentaje de cruce de cuerpos de agua que cumplen con la capacidad hidráulica de acuerdo al estudio hidrológico X_{CC}: Número de cruces de cuerpos de agua que superan de la cota de inundación teniendo en cuenta el estudio hidrológico y la modelación hidráulica con las obras a implementar. X_{TI}: Número total de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto.	100%	Previo a la construcción y después de realizado el cruce de la obra sobre el cuerpo de agua.
Prevenir la degradación y erosión causada por el drenaje de aguas de escorrentía.	**Verificación del mantenimiento a estructuras para el manejo de escorrentía** $PMECER(\%) = \frac{NMECER}{NMECEP} * 100$ $PMECER$: Porcentaje de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía realizados. $NMECER$: Número de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía realizados.	80%	Semanal durante la etapa de construcción

Programa de Manejo de Obras de Cruce de Cuerpos de Agua		PMA-MF-04
	$NMECEP$: Número de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía programados.	

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Construcción de obras de cruce de cuerpos de agua sobre el río Cocorná												
Construcción de obras de cruce de cuerpos de agua sobre la línea de presión y las vías de acceso												
Control de flujos y drenajes preferentes e intermitentes en área de las obras o cerca de ellas												

Costos estimados de ejecución

Estos costos se incluyen en el presupuesto de construcción del proyecto

10.1.1.5 Programa de Manejo del Tránsito Vehicular

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular			**PMA-MF 05**	
Objetivo general				
Evitar y reducir las posibles incidencias del flujo vehicular y el uso de maquinaria que se puedan generar en la etapa de construcción, operación y en el desmantelamiento y abandono, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.				
Metas				
• Evitar accidentes de tránsito en las vías del proyecto • Disponer señales de tránsito para regular el tráfico de peatones y automotores • Establecer reglas de tránsito para todas las vías que sean usadas por el proyecto y los vehículos y maquinaria que las transitan. • Socializar a los actores claves del área de influencia los impactos y medidas de manejo respecto al tránsito y la movilidad				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración al tránsito y movilidad (motorizado y no motorizado) (-) • Cambio en los niveles de ruido ambiental (-) • Alteración en los niveles de contaminación atmosférica (-) • Generación de expectativas (-) • Afectación a la estructura pública y privada (-) • Molestias a la comunidad (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Avisos y señales • Material didáctico				
Lugar de aplicación				
Vía Ramal Cocorná, vía vereda La Placeta y vía vereda los Cedros				
Población a beneficiar				

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular	PMA-MF 05
Habitantes del área de influencia, personal del proyecto, fauna local	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Manejo de tránsito asociado al proyecto	
• Dentro de las instalaciones del proyecto y las vías de acceso, la velocidad máxima permitida será de 30 km/h de manera que se minimice la resuspensión de material particulado y se eviten accidentes de tránsito. • Se definirán horarios de tránsito de vehículos y maquinaria asociada al proyecto, dentro de las instalaciones de este y sus alrededores, de manera que se tenga en cuenta los horarios de descanso de la comunidad del área de influencia del proyecto. • Todos los vehículos asociados al proyecto deben contar con su respectivo kit de prevención vial (llanta de repuesto, extintor, conos retro-reflectivos, kit de primeros auxilios, kit de herramientas básico, linterna, gato hidráulico, tacos de bloqueo, etc.) y toda la documentación reglamentaria y vigente (SOAT, certificados de revisión técnico-mecánico y de emisión de gases) que será revisada de forma periódica y al ingreso de cada vehículo a la obra. • Se dispondrá de alarma de reversa y de sistema preventivo de luces en la maquinaria y vehículos asignados al proyecto, en cumplimiento de las normas de seguridad vial vigentes. • Está prohibido el transporte de personal en vehículos no autorizados para este fin, tales como maquinaria o vehículos de transporte de materiales. • Está prohibido la movilización y operación de vehículos y maquinaria si su conductor u operario se encuentra en estado de embriaguez o bajo efectos de sustancias psicoactivas, de acuerdo con la normatividad colombiana vigente. • El transporte de materiales será realizado únicamente en los vehículos destinados para este fin, cumpliendo con la reglamentación vigente (Resolución 472 de 2017) y lo dicho en el Programa de Manejo de la Calidad del Aire (PMA-MF-01). • Está prohibido el tránsito de maquinaría de orugas por la autopista Medellín – Bogotá y vías pavimentadas. El desplazamiento se debe realizar en vehículo adaptado para el transporte de este tipo de maquinaria.	
2. Educación vial y prevención de accidentes	
• Se deberán implementar campañas de prevención de accidentes de tránsito, a nivel interno y con la comunidad cercana a las obras del proyecto. • Se diseñará y distribuirá material informativo (afiches, plegables, volantes) relacionado con el manejo de tránsito en el proyecto y el uso de vías, cierres totales o parciales, así como reflexiones sobre los riesgos de la movilidad y medidas de prevención. • Se realizarán actividades pedagógicas de formación y educación vial en instituciones educativas y organizaciones comunitarias, ubicadas en el área de influencia del proyecto, especialmente en los centros educativos rurales La Placeta, Mazotes y Los Cedros que se encuentran cercanos a vías que serán utilizadas por el proyecto. • Se realizarán reuniones informativas con las juntas de acción comunal, comunidad educativa y propietarios los predios intervenidos por el proyecto a fin de concertar medidas de manejo del tránsito y la movilidad, de acuerdo con las disposiciones del	

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular	PMA-MF 05

plan de monitoreo y seguimiento PMS-MS-01 Programa de información, participación comunitaria y fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia. En estas se concertarán elementos que mitiguen los impactos de la construcción y adecuación de vías, tránsito y movilidad tales como señalización, obras que mitiguen el ruido y material particulado especialmente en zonas residenciales y Centros Educativos Rurales.

- Se deberán direccionar quejas y reclamos de la comunidad, relacionadas con el tránsito de vehículos y maquinaria, a través de la oficina de atención a la comunidad que dispondrá el proyecto en el área de influencia. A través de ella y con el apoyo de los profesionales ambiental y social del proyecto, se buscará dar una respuesta ágil y favorable a los intereses de ambas partes. Las directrices para la orientación de inconformidades con el proyecto se describen en la ficha de manejo PMA-MS-01 en la actividad correspondiente a la“Atención y gestión de PQRS”.

3. Manejo del tránsito en las vías del área de intervención del proyecto

El área de influencia del proyecto PCH Cocorná III se encuentra en zona rural del municipio de Cocorná en las siguientes veredas: San Vicente, La Placeta, Mazotes, El Tesoro, Las Mercedes, San José, Los Cedros, La Milagrosa, San Miguel y Montañita, en donde se realizará el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) de acuerdo con los lineamientos planteados en el Manual de Señalización del INVIAS (2015).

El objetivo de PMT es mitigar la afectación generada por las actividades del proyecto de tal forma que el tránsito de los usuarios de la vía se realice con seguridad y agilidad.

El plan se implementará con anticipación al inicio de las obras y puede ser modificado en el tiempo, de acuerdo con los distintos estados de avance de éstas y los ajustes que se realicen teniendo en cuenta el monitoreo de la efectividad del funcionamiento de las medidas del plan.

Como principales actividades se incluyen la instalación de señalización preventiva y la disposición de auxiliares de tránsito para detener la circulación de vehículos cuando haya situaciones que lo ameriten y dar continuidad cuando no se presenten riegos para habitantes de la zona, trabajadores del proyecto y vehículos que transiten por las vías.

Los auxiliares de tránsito deben cumplir con los siguientes requisitos.

- Como mínimo debe haber terminado estudios de primaria
- Haber realizado la capacitación de Auxiliar de Tránsito y contar con su respectivo certificado.
- Presentar adecuada condición física de acuerdo a las labores propias.
- Tener aptitud adecuada de comportamiento
- Sentido de responsabilidad por la seguridad y capacidad de reconocer situaciones peligrosas.

Los auxiliares utilizarán la indumentaria de seguridad de acuerdo con el Manual de Señalización Vial del INVIAS.

De acuerdo al manual de señalización del INVIAS, en la Figura 10-6 se presentan los esquemas con las señalizaciones verticales a implementar sobre la vía Ramal de Cocorná a la altura de la vía de acceso a la vereda La Placeta durante el tiempo que se realicen las obras de construcción para la zona de captación.

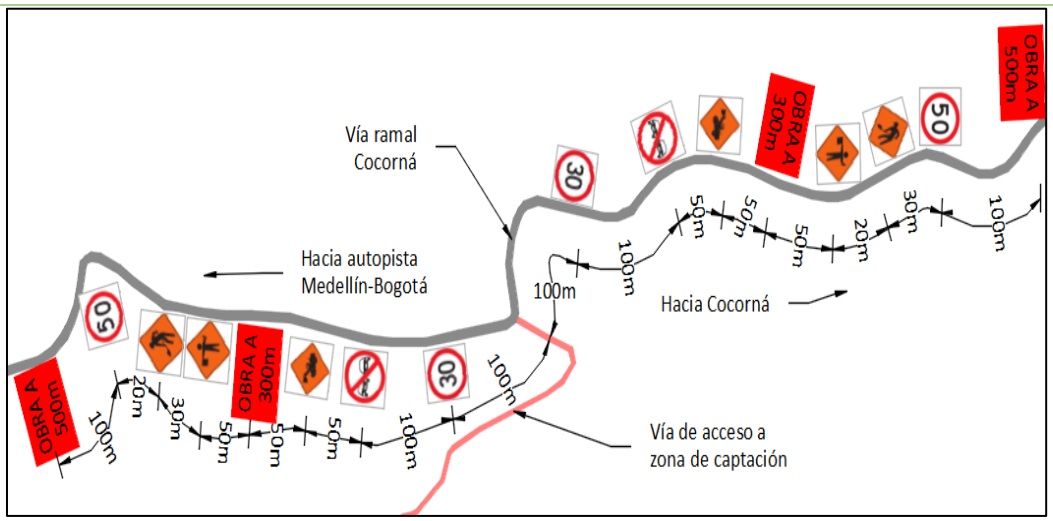


Figura 10-6. Esquema de señalización vertical en el ramal de Cocorná a 3,3 km de la autopista Medellín-Bogotá

Además, sobre la vía terciaria La Placeta, vía de acceso a la zona de captación, se encuentra la escuela La Placeta. En este sector se deberán implementar reductores de velocidad o resaltos y señalización para la circulación de los vehículos del proyecto. Así mimo, se construirá un tramo nuevo de vía de 238 m de longitud y 4,5 m de ancho. Actualmente la vía que será usada para ingresar al área de captación, atraviesa por la mitad de la cancha del Centro Educativo Rural de la vereda La Placeta, representando un gran riesgo de atropellamiento para los niños. Debido a lo anterior, el tramo de vía a construir por el proyecto, funcionará como variante pasando totalmente por fuera de la escuela (ver Figura 10-7), reduciendo casi en su totalidad los riesgos de los estudiantes por el tránsito vehicular del proyecto.

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular	PMA-MF 05

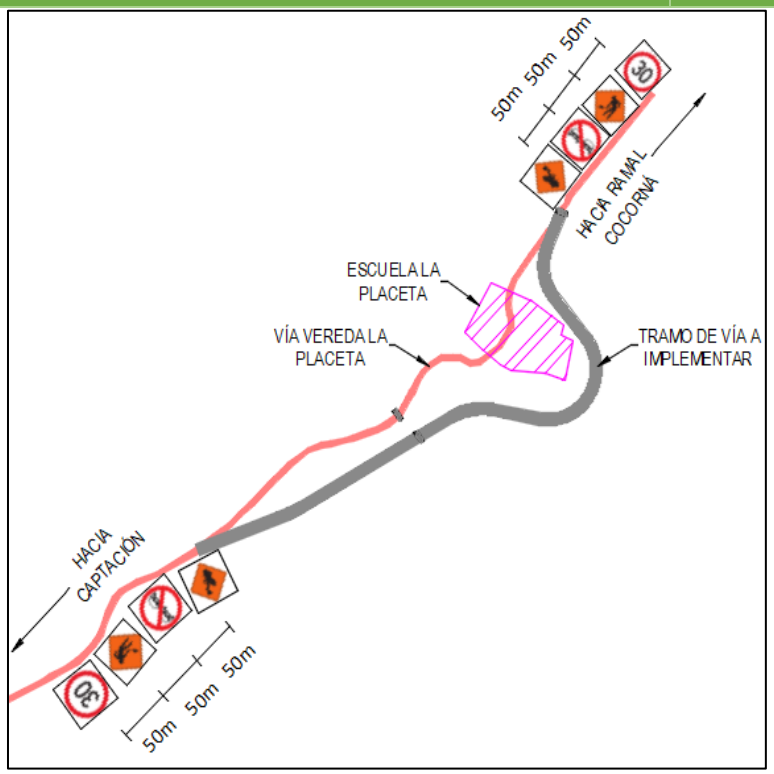


Figura 10-7. Esquema de señalización vertical en la vía La Placeta sector escuela

El nuevo tramo de vía a construir, además de evitar gran parte de los impactos que se pueden presentar en la fase constructiva, principalmente sobre la comunidad educativa de la escuela; mejorará la infraestructura vial de la vereda La Placeta, ya que dicha vía podrá ser usada por la toda la comunidad una vez su construcción esté finalizada.

El esquema de señalización vial vertical, desviando el tránsito vehicular de la zona escolar se presenta en la Figura 10-8.

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular	PMA-MF 05

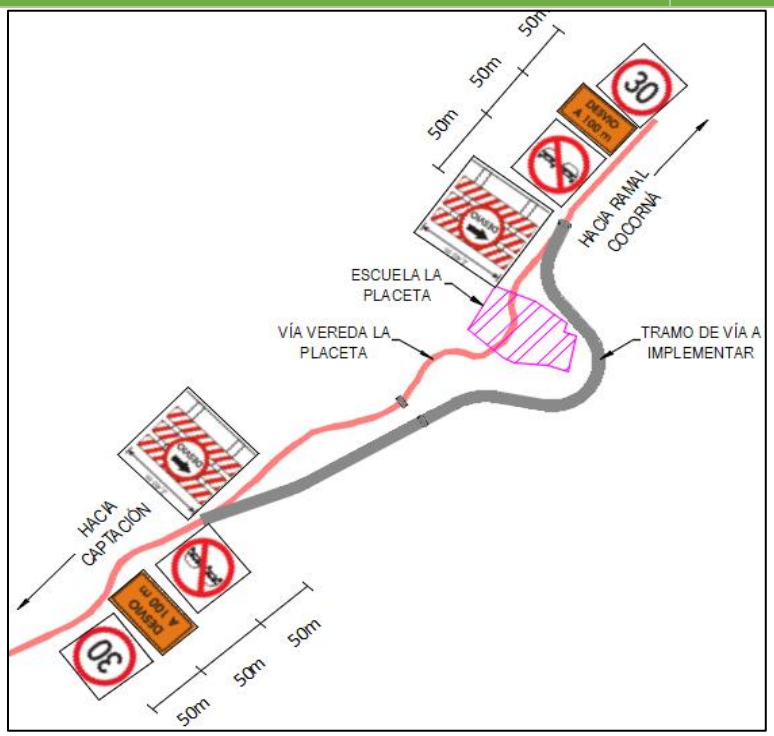


Figura 10-8. Esquema de señalización vertical en la vía La Placeta sector escuela

Finalmente se presenta en la Figura 10-9 la señalización vertical típica para las vías terciarias que se va a utilizar, ubicadas en la vereda La Placeta (sector de captación) y la vereda Los Cedros (antes de la construcción de la vía de acceso al sector de casa de máquinas).

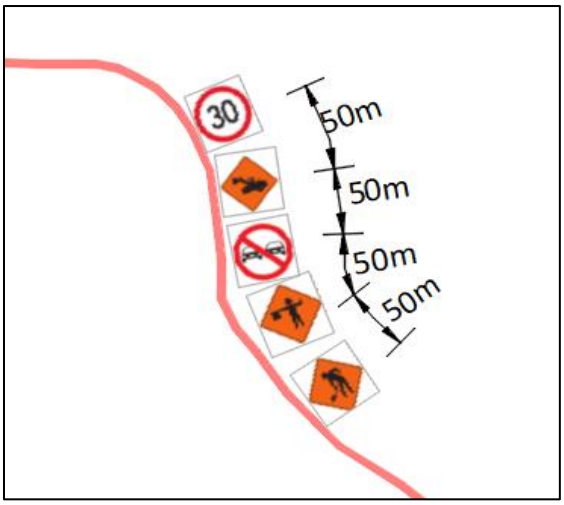


Figura 10-9. Esquema de señalización típica en el sector de captación y casa de máquinas

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular			PMA-MF 05
• Todas las señalizaciones serán retro-reflectivas de manera que sean visibles en las horas nocturnas y/o de baja luminosidad al ser iluminadas por las luces de los vehículos.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Concertación con el Centro Educativo Rural de La Placeta los horarios de tránsito de materiales y equipos, así como las fechas y horarios de construcción del tramo de vía nueva que pasa por un lado de la escuela. • Socialización a la comunidad del Plan de Manejo de Tránsito			
Personal requerido:		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra • Profesional civil • Profesional geólogo/ geotecnista • Profesional social		• Profesional social • Profesional ambiental	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Establecer reglas de tránsito en todas las vías que sean usadas por el proyecto y los vehículos y maquinaria que las transitan	**Vehículos con requisitos operativos** $RqOp(\%) = \frac{VRqOp}{VOp} * 100\%$ $RqOp$: Porcentaje de vehículos con cumplimiento de requisitos operativos $VRqOp$: Vehículos con cumplimiento de requisitos operativos VOp: Vehículos en operación	100%	Mensual durante construcción
Disponer señales de tránsito para regular el tráfico de peatones y automotores	**Señalización de vías** $S(\%) = \frac{VS}{VU} * 100\%$ S: Porcentaje de señalización de vías VS: Vías señalizadas VU: Vías usadas por el proyecto	100%	Mensual durante construcción
Evitar accidentes de tránsito en las vías del proyecto	**Actividades de prevención de accidentes** $ActPAc(\%) = \frac{ActEJ}{ActPr} * 100\%$	100%	Mensual durante construcción

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular			PMA-MF 05
	$ActPAc$: Porcentaje de actividades de prevención de accidentes $ActEJ$: Actividades de prevención de accidentes ejecutadas $ActPr$: Actividades de prevención de accidentes programadas		
Evitar accidentes de tránsito en las vías del proyecto.	**Accidentes viales** $NDSAV = \frac{NDT - NDCAV}{NDT} * 100\%$ $NDSAV$= Porcentaje del número de días trabajados sin accidentes viales NDT= Número de días trabajados $NDCAV$= Número de días que se presentó accidentes viales	100%	Diaria durante construcción

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Manejo de tránsito												
Señalización												
Educación vial y prevención de accidentes												
Reuniones de concertación e informativas con comunidad, propietarios y comunidad educativa												

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional en Ingeniería Civil	Mes	24	0,08	6.590.015	12.652.829
Auxiliar de Tránsito	Mes	24	1	1.647.504	39.540.090
Señalización vial	Global	1	-	5.000.000	5.000.000

Programa de Manejo del Tránsito Vehicular					PMA-MF 05
Avisos	Global	1	-	2.000.000	2.000.000
Campañas de educación vial y prevención accidentes	Unidad	4	-	2.000.000	8.000.000
Diseño e impresión de material didáctico: volantes, plegables, afiches	Global	1	-	1.500.000	1.500.000
Costo total sin IVA					**68.692.919**

10.1.1.6 Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación

Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación			**PMA-MF-06**	
Objetivo general				
Evitar y/o mitigar los impactos producidos por la disposición de los materiales sobrantes de las excavaciones; provenientes de las diferentes actividades de construcción del proyecto.				
Metas				
• Disponer adecuadamente el material sobrante producto de las excavaciones • Realizar un manejo adecuado a los sitios de disposición teniendo en cuenta sus características y recomendaciones técnicas				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Cambio en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo (-). • Alteraciones en los niveles de contaminación atmosférica (-) • Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua (-) • Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Materiales y herramientas para la construcción de puntos de acopio temporal y final de material sobrante de excavaciones • Maquinaria (la misma utilizada en la fase de construcción) • Avisos y señales				
Lugar de aplicación				
Zonas de depósito de materiales sobrantes de excavaciones				
Población a beneficiar				
Habitantes del área de influencia, personal del proyecto.				
Procedimiento de desarrollo				
Actividades y medidas de manejo ambiental				

Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación	PMA-MF-06

1. Implementación de Zonas de Depósito de Material Sobrante de Excavaciones (ZODMES)

- Para la PCH Cocorná III se encontraron 6 zonas potenciales para la disposición del material sobrante producto de las excavaciones, que cuentan con una capacidad de 151.420 m³, cantidad suficiente para almacenar el material sobrante de excavación del proyecto que está estimado en 50.000m³
- Los depósitos están ubicados estratégicamente en zonas aledañas a las obras para disminuir los tiempos de recorrido del transporte de material y la intervención del área del proyecto con la construcción de vías para el acceso a los ZODMES. En la Figura 10-10 se puede ver un esquema en perfil de la relación entre el terreno natural y el terreno a implementar para las ZODMES. Para mayor detalle ver los planos COC3-PL-ZOD en el Anexo 2 y el Capítulo 3 de Descripción del Proyecto.

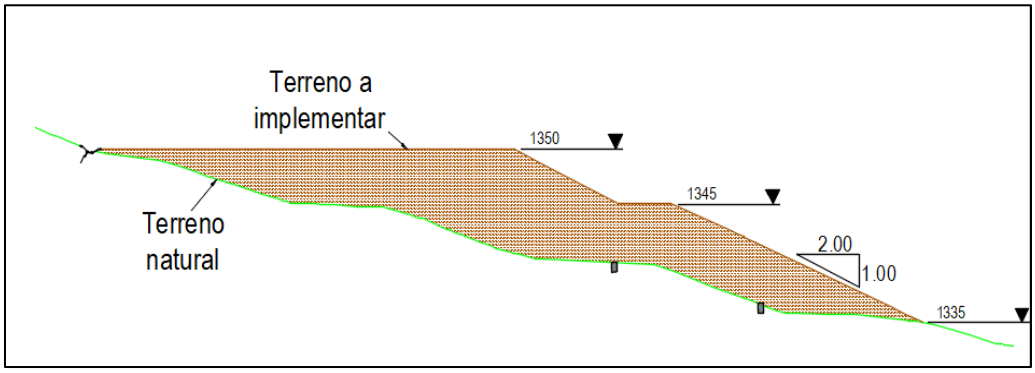


Figura 10-10. Conformación de las zonas de material sobrante de excavación

2. Manejo de Zonas de Depósito de Material Sobrante de Excavaciones

- Se capacitarán los operarios encargados de la disposición de dichos materiales, en la metodología correcta para realizar estos procedimientos.
- Se delimitará con cinta de precaución o sarán las zonas que se van a intervenir, ya sea para el transporte de material, realizar excavaciones o hacer la conformación de las zonas depósitos.
- Para transportar los materiales, los vehículos de transporte deberán cumplir con lo establecido en el programa de manejo de la calidad del aire (PMA-MF-01).
- Previo al inicio de la operación se realizará la remoción de la cobertura vegetal de acuerdo con el programa de aprovechamiento forestal (PMA-MB-01) y el retiro de la capa de material orgánico superficial del suelo, este material se almacenará de forma adecuada para su posterior utilización (PMA-MF-03 Programa de Manejo y uso del suelo).
- Una vez construida la fundación de cada depósito, se colocarán filtros en forma de espina de pescado, conformado por material granular seleccionado envuelto en geotextil no tejido; los filtros también se colocarán sobre los cauces de corrientes menores o desagües naturales no permanentes que quedarán cubiertos, y por donde se espera que corran aguas de infiltración. El agua recolectada será conducida hasta la corriente más próxima por medio de un descole en tubería o canal en tierra.

Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación	PMA-MF-06
• La estabilización de la base (pata) de los taludes de los depósitos, se realizará previo a la iniciación del lleno y a la colocación de los materiales comunes, con el fin de prevenir procesos de inestabilidad. Durante el lleno se continuará con la estabilización y se verificará la eficiencia de la estabilización en la base. • La conformación de los depósitos se llevará a cabo formando terrazas, y compactando el material con la maquinaria utilizada para el extendido y conformación; para la compactación deberá darse aproximadamente cuatro pasadas de un buldócer D-6 o equivalente, en capas uniformes con espesores máximos de 0,30 m después de compactadas, y deberá zonificarse mediante la colocación de una capa de materiales pétreos en la base, a manera de drenaje, y con los materiales de menor calidad hacia el centro del lleno, para conformar las caras con los mejores materiales, es decir, el material rocoso extraído de las excavaciones. Esto permitirá conformarlos con pendientes promedio de 2H: 1V. • Cada 10 m de altura deberán conformarse bermas intermedias de 5 m de ancho con una pendiente mínima del 2% hacia el exterior, deberá construirse una cuneta interna (contra el talud) en sacos de suelo cemento, que recoja las aguas de escorrentía provenientes del talud y las lleve a la corriente de agua más cercana. • Los fragmentos de roca de mayor tamaño deberán situarse hacia la parte externa del depósito de forma que sirvan de protección definitiva de los taludes, el material más fino deberá quedar ubicado hacia la parte interior del depósito. • Durante la operación de las zonas de depósito se conformarán cunetas externas en tierra, que permiten la evacuación rápida de las aguas de escorrentía y evitan la contaminación de las aguas superficiales con sedimentos. • Al finalizar la operación de los depósitos, se procederá a la construcción de los canales perimetrales y cunetas internas del depósito; posteriormente, se realizará la revegetalización del depósito como se indica en el PMA-MF-03 Programa de Manejo y uso del Suelo. • Con el fin de retener el arrastre de sedimentos durante las lluvias, en las caras de los taludes de las zonas de los depósitos, se construyen trinchos de bajo porte en madera y geotextil, en varias hileras siguiendo las curvas de nivel para que se permita el paso del agua de escorrentía y se retengan los sedimentos, en casos especiales se construyen estructuras en gaviones. • En los planos anexos PL-DEP-01-02-03-04-05-06 (Anexo 2) se presenta la localización y la conformación de los sitios dispuesto para la colocación de los materiales inertes provenientes de las excavaciones.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Avisos y señalización en los sitios de acopio	
Personal requerido:	**Responsable de la ejecución**
• Profesional ambiental • Profesional civil • Personal operativo de construcción	• Profesional Ambiental. • Profesional civil

Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación			PMA-MF-06
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Disponer adecuadamente el 100% del material sobrante de excavación	**Tierra dispuesta en zonas de depósito** $$PTDIS\ (\%) = \frac{VTDIS}{VTEX} * 100$$ $PTDIS$: Porcentaje de tierra dispuesta en zonas de depósito. $VTDIS$: Volumen de tierra dispuesta en zonas de depósito. $VTEX$: Volumen total de tierra extraída y sobrante.	100%	Mensual, durante construcción
Manejar adecuadamente el 100% de las zonas de almacenamiento de materiales sobrantes de excavación	**Manejo de las zonas de almacenamiento** $$PZAMALE\ (\%) = \frac{ZACLE}{ZAT} * 100$$ $PZAMALE$: Porcentaje de zonas de almacenamiento manejados según los lineamientos establecidos. $ZACLE$: Número de zonas de almacenamiento que cumplen con los lineamientos establecidos. ZAT: Número total de zonas de almacenamiento.	100%	Mensual, durante construcción

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**
Delimitación de las áreas de intervención												
Disposición de residuos de excavación en zonas de depósito												
Manejar adecuadamente el 100% de las zonas de almacenamiento de materiales sobrantes de excavación												

Costos estimados de ejecución

Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación	PMA-MF-06
Estos costos se incluyen en el presupuesto de construcción del proyecto	

10.1.1.7 Programa de Manejo del Recurso Hídrico

Programa de Manejo del Recurso Hídrico			**PMA-MF-07**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar los impactos ocasionados por la reducción de la oferta hídrica en el área de influencia del proyecto.				
Metas				
• Garantizar el caudal ambiental necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio. • Realizar seguimiento al consumo de agua en las actividades del proyecto para verificar el cumplimiento del caudal concesionado. • Evitar el consumo ineficiente de agua en las actividades del proyecto. • Mitigar el impacto generado por la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico, por medio de la reforestación de las rondas hídricas de cuerpos de aguas afluentes al río Cocorná en el tramo con caudal reducido.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
			Potenciación	
• Oferta hídrica • Dilución de vertimientos • Recreación, turismo y apreciación del paisaje	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Cambio en la disponibilidad del agua superficial (-) • Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua (-) • Alteración en la dinámica fluvial (-) • Alteración de hábitats acuáticos (-) • Alteración de las comunidades hidrobiológicas (-) • Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
Sistemas de monitoreo de caudal Estructuras hidráulicas Recursos audiovisuales, material impreso y avisos				
Lugar de aplicación				

Programa de Manejo del Recurso Hídrico	PMA-MF-07
Zona de captación y de casa de máquinas, tramo de caudal reducido, frentes de obra, plantas de concreto, zonas de lavado y mantenimiento de vehículos y maquinaria, rondas hídricas de los afluentes del río Cocorná.	
Población a beneficiar	
Habitantes del área de influencia y ecosistemas acuáticos	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua – PUEAA – (Fases de construcción y operación)	
El Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (el cual se encuentra en el Anexo 10_planes_programas), será implementado a partir del primer trimestre de la construcción del proyecto; con los lineamientos establecidos en el Decreto 1090 de 2018 y la Resolución 1257 de 2018, expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dicho programa incluye las siguientes estrategias: ● Se llevará registro del consumo de agua en los puntos de captación destinados para la construcción y operación del proyecto, de manera que se pueda verificar que el caudal empleado no sobrepase el caudal autorizado por la Autoridad Ambiental, lo que permitirá tomar decisiones preventivas y/o correctivas para evitar el uso indebido del recurso. En este sentido, a fin de llevar a cabo las actividades de fabricación de concretos, lavado de vehículos y riego de vías en etapa constructiva, como actividades domésticas, sistema de aire acondicionado y red contra incendios en fase operativa, el proyecto dispondrá de dos puntos de captación: el primero localizado en la quebrada Sin Nombre N°2 en zona de captación, y el segundo en la quebrada Sin Nombre N°7 en zona de casa de máquinas (tal y como se expone en el Capítulo 7. Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales). En cada uno de los puntos donde se llevarán a cabo obras de captación de agua, quebrada Sin Nombre N°2 y quebrada Sin Nombre N°7, se dispondrá de dos vertederos para la medición y control de caudal. Dos vetederos medirán las captaciones en fase operativa y dos en fase constructiva. De esta forma, se dipondrá de cuatro (4) vertederos que permitirán medir y controlar la totalidad de las concesiones para consumo de agua del proyecto. El agua captada se conducirá hacia dos tanques de almacenamiento desde los que se llevarán a cabo todos los consumos de agua del proyecto para las actividades citadas, uno localizado en zona de captación y otro ubicado en zona casa de de máquinas. Las características, memorias de cálculo y planos de detalle de los vertederos y tanques de almacenamiento en mención, pueden revisarse en el ANEXO 7.1_SOLICITUD_CONCESIONES. Así mismo, se instalarán tres medidores de agua en cada uno de los tanques de almacenamiento citados (para un total de seis (6) medidores), de manera que pueda registrase de manera independiente el consumo de agua de cada actividad en particular. Adiconalmente, se tienen tres puntos destinados para la recirculación de agua (dos correspondientes al agua residual tratada proveniente de plantas de concretos y uno del lavado de vehículos), por lo que que cada tanque de almacenamiento de agua	

Programa de Manejo del Recurso Hídrico	PMA-MF-07

residual tratada con fines de recirculación deberá contar con un medidor de agua asociado, y de esta manera se tendrían tres (3) medidores adicionales.

- Se realizarán mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas de los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento y recirculación de agua, de manera que se evite su desperdicio. Estos mantenimientos y revisiones se llevarán a cabo con una frecuencia semestral durante la etapa de construcción y de operación, a fin de realizar la medición del indicador asociado a esta actividad ("Verificación de mantenimientos y revisiones preventivas correctivas a los equipos desinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua").
- Se realizarán actividades de educación ambiental, las cuales incluirán charlas cortas, capacitaciones y actividades de concientización al personal del proyecto. Asimismo, se instalarán avisos comunicando la importancia del cuidado del agua y el desarrollo de actitudes promotoras de su uso eficiente. Estas actividades de educación ambiental se llevarán a cabo con una frecuencia semestral durante la etapa de construcción, y anualmente en fase operación, a fin de relaizar la medición del indicador asociado a esta actividad ("Trabajadores capacitados en el uso racional del agua").
- Las charlas y capacitaciones estarán orientadas a sensibilizar y educar a los trabajadores en el cuidado del agua y los temas por tratar serán: la importancia del agua; el uso que se le debe dar al agua en el proyecto; y las prácticas de uso racional y ahorro del agua. Además, se socializará la cantidad de agua concesionada por el proyecto, los equipos usados para monitorear la cantidad de agua consumida y los consumos registrados en el mes anterior.

2. Recomendaciones generales (Fase de construcción)

Las siguientes recomendaciones deberán impartirse a través de avisos (señalización), charlas periódicas y capacitaciones al personal en los frentes de obra y sitios de uso o ejecución de las actividades (Plan de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra – PMA-MS-03):

- Franjas protectoras: se deberá tener en cuenta la margen de retiro a todas las fuentes hídricas para llevar a cabo cualquier actividad del proyecto, especialmente aquellas que puedan ser temporales (almacenamiento temporal de materiales de construcción, parqueaderos, etc.).
- El lavado, reparación y mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizará en los lugares destinados y adecuados para tal fin. Queda prohibido realizar estas actividades cerca o dentro del cauce de cualquier fuente hídrica y con aguas no autorizadas para dicho uso.
- Se debe procurar la realización de las obras que intervienen el cauce del río Cocorná en periodos secos, con el fin de hacer dichas intervenciones en un tiempo menor y con menos riesgo para los trabajadores y las obras del proyecto por la ocurrencia de fuertes precipitaciones.
- Se sugiere la ejecución de la mayor parte de los trabajos de construcción por fuera del cauce y sus llanuras de inundación, se propone en lo posible trasladar elementos ya armados a los sitios destinados para la ubicación final de las obras, de tal manera que se reduzca el tiempo de intervención directa del cauce.
- En los sitios de ocupación del cauce del río Cocorná por la construcción de las obras, se deberán garantizar las medidas de prevención y mitigación para la socavación

Programa de Manejo del Recurso Hídrico	PMA-MF-07

lateral de orillas, con el fin de prevenir la desestabilización de las laderas y las geoformas próximas a los focos de erosión. Estas zonas susceptibles a la erosión deberán ser caracterizadas y localizadas en la fase de diseños de detalle, allí se deberán establecer, según el caso, las medidas pertinentes como muros de gaviones, disipadores de energía, trinchos o las medidas que se consideren más apropiadas.

- Se deberá evitar la contaminación de las corrientes con materiales de obra, escombros, aceites, combustibles o cualquier otra sustancia contaminante. Por ningún motivo se dispondrá material de construcción o de excavaciones cerca de obras de evacuación de aguas superficiales o sobre drenajes que llegan a cuerpos de agua, ya que el aporte de sedimentos y el aumento de turbiedad podrían deteriorar las poblaciones de fauna y flora en el río.
- Con el fin de reducir las alteraciones ocasionadas por la desviación del río Cocorná en el tramo donde se construirá el azud del proyecto, deben seguirse las directrices contempladas en el Programa de Manejo de Obras de Cruce en los Cuerpos de Agua ficha PMA-MF-04.

3. Caudal ambiental y caudal de generación de energía (Fase de operación)

- El diseño del proyecto PCH Cocorná III contempla las obras que permiten garantizar el caudal ambiental en la corriente hídrica, el cual incluye en su estimación variables hidrobiológicas, de calidad fisicoquímica del agua, migración de peces, especies amenazadas o en peligro y usos que la comunidad hace del recurso en la zona, entre otros aspectos. De esta manera, se garantizará un caudal remanente en el cual se consideran los requerimientos del recurso por otros usuarios ubicados en el tramo con caudal reducido.
- El caudal ambiental promedio obtenido con la metodología de Grecco modificada (EPM, 2012) es de 3,3 m^3/s. Este caudal, con sus variaciones mensuales (ver Capítulo 5, Hidrología, sección Caudal Ambiental), deberá ser retornado al cauce del río Cocorná en el mismo sitio de captación del proyecto, para lo cual se diseñará y construirá una estructura hidráulica que garantice el retorno del caudal ambiental al río, el 100% del tiempo que la central opere.
- La estructura de salida del caudal ambiental se dotará con un dispositivo de medición de niveles por telemetría, el cual permitirá un registro horario de los caudales retornados al río. Se tendrá acceso remoto a los datos registrados en el sensor y el acceso a la información recolectada lo tendrán tanto el operador de la PCH como la Autoridad Ambiental.

  El equipo que se usa para medir el nivel de la lámina de agua en la estructura de salida del caudal ambiental funciona de la siguiente manera: un registrador de datos es ubicado en la caseta del operador de la captación, a este equipo se conecta el sensor de nivel que se intalará en la estructura de salidad del caudal ambiental. Allí el sensor genera una lectura de nivel y este dato es almacenado en el equipo registrador, que a su vez envía el dato de manera remota hasta un servidor. El operador del proyecto hidroeléctrico y la Corporación Ambiental podrán consultar los datos desde cualquier lugar o dispositivo con conexión a internet, entrando a un aplicativo web con el usuario y contraseña asignados, para ver en tiempo real los datos obtenidos por la estación de nivel. Para obtener el dato de caudal, la sección del canal donde se ubique la estación, será debidamente calibrada, obteniendo la curva de gasto con la que se calcula el caudal dependiendo del nivel en la sección. Posteriormente, con la curva de

Programa de Manejo del Recurso Hídrico	PMA-MF-07

calibración obtenida, se puede configurar el aplicativo web para obtener el dato de caudal en tiempo real de forma automática.

- Adicional al sensor por telemetría, se instalará un sistema visual de medición de niveles, el cual será usado para registrar los niveles en caso de fallo, avería y/o mantenimiento del sensor telemétrico.

4. Reforestación de rondas hídricas

Como medida ante el impacto generado por la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico, se llevará a cabo la reforestación de las rondas hídricas de los afluentes del río Cocorná en el tramo con caudal reducido. En el Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal (PMA-MB-03) se plantea que 4,5 ha del área a compensar serán destinadas para la revegetalización de las rondas hídricas y de las áreas potenciales para generar conectividad entre los fragmentos de coberturas boscosas o de vegetación natural existentes. En la Figura 10-111 se presentan las áreas potenciales a ser rehabilitadas, entre las que se encuentran los corredores hídricos.

5. Fase de desmantelamiento y abandono

Aproximadamente tres años antes de iniciar esta fase, se formularán las medidas de manejo ambiental y su respectivo cronograma, las cuales estarán orientadas principalmente a la reducción de las alteraciones ocasionadas por la desviación del río Cocorná en las operaciones de desmonte del azud, así como a los impactos que se puedan generar por el desmantelamiento de las obras de derivación y generación del proyecto. Las medidas de manejo ambiental que se formulen e implementen en esta fase, responderán a las exigencias de la normatividad ambiental vigente para la fecha.

Mecanismos y estrategias participativas

- Involucrar a la población del área de influencia en las labores de siembra y cierre de las áreas a reforestar y conservar.
- Divulgación mensual a la comunidad del área de influencia en carteleras de la central y/o página web, de los registros diarios del caudal ambiental retornado por la central.

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Profesional en ingeniería civil.	• Profesional ambiental. • Profesional en ingeniería civil.

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Garantizar el caudal ambiental necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando	**Instalación de dispositivos de medición de niveles por telemetría con medición horaria del caudal ambiental retornado al río.**	100%	Una vez en fase de construcción

Programa de Manejo del Recurso Hídrico			PMA-MF-07
además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio.	$PIDMN(\%) = \frac{DI}{DPI} * 100$ $PIDMN$: Porcentaje de instalación de dispositivos de medición de niveles por telemetría DI: Dispositivos instalados DPI: Dispositivos planeados para su instalación (un dispositivo en la estructura de salida del caudal ambiental)		
Garantizar el caudal ambiental necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio.	**Cumplimiento en el caudal ambiental** $FCAR = \frac{CAMR}{CAMA}$ $FCAR$: Fracción de caudal ambiental retornado. $CAMR$: Caudal ambiental mensual retornado. $CAMA$: Caudal ambiental mensual aprobado por la Autoridad Ambiental	Mayor o igual a uno (>=1)	Mensual en fase de operación
Realizar seguimiento al consumo de agua en las actividades del proyecto para verificar el cumplimiento del caudal concesionado.	**Instalación de medidores de caudal en obras de captación** $PIV(\%) = \frac{VI}{VPI} * 100$ PIV: Porcentaje de instalación de vertederos VI: Vertederos instalados	100%	Una vez en fase de construcción

Programa de Manejo del Recurso Hídrico			PMA-MF-07
	VPI: Vertederos planeados para su instalación (4 vertederos) Nota: Los vertederos se localizarán dentro de las obras de captación correspondietes a las quebradas Sin Nombre N°2 y N°7.		
Realizar seguimiento al consumo de agua en las actividades del proyecto para verificar el cumplimiento del caudal concesionado.	**Cumplimiento en la captación del caudal concesionado** $FCAC = \frac{CTACP}{CACAA}$ $FCAC$: Fracción del caudal de agua captada. $CTACP$: Caudal total de agua captada por el proyecto. $CACAA$: Caudal de agua concesionado por la Autoridad Ambiental.	Menor o igual a uno (<=1)	Mensual en la fase de construcción; y semestral para las concesiones domésticas en fase de operación
Evitar el consumo ineficiente de agua en las actividades del proyecto.	**Trabajadores capacitados en el uso racional del agua** $PTCMRA\ (\%) = \frac{TCMRA}{TP} * 100$ $PTCMRA$: Porcentaje de trabajadores capacitados en manejo racional del agua. $TCMRA$: Número de trabajadores capacitados en manejo racional del agua.	80%	Semestral en construcción y anual en operación

Programa de Manejo del Recurso Hídrico			PMA-MF-07
	TP: Número de trabajadores del proyecto.		
Evitar el consumo ineficiente de agua en las actividades del proyecto.	**Verificación de mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua.** $PMR\ (\%) = \frac{M_R}{M_P} * 100$ PMR: Porcentaje de mantenimiento y revisiones preventivas y correctivas realizadas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua. M_R: Mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas realizadas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua. M_P: Mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas programadas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua.	80%	Semestral en construcción y operación
Cronograma de actividades			

Programa de Manejo del Recurso Hídrico	PMA-MF-07

Bimestre Fase de Construcción

Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Instalación de medidores de consumo de agua												
Implementación del Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua												
Revisión de sistemas de captación, tratamiento distribución y/o recirculación de agua												
Capacitaciones sobre el uso racional del agua												
Instalación de medidores de caudal ambiental												

Quinquenio Fase de Operación

Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Mediciones de caudal ambiental										
Capacitaciones sobre el uso racional del agua*										
Revisión de sistemas de captación y distribución de agua para uso doméstico**										

*Las actividades de capacitación se realizarán con una frecuencia anual en etapa de operación.

**Las actividades de mantenimiento se llevarán con una frecuencia semestral en operación.

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Ambiental	Mes	24	0,2	6.590.015	31.632.072
Profesional en Ingeniería Civil	Mes	24	0,2	6.590.015	31.632.072
Dispositivos de medición de caudal	Global	1	-	20.760.000	20.760.000

Programa de Manejo del Recurso Hídrico					PMA-MF-07
ambiental (1 dispositivo para medición de niveles por telemetría y 1 dispositivo de medición visual)					
Material didáctico, avisos y señalización	Global	1	-	2.076.000	2.076.000
Costo total sin IVA				**$86.100.144**	
Nota: El costo asociado a la implementación del PUEAA se encuentra incluido dentro del presupuesto total del proyecto.					

10.1.1.8 Programa de Manejo de Sedimentos

Programa de Manejo de sedimentos				**PMA-MF-08**
Objetivo general				
Prevenir y mitigar la alteración de la dinámica natural del transporte de sedimentos del río Cocorná en el tramo de intervención del proyecto.				
Metas				
• Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido. • Adelantar una gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y en el desarenador, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y sociales con miras a no afectar la calidad del agua del río Cocorná.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
			Potenciación	
• Oferta hídrica • Dilución de vertimientos • Recreación, turismo y apreciación del paisaje	Estudios	X	Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración de la dinámica fluvial (-) • Cambio en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas del agua (-) • Alteración de hábitats acuáticos (-) • Alteración de las comunidades hidrobiológicas (-) • Alteración de actividades de aprovechamiento recreativo del río Cocorná (-) • Conflictos socioambientales (-) • Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
Sistemas de monitoreo de la concentración de sólidos suspendidos totales o turbiedad Estructuras hidráulicas Sistemas hidromecánicos				
Lugar de aplicación				
Tramo de caudal reducido, captación y zona de desarenadores.				
Población a beneficiar				

Programa de Manejo de sedimentos	PMA-MF-08
Habitantes del área de influencia y ecosistemas acuáticos	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Programa para el control de arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua (fase de construcción)	
Las obras que se llevarán a cabo para la captación principal y el azud incluyen actividades de tipo mecanizado, entre estas: ● Excavaciones a cielo abierto. ● Vaciado de concreto convencional. ● Obras de estabilización como enrocados y concretos lanzados. ● Montaje de equipos hidromecánicos y de operación de la captación. Para el manejo de material que es susceptible de erosión, como arenas y suelo removido, se dispondrá en los sitios de obra de barreras de retención para evitar su transporte por acción de la agua lluvia y la escorrentía superficial, estas actividades deberán cumplir con las medidas adoptadas en los planes de manejo para minimizar el riesgo por contaminación de aguas superficiales, y atenuar los impactos asociados con la modificación de las geoformas fluviales según lo estipulado en los programas de manejo de la Calidad del Agua, Manejo y uso del Suelo y el de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación, ver fichas PMA-MF-02, PMA-MF-03 y PMA-MF-06 respectivamente. En los sitios susceptibles a erosión del lecho como producto del incremento de velocidades y esfuerzos cortantes críticos del flujo, como corresponden a la descarga de los caudales turbinados y aguas abajo de la compuerta radial en la zona de captación, que opera como descarga de fondo, se dispondrá como medida de mitigación sendos enrocados con el objetivo de reducir la degradación del cauce, los cuales además disiparán parte de la energía del flujo.	
2. Caracterización sedimentológica del río durante crecientes (fase de estudios, construcción y operación)	
Se implementarán campañas de aforo de los caudales líquidos y sólidos del río Cocorná, con especial énfasis en los periodos de crecientes del río, en fases de estudios, construcción y durante operación. La información recolectada se usará para diseñar y ajustar las reglas de lavado del desarenador y de apertura de la compuerta de descarga de fondo del azud. Con la información registrada en la fase de estudios, se deberá estimar el tiempo que tardará el pondaje generado en captación en colmatarse cuando el proyecto entre en operación. Así mismo, se deberá estimar la frecuencia de apertura de la compuerta de descarga de fondo y el tiempo de apertura mínima para no sobrepasar con la descarga, la concentración máxima de solidos suspendidos que el río Cocorná alcanza en períodos de caudales altos. Esta información se deberá ajustar con los resultados de los muestreos en fase de construcción y operación. Adicionalmente, durante la etapa de operación se dispondrá del registro de concentración de sólidos suspendidos totales – SST, obtenido a partir de la instalación de equipos para la medición de SST o turbidez, en el área de captación, que permitan registrar los valores de concentración durante todo el tiempo de operación de la central.	

Programa de Manejo de sedimentos	PMA-MF-08

3. Manejo de sedimentos en el pondaje (fase de operación)

La captación del Proyecto genera una reducción de la velocidad del flujo aguas arriba del azud, favoreciendo el proceso de agradación en esta zona, la cual tiene un volumen total de almacenamiento de 28.610 (volumen del pondaje).

Por otro lado, por el control de operación y la vida útil de los equipos del proyecto, se requiere prevenir el ingreso a la conducción de partículas de sedimentos potencialmente abrasivas, por lo cual se requerirá preservar un área contigua a la estructura de toma con el nivel de sedimentos más bajo posible. Esta es la razón por la cual, en los diseños de las obras, se incluye un canal de aproximación acondicionado con una compuerta radial denominado “descarga de fondo” que permitirá evacuar parte del sedimento retenido en el pondaje, mediante un procedimiento denominado flushing o remoción hidráulica forzada.

El procedimiento que fue descrito con mayor detalle en el Capítulo 3. Descripción del proyecto, sección Fases y actividades del proyecto (apartado Actividades de operación, manejo de sedimentos), corresponde a una estrategia de manejo de sedimentos ampliamente utilizada en centrales a filo de agua. Esta estrategia de remoción hidráulica periódica busca aprovechar los periodos de altos caudales y carga de sedimentos, para movilizar volúmenes discretos y limitados de sedimentos y materiales de mayor tamaño acumulados en el área contigua de las estructuras de captación que puedan causar problemas en la operación de la PCH.

La compuerta radial de descarga de fondo deberá ser operada de manera sistemática controlando su apertura, de tal manera que la tasa de remoción hidráulica de sedimentos no genere aguas abajo del azud, concentraciones de sedimentos mayores a las que se presentan en los períodos de invierno y velocidades del flujo que puedan potencializar fenómenos erosivos.

La maniobra de operación requerirá un conocimiento de las magnitudes de concentración típicas del río en condiciones de invierno para diferentes condiciones hidrológicas y un seguimiento y monitoreo durante operación de la central que permita ajustar de manera progresiva los protocolos de apertura de las compuertas. Ello requerirá, la modelación del comportamiento hidráulico del cauce ligado a la posible acumulación de sedimentos durante la fase de estudios y la continuidad durante todas las fases de la caracterización de sedimentos, empleando sensores telemétricos para medición de turbidez y/o concentración de sólidos suspendidos totales- SST y aforos sólidos periódicos.

Es necesario considerar que una vez alcanzado el nivel de agradación del pondaje, este disminuye su potencial capacidad de atenuación de crecientes y de retención de sedimentos, permitiendo que las aguas altas que son las mayores responsables del transporte de sedimentos discurran por encima del azud con una alta carga de sólidos, generando continuidad del tránsito de sedimentos. La capacidad de transporte de estos caudales permitirá el tránsito hacia aguas abajo del azud de sedimentos cuyos diámetros se encuentran en el rango de limos hasta arenas y gravas finas y medias. De acuerdo con la escala Wentworth estas partículas corresponderían a tamaños entre 0,004 y 16 mm.

En la Figura 10-11 se presenta un perfil longitudinal por el eje del canal de descarga de fondo donde se muestra además del mecanismo de compuerta radial, el enrocado para proteger el lecho del río.

Programa de Manejo de sedimentos	PMA-MF-08

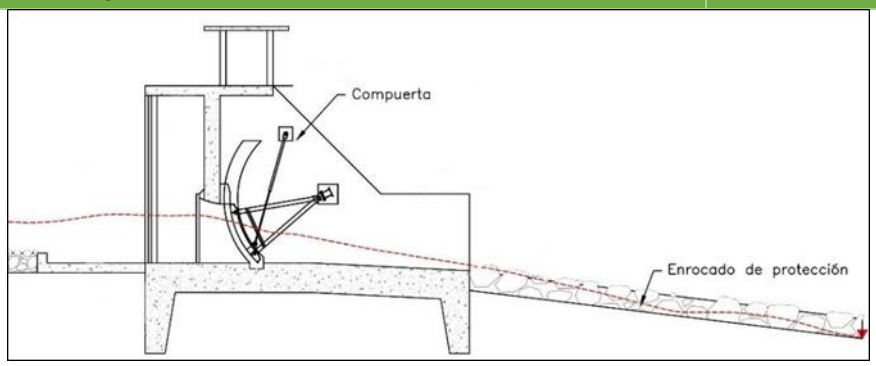


Figura 10-11. Perfil longitudinal del esquema de enrocado de protección aguas abajo del azud para protección del cauce ante la erosión

Hay dos factores a considerar en la programación del flushing del pondaje del proyecto. El primero, es la tasa de avance de los sedimentos hacia la estructura de captación y el segundo, las condiciones hidrológicas, debido a que es necesario realizar la maniobra con caudales mayores, para minimizar los impactos ambientales aguas abajo del azud.

Esta operación deberá realizarse no menos de doce veces al año, y por la disponibilidad de agua para ello, debe hacerse preferentemente en los meses de abril a junio y septiembre a noviembre, temporadas con los mayores caudales medios en el año (períodos húmedos de la hidrología en la zona del proyecto), en las horas que se espera afluencias de crecientes suficientes para lograr transitar hacia aguas abajo el volumen de sedimentos transportados.

El caudal remanente mínimo que debe tener el río Cocorná para la apertura de la compuerta, para garantizar que la concentración de sólidos en la descarga no sea mayor a las concentraciones de sedimentos en el río en épocas de caudales altos, deberá ser calculado en la fase de estudios con base en los resultados de las campañas de aforo de caudales sólidos y líquidos llevadas a cabo durante dicha fase. Los aforos realizados durante las fases de construcción y operación servirán para ajustar los cálculos realizados durante la ejecución de los estudios de detalle.

Se documentarán los procedimientos de flushing para comprender mejor el proceso, optimizar la estrategia de manejo de sedimentos y reducir los eventuales impactos aguas abajo. Esto requerirá registrar además de los caudales que vienen por el río y el caudal descargado, los siguientes parámetros físico-químicos del agua: pH, oxígeno disuelto, turbiedad, conductividad y SST, tanto de los caudales que entran al pondaje como del caudal que sale de la descarga de fondo.

Con el fin de conservar el desarrollo de las actividades de aprovechamiento cultural y recreativo de los charcos existentes en el tramo con caudal reducido del río Cocorná, la apertura de la descarga de fondo del azud no se podrá realizar en días festivos ni de alta afluencia a los charcos, como fiestas del pueblo o de fin e inicio del año, en horarios entre las 8 de la mañana y las 5 de la tarde.

4. Manejo de sedimentos en desarenadores (Fase de operación)

El agua retenida en la captación es derivada por el canal de aducción hacia los desarenadores, los cuales son diseñados para un tamaño de partícula objetivo que se define en función del salto y tipo de turbinas a emplear en el proyecto. Su geometría, longitud y ancho se definen de tal forma que la velocidad de ingreso permita la sedimentación de la mayor cantidad de partículas posible, esto con el objetivo de evitar

Programa de Manejo de sedimentos	PMA-MF-08
daños en las turbinas y componentes hidromecánicos por abrasión hídrica. Los sedimentos atrapados en el desarenador son devueltos al río con un volumen significativo de agua a través de los canales de purga instalados en cada celda del desarenador. La remoción hidráulica periódica de los sedimentos de los desarenadores (predominantemente arenas), requiere una estrategia conjunta de operación de las compuertas que regulan el flujo de entrada y de las compuertas de purga. Como consigna operativa y con el fin de minimizar los impactos ambientales, la limpieza de las celdas de los desarenadores se realiza de a una por vez, con lo cual se garantiza la continuidad de la operación de la central. En las maniobras de remoción hidráulica en los desarenadores también se tiene en cuenta minimizar el impacto a la calidad del agua y del ecosistema fluvial (aguas abajo de la descarga) debido al incremento en la turbiedad y concentración de SST por el retorno de sedimentos al río, para lo cual, la mayor frecuencia de limpiezas se programará en épocas de lluvia o de caudales altos debido a que en estas condiciones hidrológicas hay una mayor dilución de la carga de sedimentos. Con el fin de conservar el desarrollo de las actividades de aprovechamiento cultural y recreativo de los charcos existentes en el tramo con caudal reducido del río Cocorná, la apertura de la descarga de fondo del azud no se podrá realizar en días festivos ni de alta afluencia a los charcos, como fiestas del pueblo o de fin e inicio del año, en horarios entre las 8 de la mañana y las 5 de la tarde. El procedimiento de remoción hidráulica de sedimentos en los desarenadores se describe en detalle en el Capítulo 3. Descripción del proyecto, sección Fases y actividades del proyecto (apartado Actividades de operación, manejo de sedimentos).	
5. Fase de desmantelamiento y abandono	
Aproximadamente tres años antes de iniciar esta fase, se formularán las medidas de manejo ambiental y su respectivo cronograma, las cuales estarán orientadas principalmente en la reducción de las alteraciones ocasionadas por el desmonte del azud, restitución y rehabilitación del área ocupada por el pondaje. Las acciones incluirán la demolición parcial o total del azud y muros laterales, la cual se determinará en estudios posteriores analizando simulaciones en ambos casos. También se procederá con obras de bioingeniería para estabilización de taludes y elementos necesarios para limitar la progresión de la brecha de erosión remontante.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Divulgación anual a la comunidad del área de influencia en carteleras de la central y/o página web, de los valores obtenidos en el seguimiento operativo de los sedimentos en el proyecto.	
Personal requerido:	**Responsable de la ejecución**
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Auxiliar ambiental. • Profesional en ingeniería civil encargado de la formulación y coordinación de la ejecución del Manual de operación de la central, que incluya los protocolos de	• Profesional ambiental. • Profesional en ingeniería civil.

Programa de Manejo de sedimentos			PMA-MF-08
descarga de sedimentos del pondaje y desarenador			
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Campañas de aforos líquidos y sólidos** $PCALS = \frac{CALSr}{CALSp} * 100\%$ $PCALS$: Porcentaje de campañas de aforos líquidos y sólidos ejecutadas $CALSr$: Número de campañas de aforos líquidos y sólidos realizadas $CALSp$: Número de campañas de aforos líquidos y sólidos programadas	80%	Bimestral en las fases de estudios y construcción Semestral en la fase de operación
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje** $MESPn = \frac{MEjP}{MPrP} * 100\%$ $MESPn$: Porcentaje de maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje $MEjP$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje ejecutadas $MPrP$: Número de maniobras de	100%	Anual durante fase de operación (las maniobras se ejecutarán periódicamente conforme con lo definido en el Manual de operación. Si indicador >100% se debe ajustar procedimiento)

Programa de Manejo de sedimentos			PMA-MF-08
	evacuación de sedimentos en el pondaje programadas		
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador** $MESDs = \frac{MEjD}{MPrD} * 100\%$ $MESDs$: Porcentaje de maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador ejecutadas $MEjD$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador ejecutadas $MPrD$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador programadas	100%	Anual durante operación (las maniobras se ejecutarán periódicamente conforme con lo definido en el Manual de operación. Si indicador >100% se debe ajustar procedimiento)
Adelantar una gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y en el desarenador, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y sociales con miras a no afectar la calidad del agua superficial.	**Excedencia de concentración pico en pondaje** $ExcPn = \frac{ExcP}{NMed} * 100\%$ $ExcPn$: Porcentaje de excedencia de la concentración de sedimentos pico* en el pondaje $ExcP$: Número de veces que la concentración de sedimentos en la descarga del	<=5%	Anual durante fase de operación

Programa de Manejo de sedimentos			PMA-MF-08
	pondaje supera la concentración pico de sedimentos en el río. $NMed$: número de mediciones realizadas		
Adelantar una gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y en el desarenador, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y sociales con miras a no afectar la calidad del agua superficial.	**Excedencia de concentración pico en desarenador** $ExcDs = \frac{ExcD}{NMed} * 100\%$ $ExcPn$: Porcentaje de excedencia de la concentración de sedimentos pico* en el desarenador $ExcP$: Número de veces que la concentración de sedimentos en la descarga del desarenador supera la concentración pico de sedimentos en el río. $NMed$: número de mediciones realizadas	<=5%	Anual durante fase de operación
* La concentración pico corresponde a la concentración máxima de sedimentos, medida en condición de creciente			

Cronograma de actividades						
Bimestre Fase de Estudios						
Actividad	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Caracterización sedimentológica del río (una caracterización cada bimestre)						

Programa de Manejo de sedimentos	PMA-MF-08

Bimestre Fase de Construcción

Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Control de arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua												
Caracterización sedimentológica del río durante crecientes (una caracterización cada bimestre)												
Formulación de los protocolos de descarga de sedimentos del pondaje y desarenador												

Quinquenio Fase de Operación

Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Caracterización sedimentológica del río durante crecientes (3 caracterizaciones cada año los primeros 5 años y 3 caracterizaciones cada 3 años el resto de la fase de operación)										
Manejo de sedimentos en el pondaje										
Manejo de sedimentos en desarenadores										

Programa de Manejo de sedimentos										PMA-MF-08
Ajuste de los protocolos de descarga de sedimentos del pondaje y desarenador										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Ambiental	Mes	118	0,1	6.590.015	77.762.177
Profesional en Ingeniería Civil	Mes	118	0,1	6.590.015	77.762.177
Profesional Auxiliar	Mes	118	0,05	4.118.759	24.300.680
Instalación de medidores SST y turbidez	Global	1	-	18.040.000	18.040.000
Muestreos de sedimentos	Unidad	78	-	1.800.000	140.400.000
Costo total sin IVA				**338.265.035**	

Notas: Los costos asociados a este programa durante construcción, se encuentran contemplados dentro del costo total de la obra civil de construcción del proyecto, así como los costos relacionados con la construcción de los enrocados para proteger el lecho del río. El costo asociado a la implementación durante fase operativa de las actividades de manejo de sedimentos en pondaje y desarenador se encuentran incluidos dentro del presupuesto de Operación y Mantenimiento - O&M de la central.

10.1.1.9 Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión			**PMA-MF-09**	
Objetivo general				
Prevenir y controlar tanto los procesos de inestabilidad de taludes como la aparición de procesos erosivos que se generen durante las actividades constructivas en las zonas de obras y en las zonas de depósito de materiales, que, combinados con factores hidrometeorológicos puedan generar riesgos mayores para las obras o para la infraestructura preexistente en taludes sobre las áreas adyacentes a las obras del proyecto.				
Metas				
• Cumplir con los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica. • Minimizar el riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras y asegurar la integridad de las mismas • Remover los deslizamientos que se presenten en las vías de uso por el proyecto. • Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras. • Verificar los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica, los diseños y los procesos constructivos adecuados para mantener la estabilidad geotécnica en taludes de las vías, obras y terrenos durante la construcción y operación del proyecto.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
Recreación, turismo y apreciación del paisaje” en la celda de Servicios Ecosistémicos			Potenciación	
	Estudios	X	Prevención	
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos (-) • Alteración a las geoformas naturales del terreno y asociadas a la dinámica fluvial (-) • Alteración del Nivel Freático (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Mantas orgánicas y redes naturales • Geosintéticos • Mallas de alambre galvanizado • Malla electrosoldada				

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

- - Pernos de anclaje de barra N8
- Gaviones
- Concreto
- Drenes subhorizontales de 12 m de largo

Lugar de aplicación

Todas las áreas donde se realicen obras que impliquen la conformación de taludes, incluyendo Zodmes, captación, casa de máquinas, conducción, cortes, llenos y vías objeto de adecuación y vías nuevas

Tabla 10-5 Lugar de aplicación del PMA-MF-08

Zona de intervención	Área (ha)
Área colocación de tubería y obras asociadas	3,04
Área para colocación de conducción	3,04
Área de captación y derivación	3,22
Acceso a captación	0,02
Área para colocación de conducción	0,07
Áreas de trabajo captación	2,71
Canal desviación y desarenadores	0,24
Captación	0,11
Zona de maniobras captación	0,08
Área de generación y retorno del caudal	1,53
Acceso a casa de máquinas	0,02
Área para colocación de conducción	0,02
Áreas asociadas a casa de máquinas	1,29
Canal descarga	0,05
Casa de máquinas	0,08
Zona de maniobras casa de máquinas	0,06
Áreas de acceso a depósitos	0,10
Acceso a depósito 1	0,01
Acceso a depósito 2	0,00
Acceso a depósito 3	0,01
Acceso a depósito 4	0,07
Acceso a depósito 6	0,00

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09
Áreas de acceso a obras	1,41
Acceso a captación	0,78
Acceso a casa de máquinas	0,43
Variante escuela	0,20
Depósitos	3,55
Depósito 1	0,34
Depósito 2	0,51
Depósito 3	0,57
Depósito 4	0,73
Depósito 5	0,72
Depósito 6	0,68
Total	**12,84**

Población a beneficiar

Habitantes de los predios que puedan ser afectados por las obras y usuarios de las vías dentro del Área de influencia componente geotécnico

Procedimiento de desarrollo

Actividades y medidas de manejo ambiental

1. Elaboración de un estudio de suelos y geotecnia de detalle de toda el área a intervenir con las obras del proyecto.

- Se deberá realizar la identificación y caracterización detallada de las unidades geológicas superficiales, las unidades geomorfológicas y la zonificación geotécnica, que determine, describa y cuantifique los materiales del subsuelo, sus propiedades físicas y los procesos morfodinámicos activos e inactivos en torno a viviendas, instalaciones y terrenos que se encuentren en el área de influencia.
- A partir del estudio geotécnico, se calcularán, propondrán y plantearán los parámetros de diseño, obras, mecanismos y actividades de prevención, control, mitigación y compensación de los procesos de inestabilidad geotécnica que puedan desarrollarse a partir de la realización de obras, montajes, instalaciones y/o actividades del proyecto durante todas sus etapas.
- En la etapa de estudio se deben determinar los parámetros y las medidas de control geotécnico, como el factor de seguridad de los taludes, pendientes máximas, alturas máximas, dimensiones de bancos, bermas, obras complementarias, entre otros.
- Dentro del estudio geológico, deberá incluirse un inventario de procesos erosivos activos e inactivos en el Área de Influencia del proyecto.
- Como resultado de esta fase se tendrán las recomendaciones para los taludes durante la construcción de las obras y el mantenimiento a los sitios más susceptibles.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09
2. Implementación de medidas para la estabilización de cortes permanentes en las áreas de intervención del proyecto.	
Los tratamientos propuestos para el manejo de los taludes de cada una de las obras se presentan de la Tabla 10-6 a la Tabla 10-7, estos deben ser evaluados en el momento de ejecución de los mismos, ya que las condiciones del suelo pueden cambiar con relación a las utilizadas en el diseño u otros factores naturales que afecten la estabilidad del talud pueden aparecer Se adoptarán y ejecutarán las recomendaciones de manejo geotécnico que se estipulan en la caracterización geotecnia (5.4. Geotecnia) plasmado en la caracterización para los cortes y llenos que se realizarán en las áreas que serán intervenidas por el proyecto.	

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

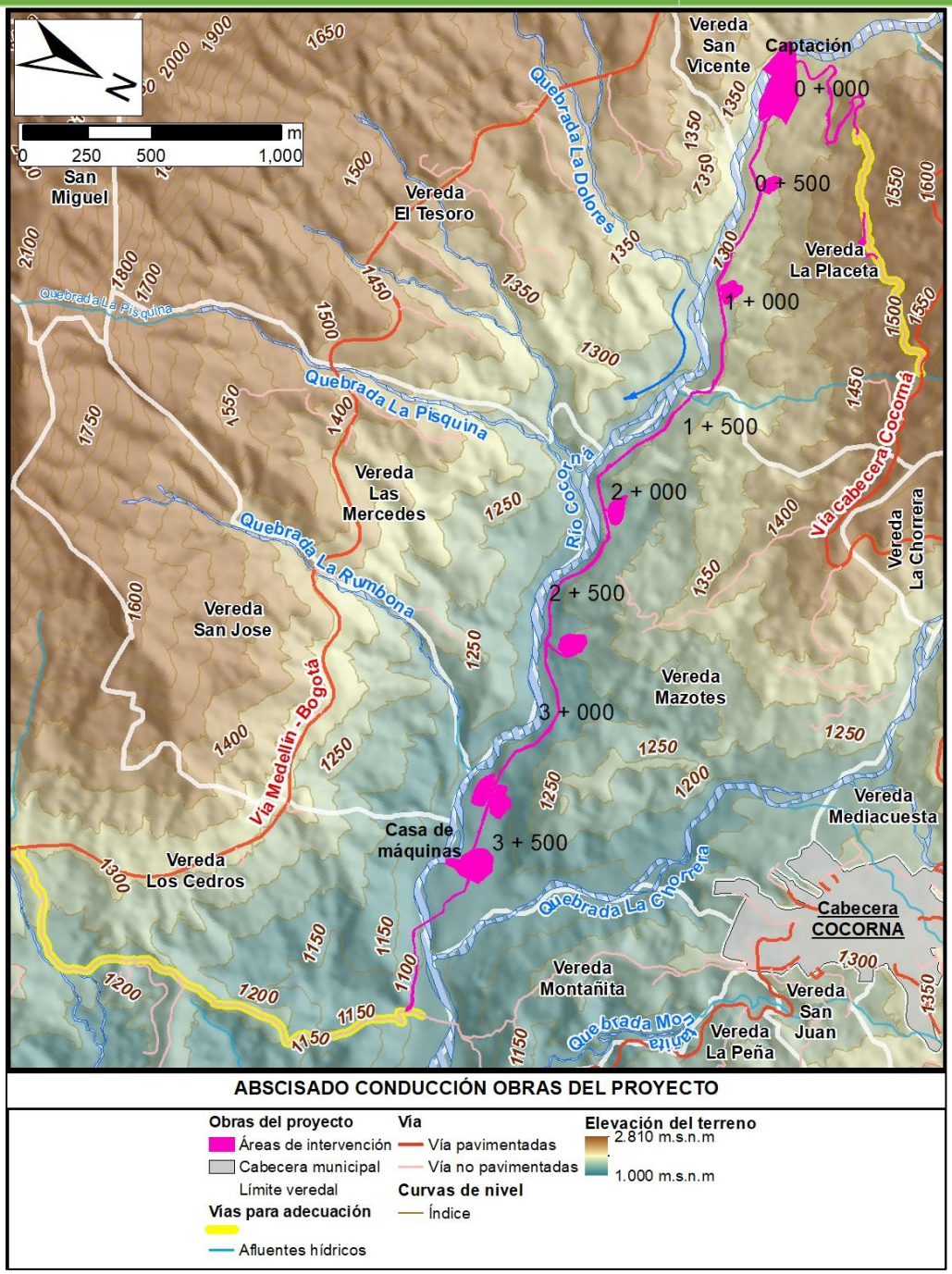


Figura 10-12. Abscisado del proyecto

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Tabla 10-6 Factores de seguridad adoptados para los análisis de estabilidad.

Condición	FS	
	Diseño	Construcción
Taludes - Condición estática y agua subterránea normal.	1,50	1,25
Taludes - Condición seudo-estática con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño.	1,05	1,00

Tabla 10-7 Resumen resultados F.S. y tratamientos considerados en el análisis de estabilidad.

Estructura	Sección	Inclinación	Falla	F.S estático	F.S seudo estático	Observaciones
Conducción	Km 0+000 hasta Km0+310	0.5H:1V	Local	1,5	1,3	Revegetalización inmediata después del corte
	Km 0+310 hasta Km0+880	0.5H:1V	Local	1,7	1,4	Revegetalización inmediata después del corte
	Km0+880 hasta Km0+940	0.5H:1V	Local	1,5	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud; además, la colocación de pernos de barra N°8 inyectados con lechada a gravedad, con una pantalla de concreto lanzado de 15 cm de espesor reforzada con doble malla electrosoldada en la cara del talud.
	Km0+880 hasta Km1+660	0.5H:1V	Local	1,8	1,6	Revegetalización inmediata después del corte

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión						PMA-MF-09
	Km1+660 hasta Km1+720	0.5H:1V	Local	1,5	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud; además, la colocación de pernos de barra N°8 inyectados con lechada a gravedad, con una pantalla de concreto lanzado de 15 cm de espesor reforzada con doble malla electrosoldada en la cara del talud.
	Km1+920 hasta KM1+970	0.5H:1V	Local	1,5	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud.
	Km2+280 hasta Km2+350	0.5H:1V	Local	1,5	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud; además, la colocación de pernos de barra N°8 inyectados con lechada a gravedad, con una pantalla de concreto lanzado de 15 cm de espesor reforzada con doble malla electrosoldada en la cara del talud.
	Km2+350 hasta Km3+700	0.5H:1V	Local	1,5	1,2	Revegetalización inmediata después del corte.
Vía a Captación	Sección 1-1' inferior	0.75H:1.0V	Local	1,5	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud, además, se propone una berma de 2 metros a 5 metros desde el pie de la vía,

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión						PMA-MF-09
						con pendientes de 0.75H:1.0V
	Sección 1-1' superior	1.5H:1.0V	Local	1,7	1,5	Con drenes y cambio de pendiente del diseño original.
	Sección 2-2' inferior	1.5H:1V	Local	1,5	1,3	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud y cambio de pendiente del diseño original.
	Sección 2-2' superior	1.5H:1V	Local	1,6	1,2	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud y cambio de pendiente del diseño original.
Captación	Sección B-B'		Local	1,5	1,1	Se debe instalar un anclaje espaciado en la horizontal 2,5m y se deben instalar drenes subhorizontales de 20 metros para abatir el nivel freático.
Desarenador	Sección C-C'		Local	2,6	2,0	---
Casa de Máquinas	Sección CM1-CM1'		Local	2,6	2,0	---
	Sección CM2-CM2'		Local	3,4	2,6	---
Vías Casa de Máquinas	Sección 3-3'		Local	1,8	1,5	Se recomienda el uso de drenes subhorizontales de 12 m de largo colocados cada 3 m en la base del talud.
Depósitos	Sección E-E'	2H:1V	Local	2,3	1,7	---
	Sección F-F'	2H:1V	Local	1,8	1,3	---
	Sección G-G'	2H:1V	Local	2,5	1,7	---
	Sección H-H'	2H:1V	Local	2,8	2,2	---
	Sección I-I'	2H:1V	Local	2,1	1,5	---
	Sección J-J'	2H:1V	Local	2,5	2,0	---

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Recomendaciones captación y canal de aducción

Excavaciones

Para el análisis de las excavaciones se hizo uso de las secciones localizadas en planta en la Figura 10-13 definidas a partir de los cortes de mayor altura. Se parte desde la geometría de excavación propuesta inicialmente por el diseñador de obras civiles.

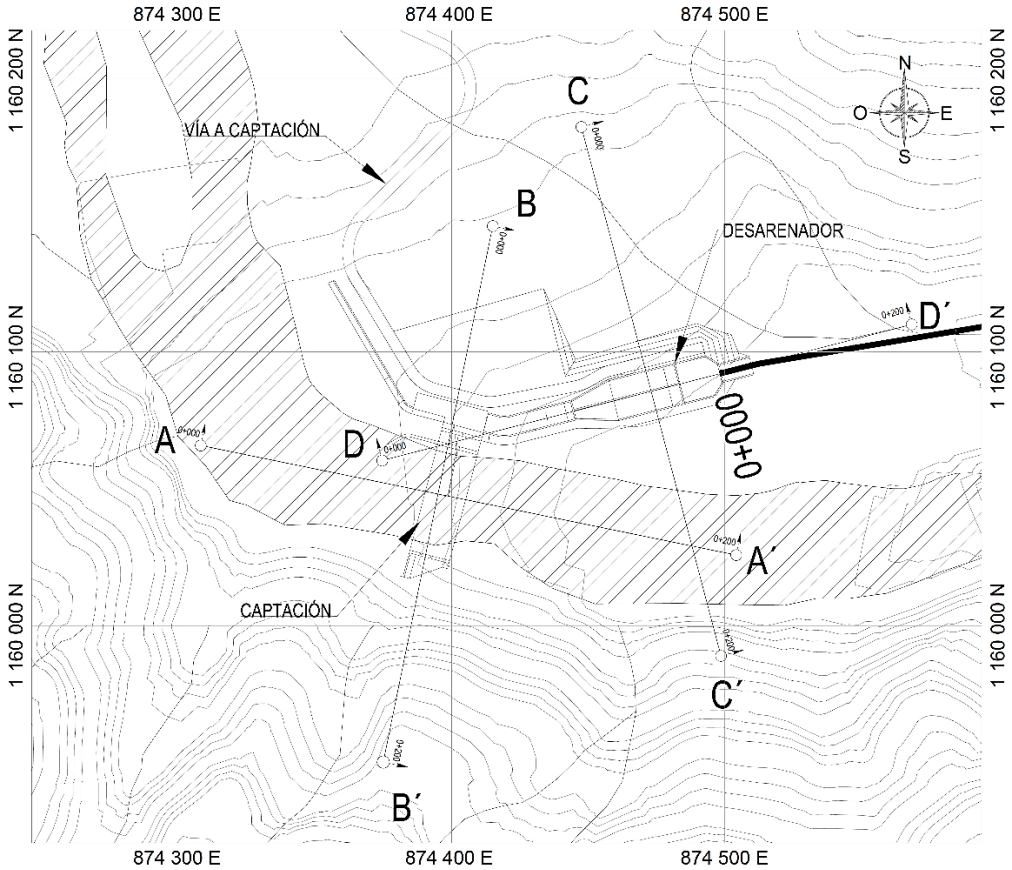


Figura 10-13. Secciones en planta de Captación y Casa de Máquinas.

Las obras de captación se proyectan sobre un depósito aluvial y sus excavaciones transversales tienen influencia sobre suelo residual, estos estratos fueron determinado conforme a la exploración en campo.

En la Figura 10-14 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud derecho bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para este talud por su complejidad se recomienda el uso de drenes subhorizontales para abatir el nivel freático y la instalación de anclajes.

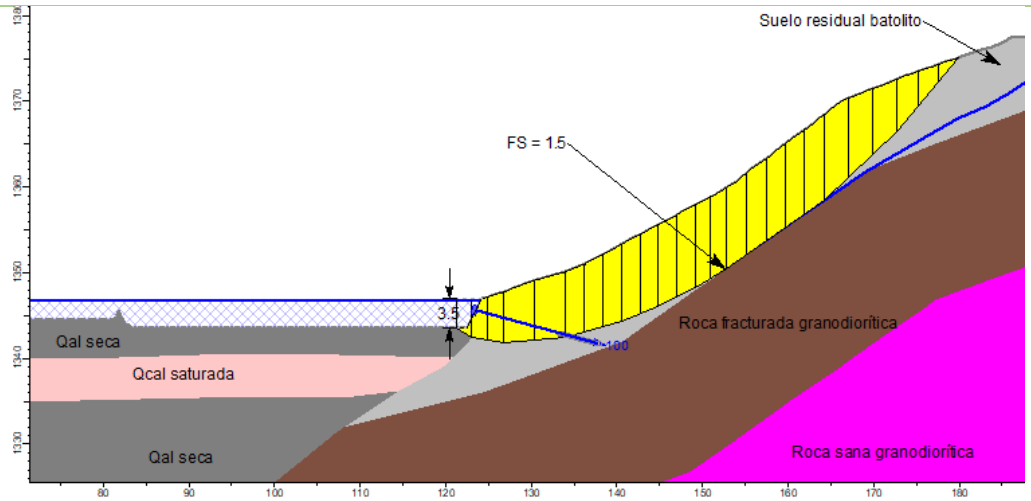


Figura 10-14. Análisis de estabilidad estático. Talud derecho con corte propuesto. Sección B-B' – Captación.

En la Figura 10-15 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,1, el cual se considera aceptable para la obra.

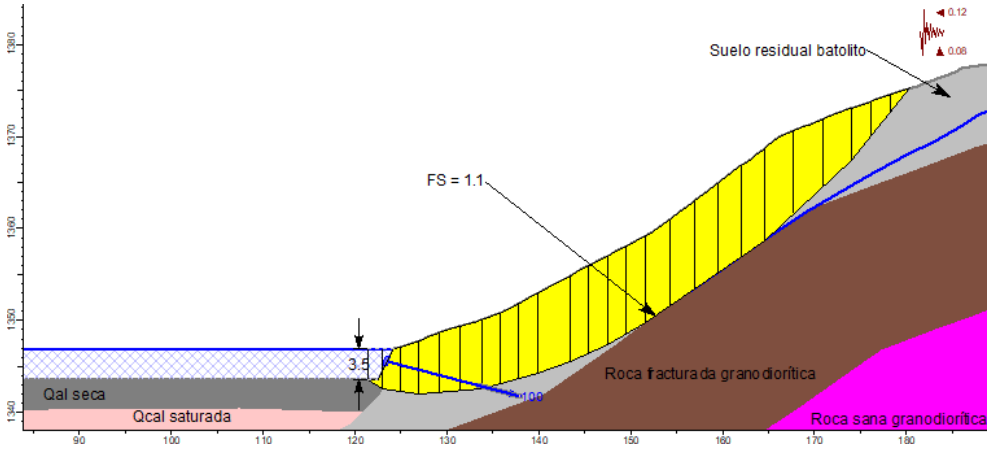


Figura 10-15. Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud derecho con corte propuesto. Sección B-B' – Captación

El talud izquierdo de la sección B-B' no se consideró para los análisis de estabilidad debido a que no cuenta con condiciones que afecten la estabilidad del terreno.

Recomendaciones desarenador

Excavaciones

El desarrollo de los análisis de estabilidad de las excavaciones proyectadas para la construcción del desarenador solo se realizó sobre el talud que se consideró más susceptibles. Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes al desarenador como se indican en la sección C-C' se proyectan sobre un depósito aluvial que debido al nivel freático genera una saturación en uno de sus estratos.

En la se Figura 10-13 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

En la Figura 10-16 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,6, el cual cumple con los requerimientos para la obra.

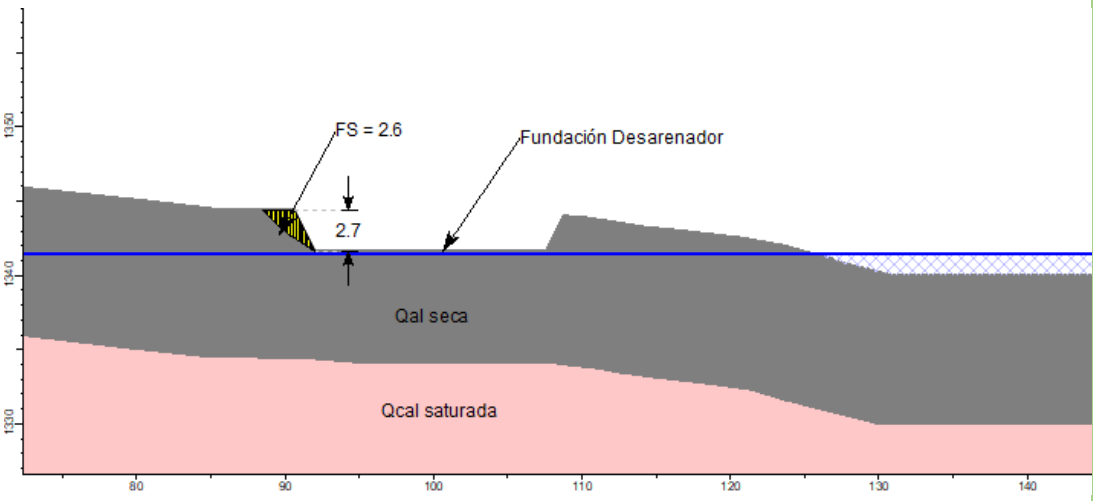


Figura 10-16 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección C-C' – Desarenador

En la Figura 10-17 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 2,0, el cual se considera aceptable para la obra.

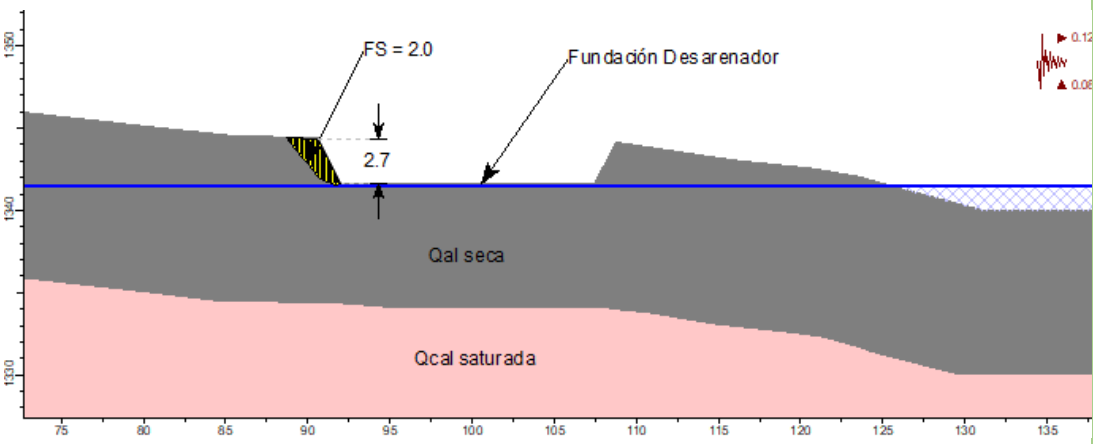


Figura 10-17 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección C-C' – Desarenador

Casa de máquinas

Excavaciones

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección CM2 – CM2'

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la casa de máquinas se proyectan sobre depósitos aluviales (Qal). En la Figura 10-18 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

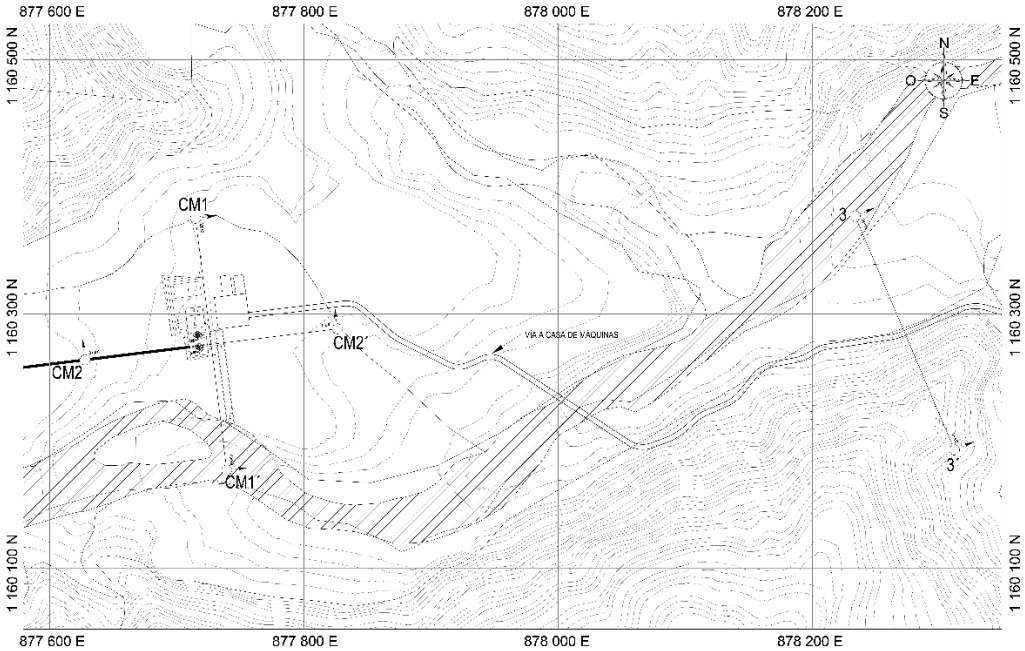


Figura 10-18 Localización en planta secciones casa de máquinas y su respectiva vía de acceso.

En la Figura 10-19 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo de casa de máquinas, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 3,4, el cual se considera que cumple para la obra.

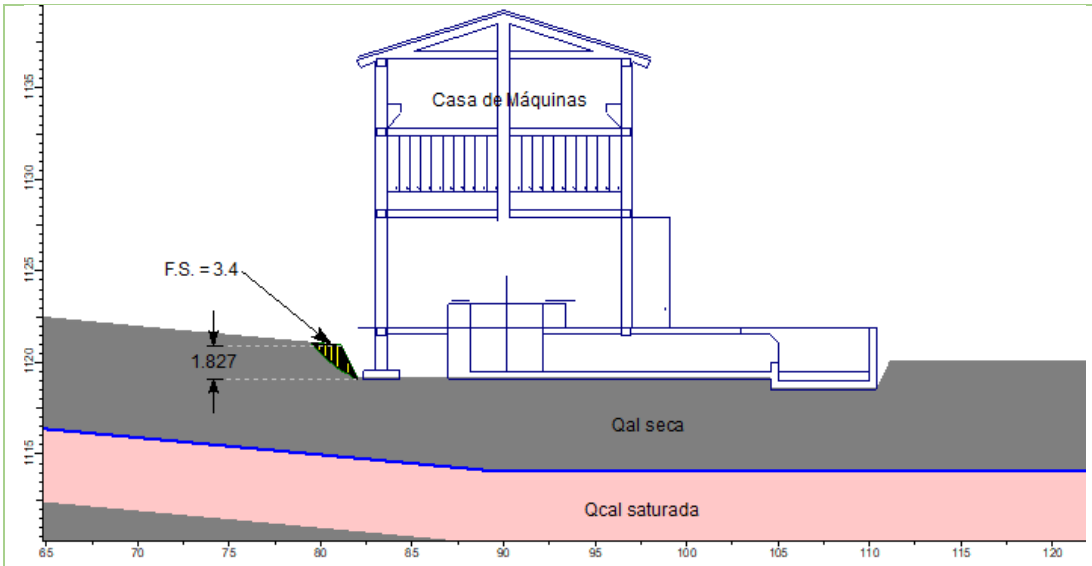


Figura 10-19. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas.

En la Figura 10-20 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 2,6, el cual se considera aceptable para la obra.

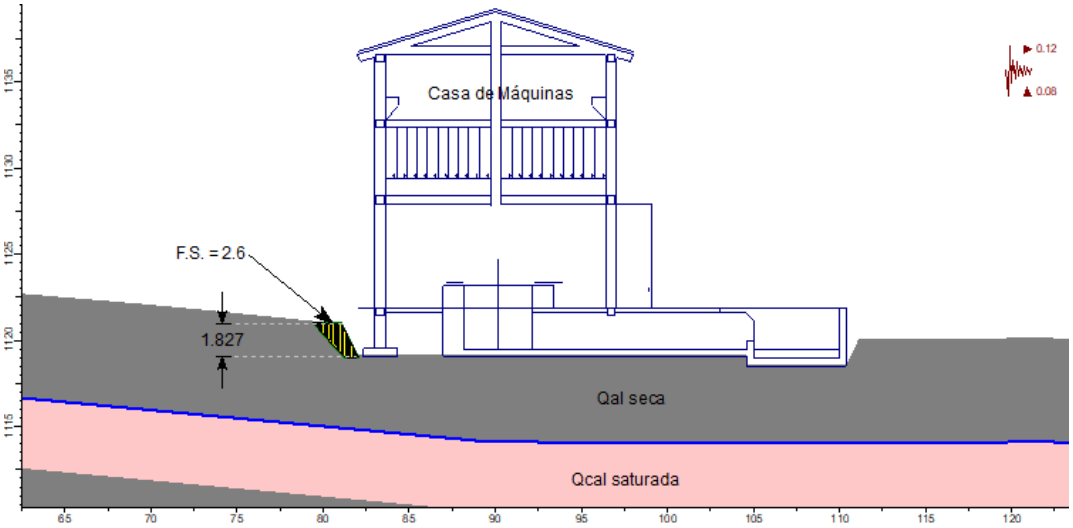


Figura 10-20 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM2–CM2' – Casa de Máquinas.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección CM1-CM1'

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la casa de máquinas se proyectan sobre depósitos aluviales (Qal). En la Figura 10-18 se presenta la

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

En la Figura 10-21 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo de casa de máquinas, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,6, el cual se considera que cumple para la obra.

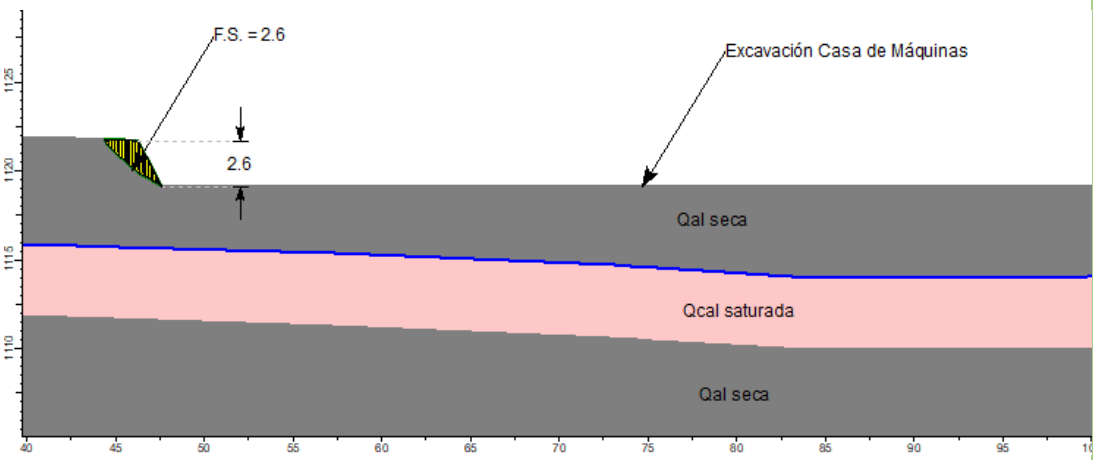


Figura 10-21. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1-CM1' – Casa de Máquinas.

En la Figura 10-22 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 2,0, el cual se considera aceptable para la obra.

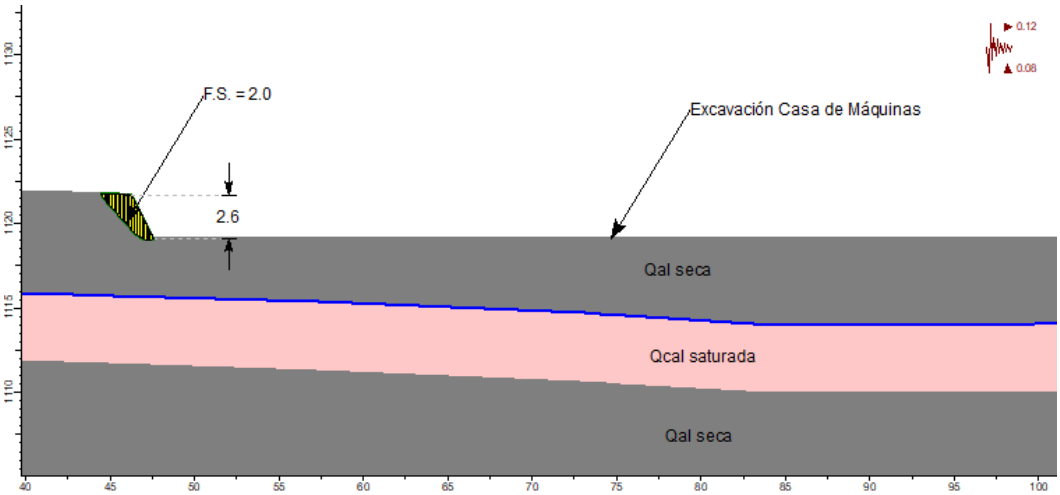


Figura 10-22 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección CM1–CM1' – Casa de Máquinas.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Vía de acceso a casa de máquinas

Para este caso sólo se analizará la sección 3-3' la cual se presenta su ubicación en planta en la Figura 10-18, dicha sección cuenta con el perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico.

En la Figura 10-23 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud superior de la vía a casa de máquinas, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,8, el cual se considera aceptable para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización inmediatamente después del corte, además, de instalar drenes subhorizontales en la base del talud.

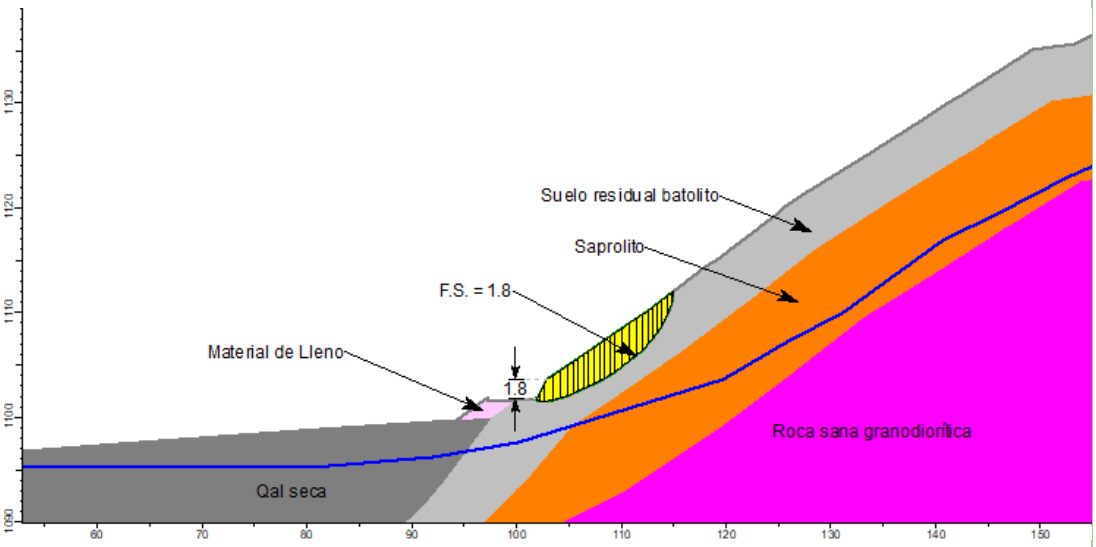


Figura 10-23 Análisis de estabilidad estático. Sección 3-3' – Acceso a Casa de Máquinas.

En la Figura 10-24 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra.

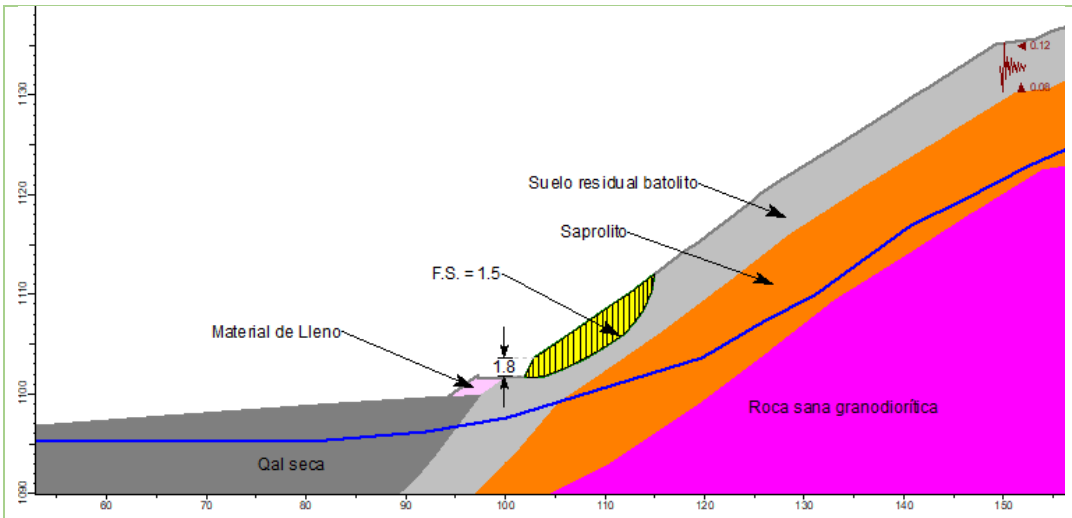


Figura 10-24 Análisis de estabilidad seudo-estático. Sección 3–3' – Acceso a Casa de Máquinas.

Excavaciones

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección 1-1'

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la vía de captación se proyectan sobre depósito de vertiente. La vía a captación pasa dos veces por la sección 1-1', en ambos casos se analizaron individualmente los taludes.

En la Figura 10-25 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

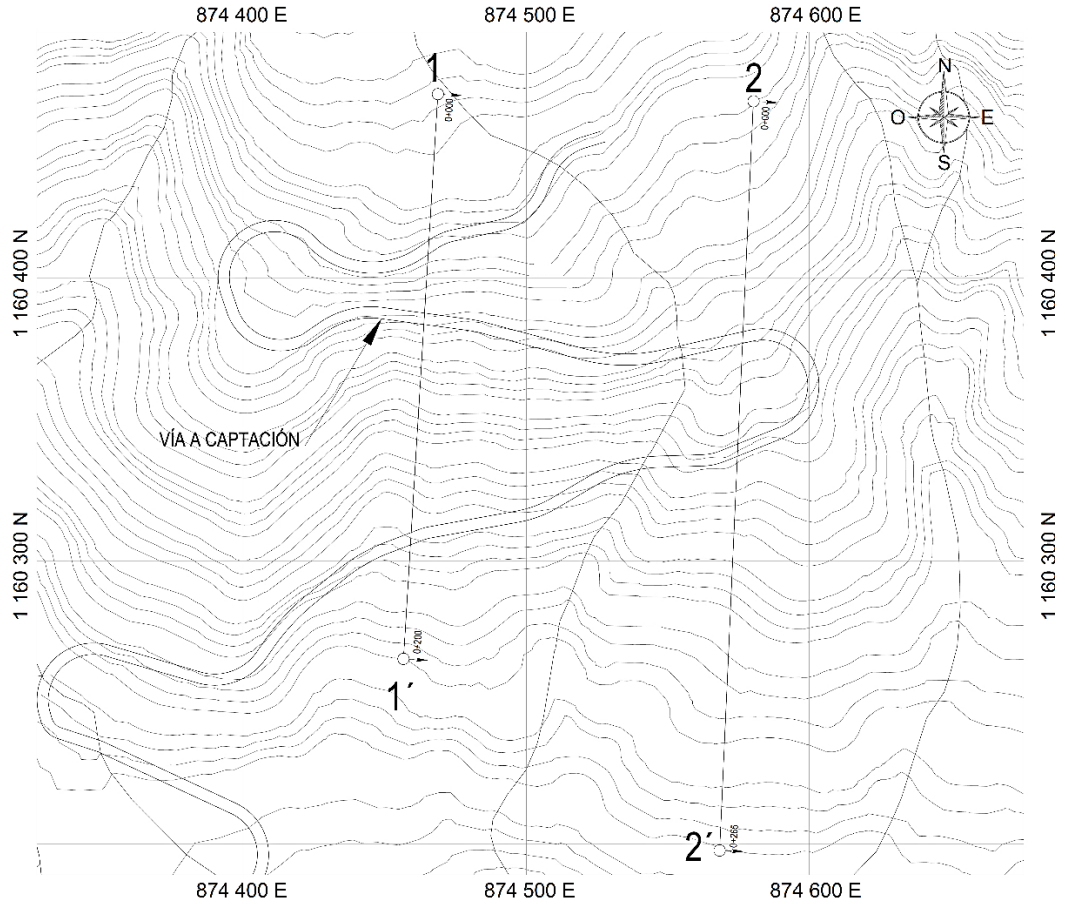


Figura 10-25 Localización en planta secciones acceso a captación.

En la Figura 10-26 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud superior de la vía a captación, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización inmediatamente después del corte, además, de un cambio en la geometría del talud con el fin de garantizar la estabilidad del terreno.

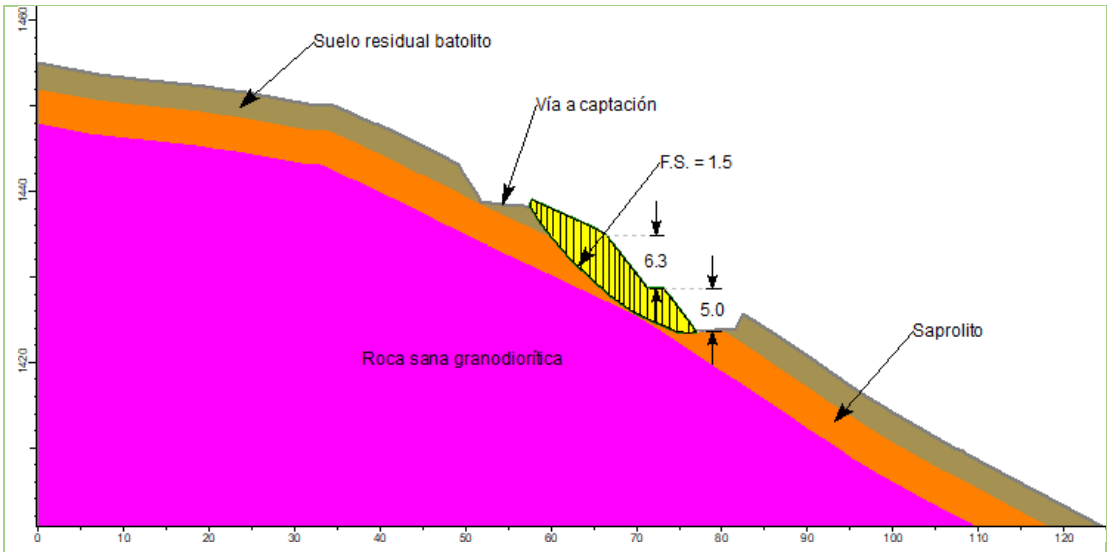


Figura 10-26 Análisis de estabilidad estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación.

En la Figura 10-27 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

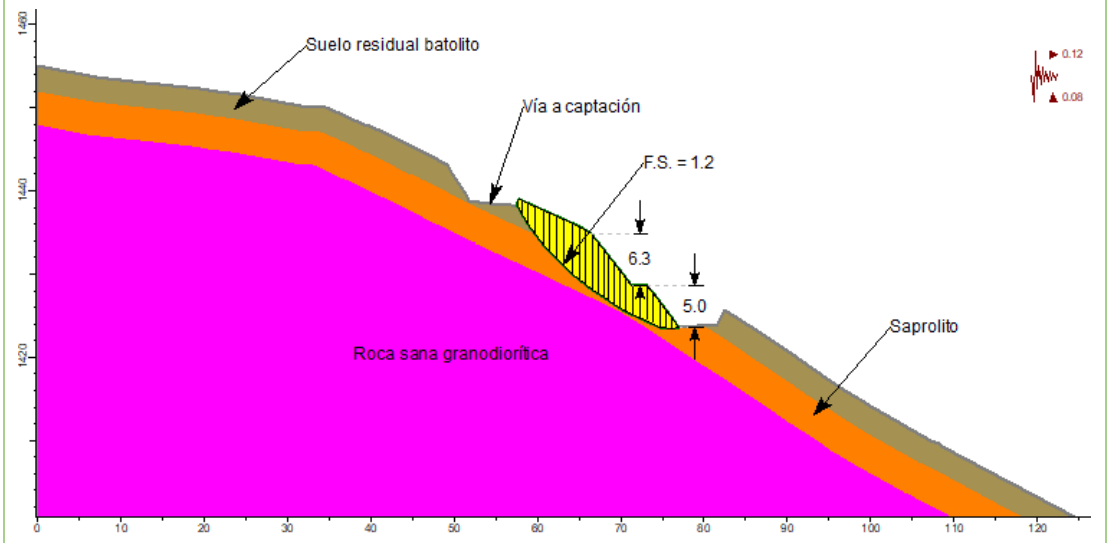


Figura 10-27 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación.

En la Figura 10-28 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud superior de la vía a captación, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,7, el cual se considera que cumple para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

inmediatamente después del corte, además, de un cambio en la pendiente del talud con el fin de garantizar la estabilidad del terreno.

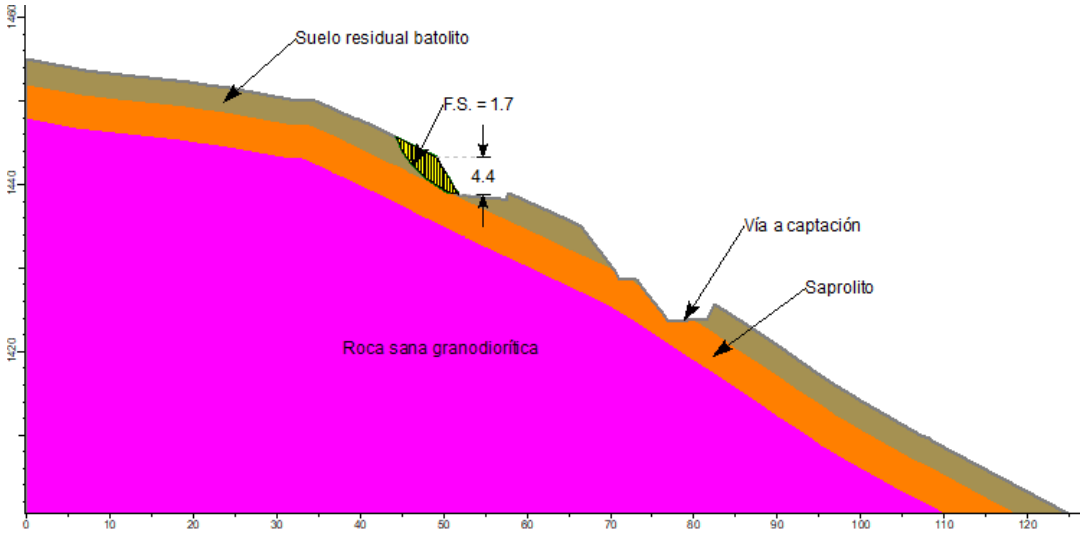


Figura 10-28 Análisis de estabilidad estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación.

En la Figura 10-29 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra.

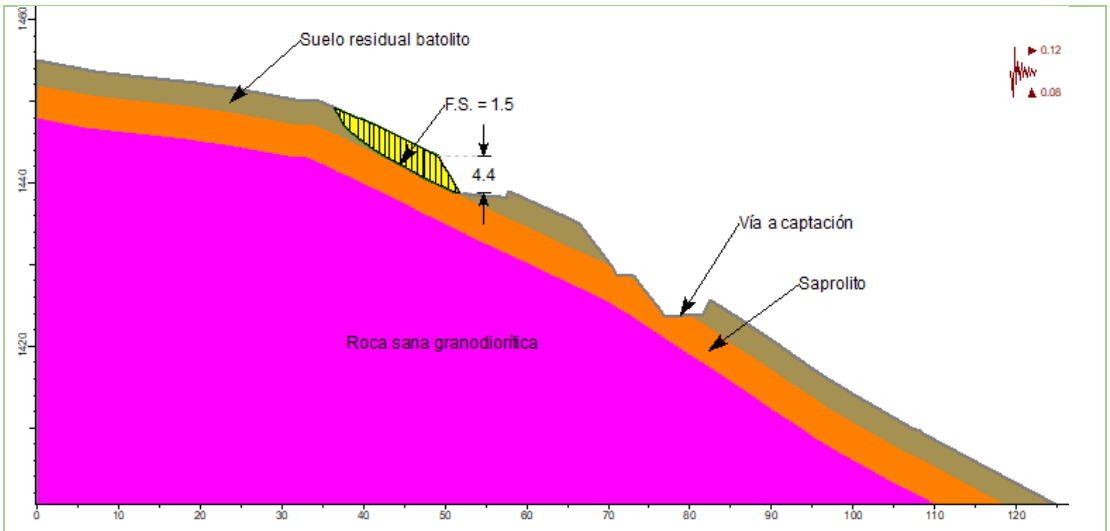


Figura 10-29 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 1-1' – Vía a captación.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección 2-2'

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la vía de captación se proyectan sobre depósito de vertiente. La vía a captación pasa dos veces por la sección 2-2', en ambos casos se analizaron individualmente los taludes.

En la Figura 10-25 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad.

En la Figura 10-30 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud superior de la vía a captación, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización inmediatamente después del corte, además, de un cambio en la pendiente del talud con el fin de garantizar la estabilidad del terreno.

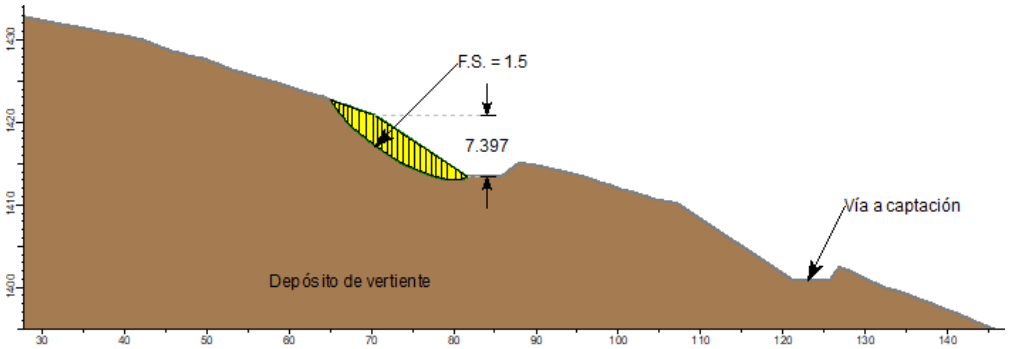


Figura 10-30 Análisis de estabilidad estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

En la Figura 10-31 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,3, el cual se considera aceptable para la obra.

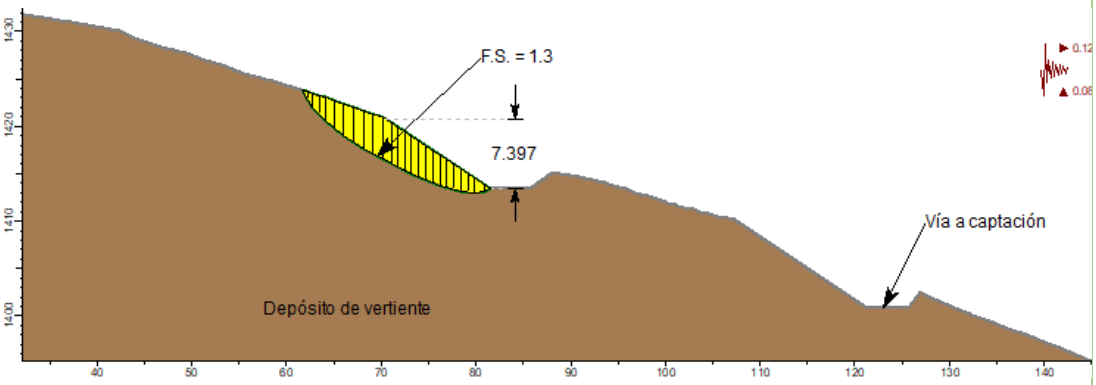


Figura 10-31 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud superior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación.

En la Figura 10-32 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud inferior de la vía a captación, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,6, el cual se considera que cumple para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización inmediatamente después del corte, además, de un cambio en la pendiente del talud con el fin de garantizar la estabilidad del terreno.

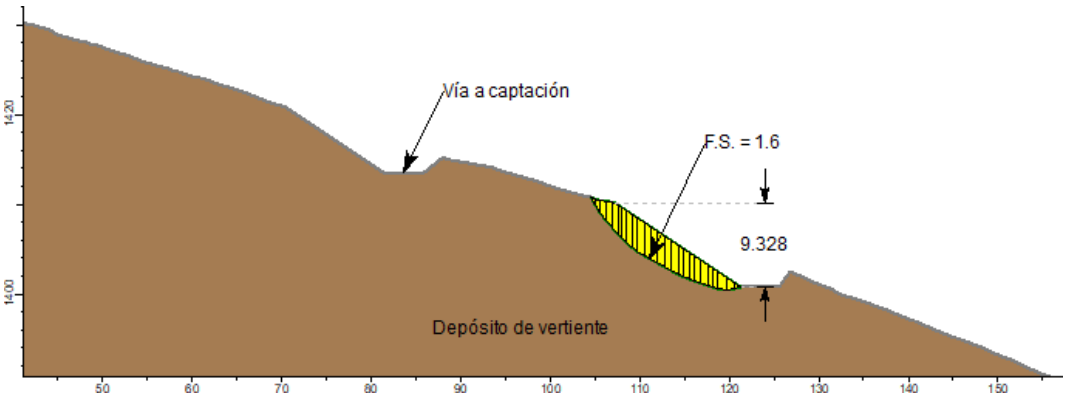


Figura 10-32 Análisis de estabilidad estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación.

En la Figura 10-33 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

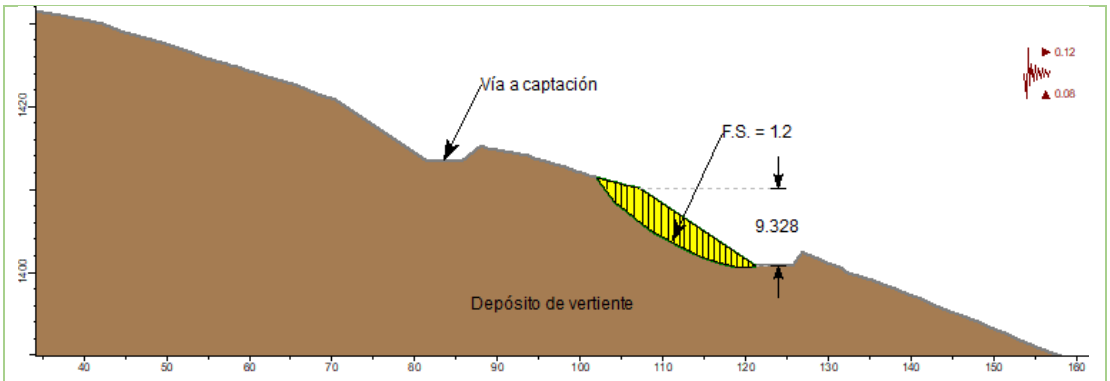


Figura 10-33 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud inferior con corte propuesto. Sección 2-2' – Vía a captación.

Recomendaciones ZODMES

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del Depósito 1

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre saprolito del batolito antioqueño.

En la Figura 10-53 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-34.

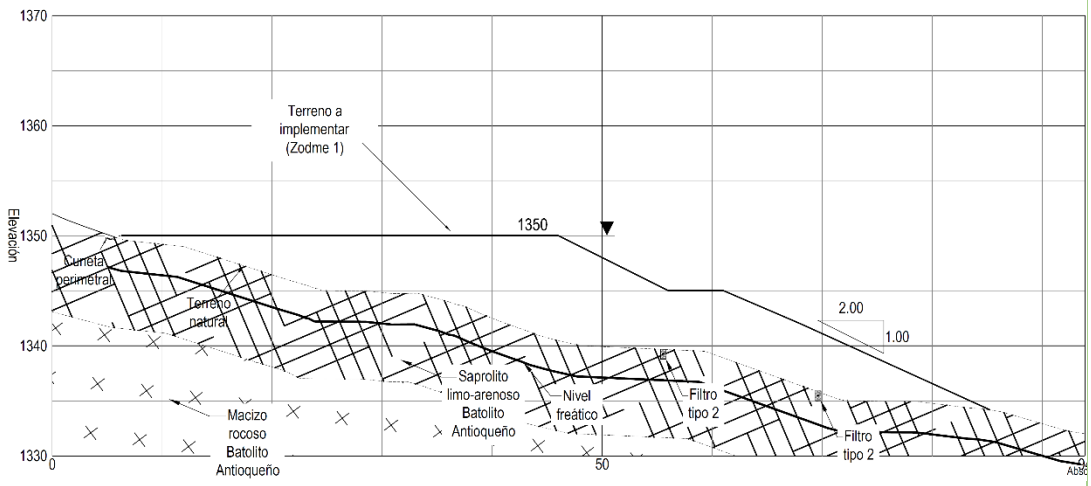


Figura 10-34 Perfil Estratigráfico, sección E - Depósito 1.

En la Figura 10-35 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,3, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

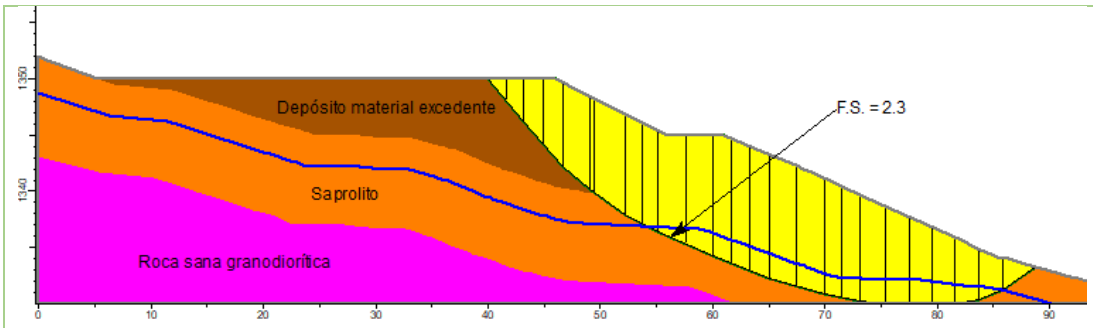


Figura 10-35 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto sección E - Depósito 1.

En la Figura 10-36 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,7, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

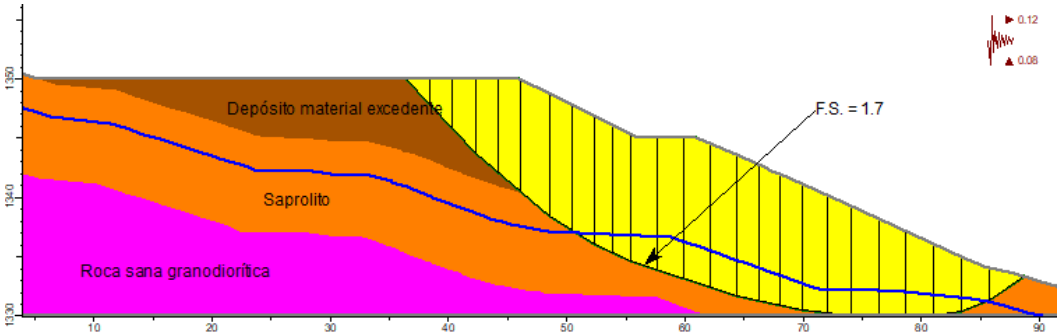


Figura 10-36 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto sección E - Depósito 1.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del Depósito 2

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre suelo residual del batolito antioqueño.

En la Figura 10-6010 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-37.

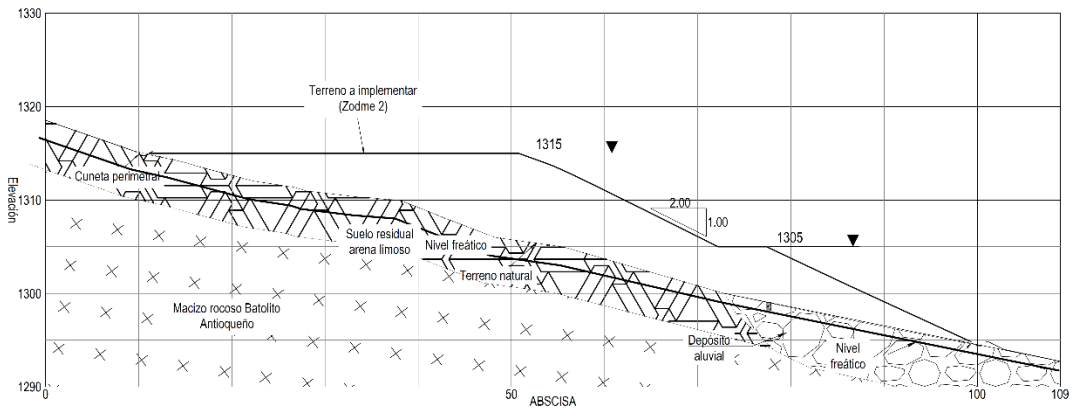


Figura 10-37 Perfil Estratigráfico, depósito 2.

En la Figura 10-38 presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,8, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

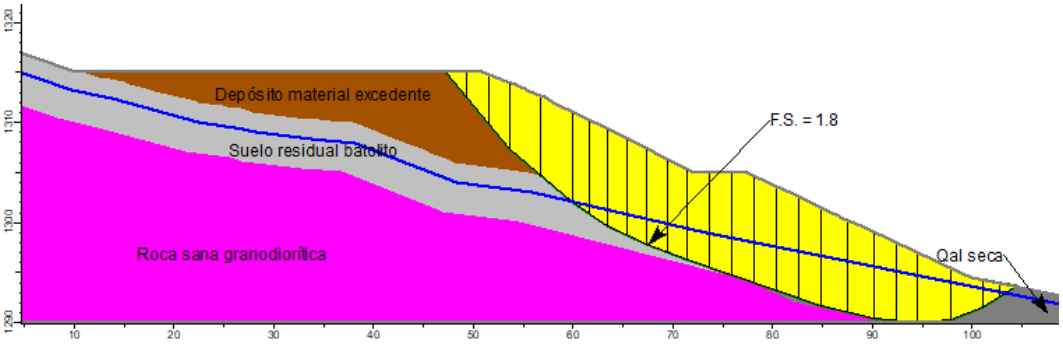


Figura 10-38 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 2.

En la Figura 10-39 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,3, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

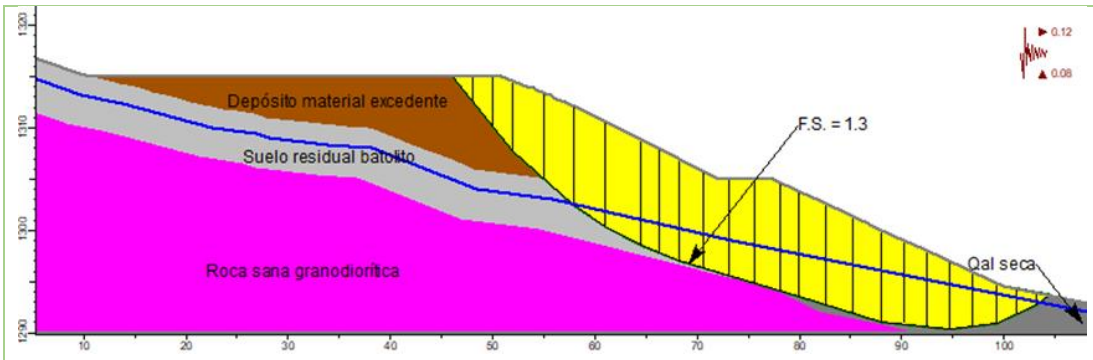


Figura 10-39 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 2.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del depósito 3

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre suelo residual del batolito antioqueño, demás, se encuentra sobre un depósito aluvial.

En la Figura 10-77 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-40.

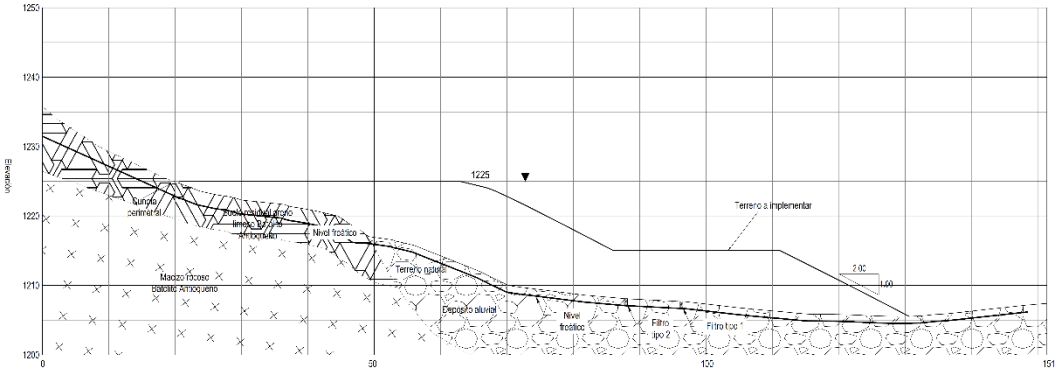


Figura 10-40 Perfil Estratigráfico, depósito 3.

En la Figura 10-41 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,5, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

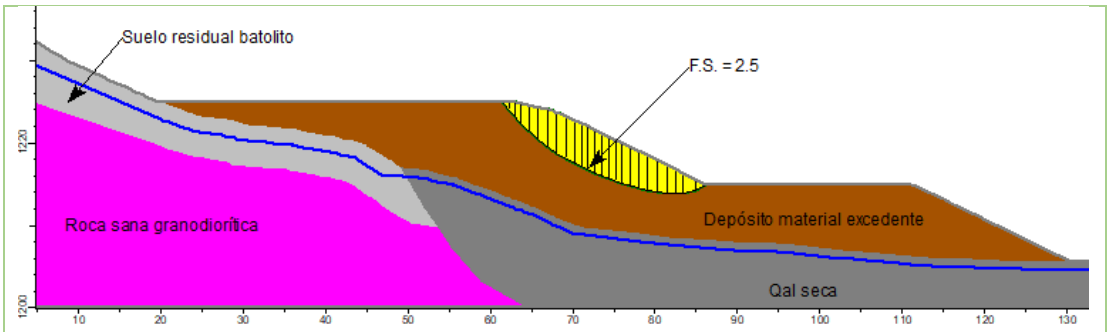


Figura 10-41 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 3.

En la Figura 10-42 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,7, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

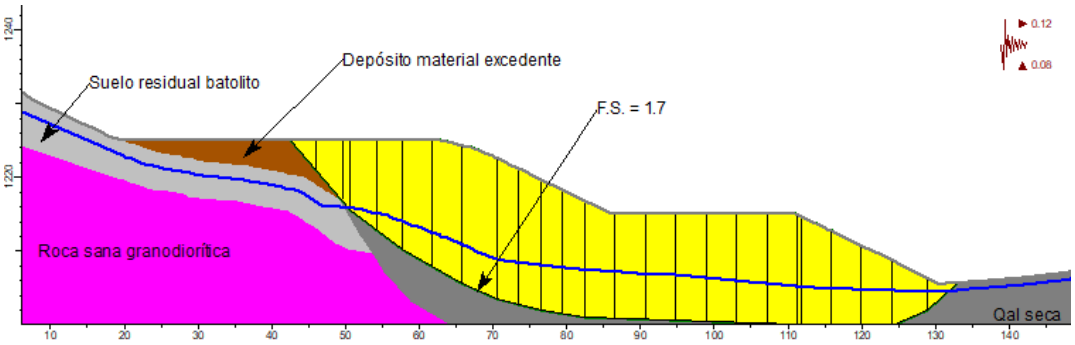


Figura 10-42 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 3.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del depósito 4

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre un depósito de vertiente.

En la Figura 10-43 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-44.

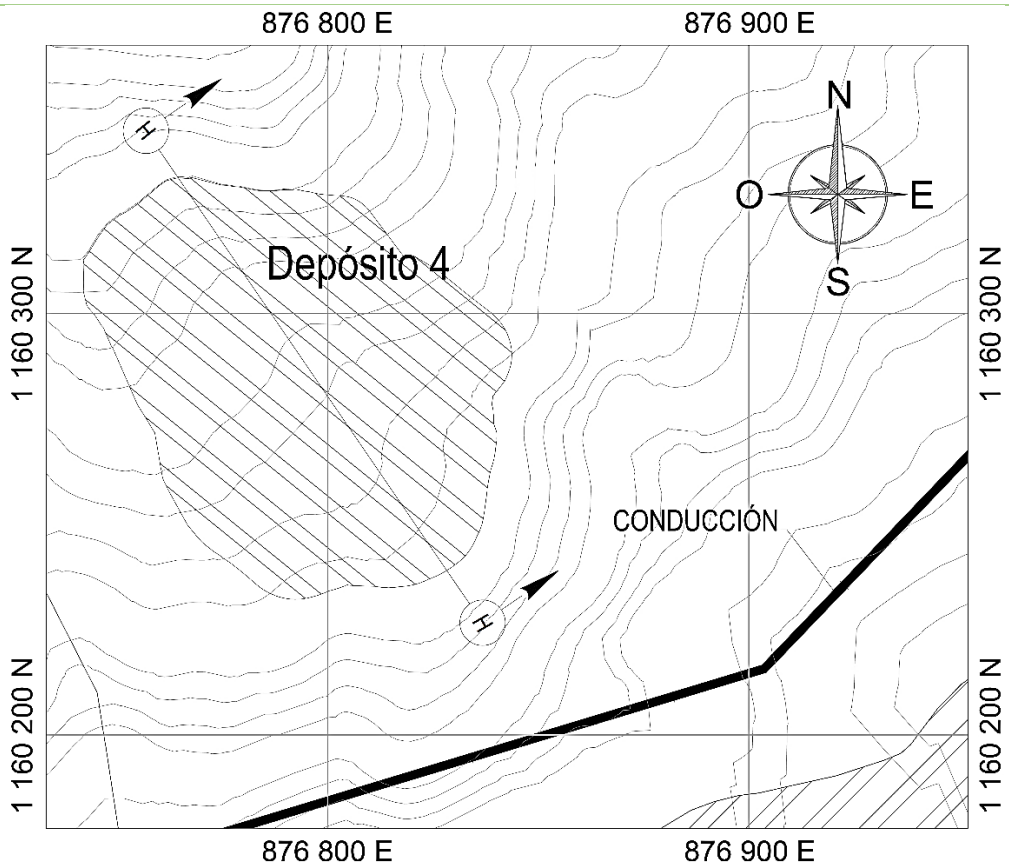


Figura 10-43 Localización en planta sección H depósitos de material excedente 4.

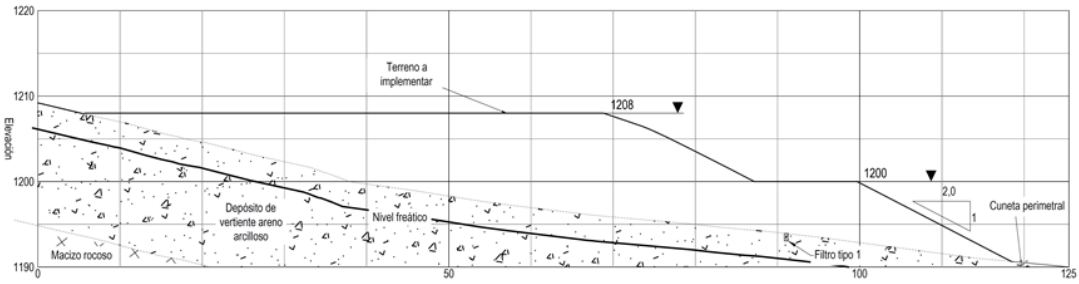


Figura 10-44 Perfil Estratigráfico, depósito 4.

En la Figura 10-45 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,8, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

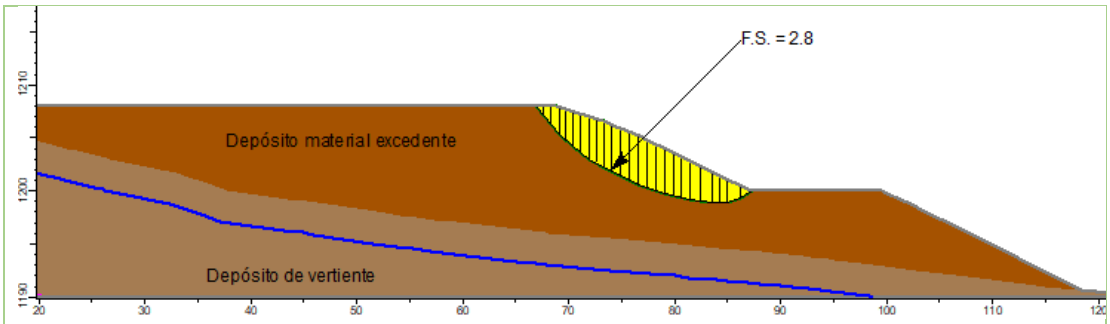


Figura 10-45 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 4.

En la Figura 10-46 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 2,2, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

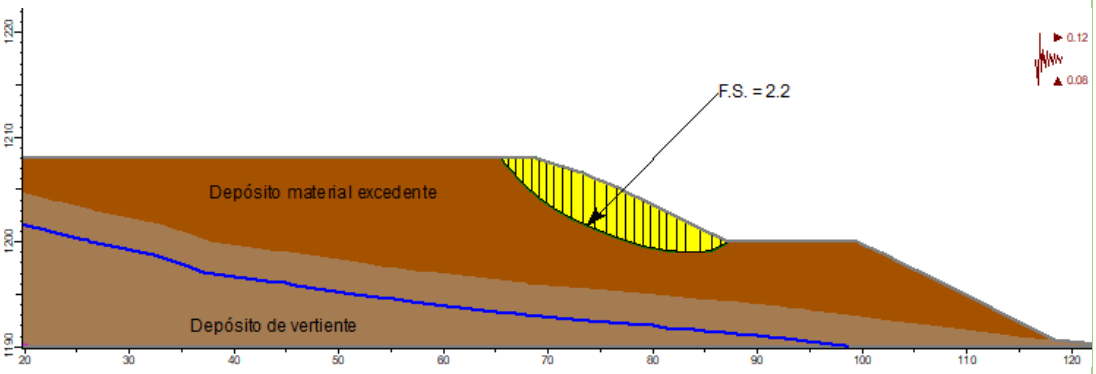


Figura 10-46 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 4.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del depósito 5

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre suelo residual del batolito antioqueño, demás, se encuentra sobre un depósito aluvial.

En la Figura 10-18 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-47.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

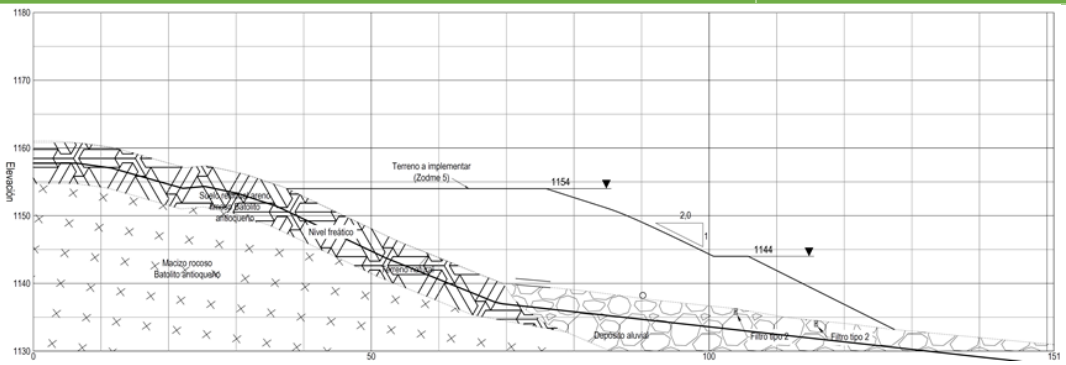


Figura 10-47 Perfil Estratigráfico, depósito 5.

En la Figura 10-48 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,1, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

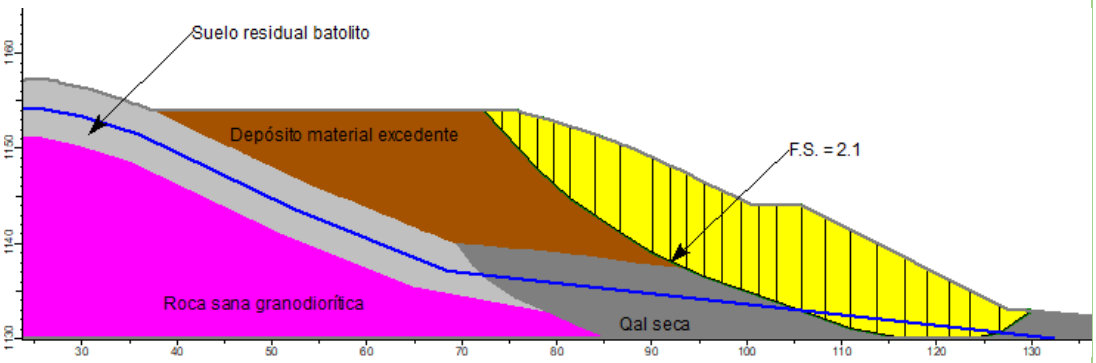


Figura 10-48 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 5.

En la Figura 10-49 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

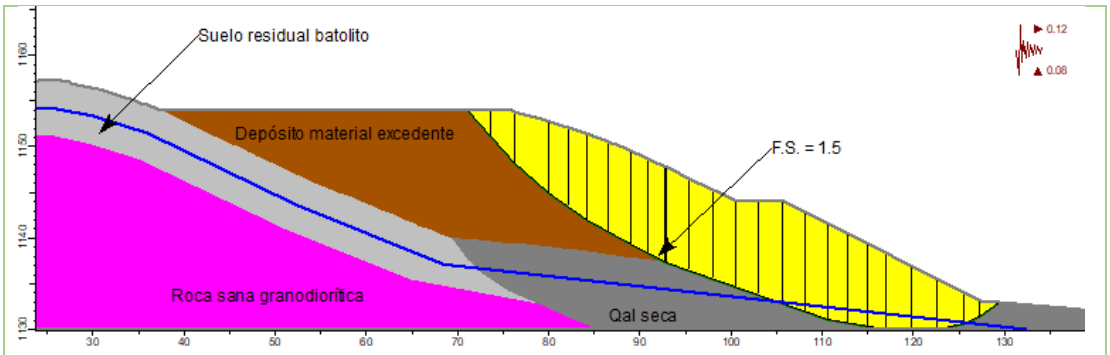


Figura 10-49 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 5.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático del depósito 6

Conforme resultados de la exploración de campo, los depósitos de material excedente se proyectan sobre un depósito de vertiente.

En la Figura 10-18 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-5010.

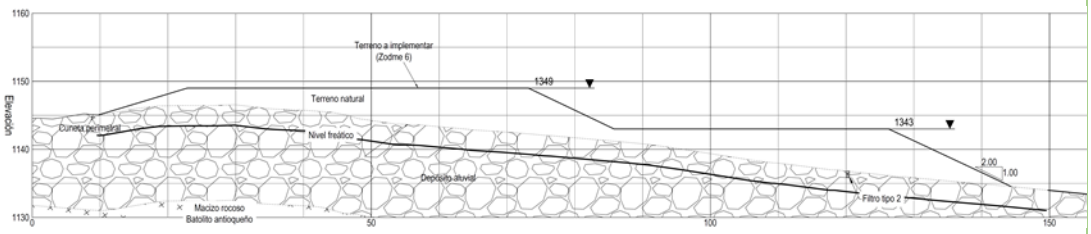


Figura 10-5010 Perfil Estratigráfico, depósito 6.

En la Figura 10-51 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 2,5, el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra. Se recomienda revegetalizar los taludes del depósito de material excedente.

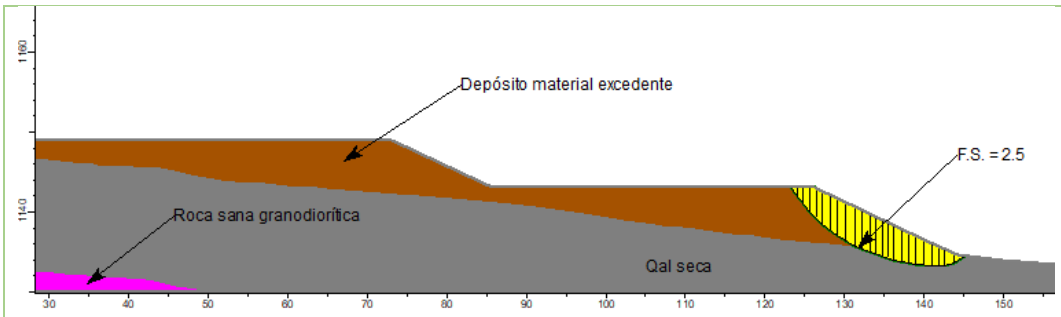


Figura 10-51 Análisis de estabilidad estático. Talud propuesto Depósito 6.

En la Figura 10-52 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 2,0 el cual se considera que cumple para el requerimiento de la obra.

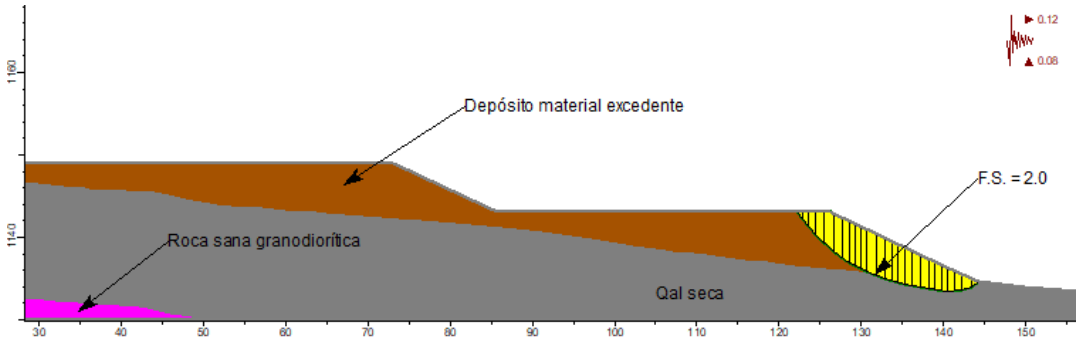


Figura 10-52 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud propuesto Depósito 6.

Recomendaciones conducción

Excavaciones

Se evaluó la estabilidad de los taludes según la localización y geometría propuestos por el responsable del diseño civil del proyecto.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 0+310 Conducción margen izquierda)

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 0+310 se proyectan sobre suelo residual y macizo rocoso fracturado de la roca granodiorítica.

En la Figura 10-53 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-54.

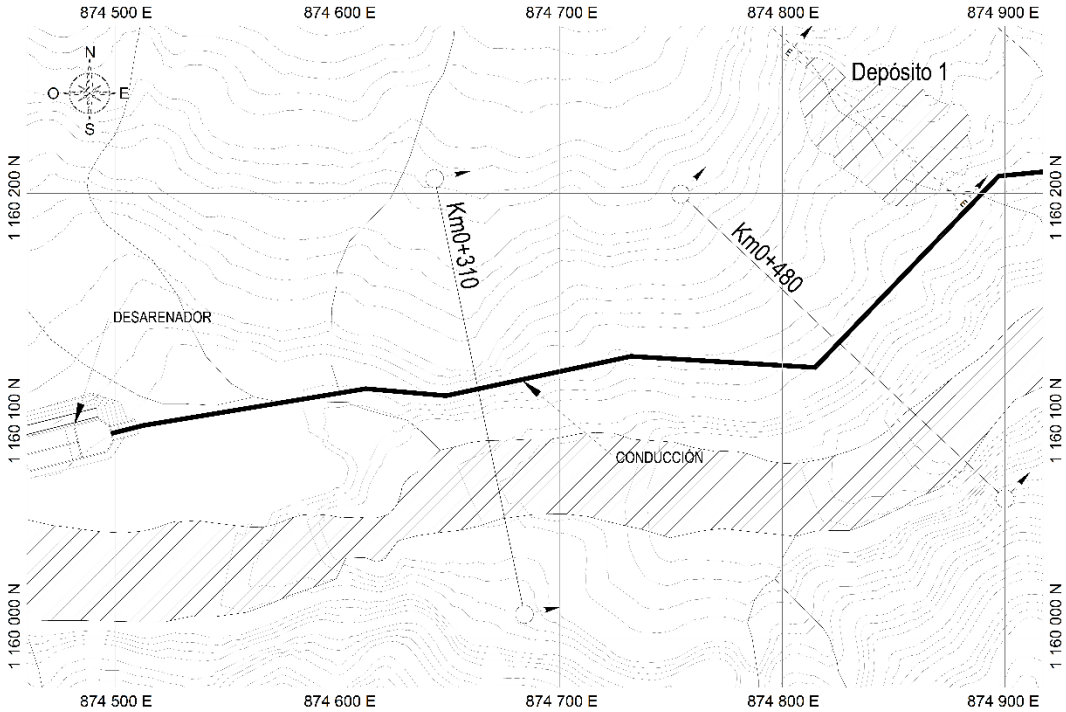


Figura 10-53 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente.

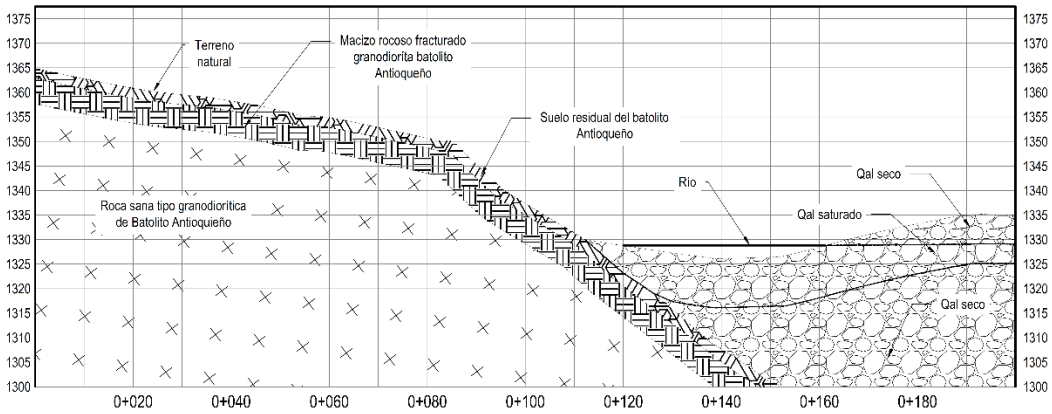


Figura 10-54 Perfil Estratigráfico, km 0+310 – Conducción.

En la Figura 10-55 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Se recomienda realizar una revegetalización inmediatamente después del corte.

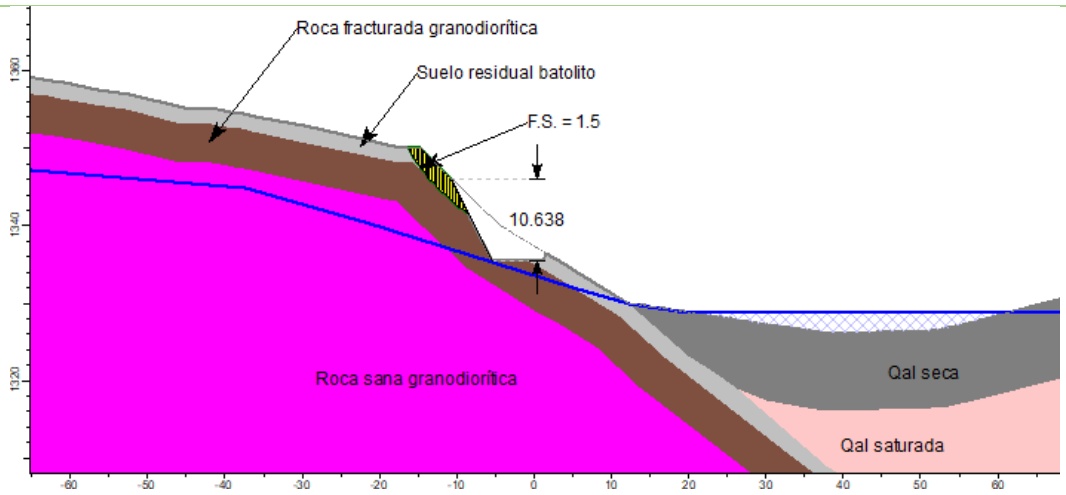


Figura 10-55. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+310 – Conducción.

En la Figura 10-56 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,3, el cual se considera aceptable para la obra.

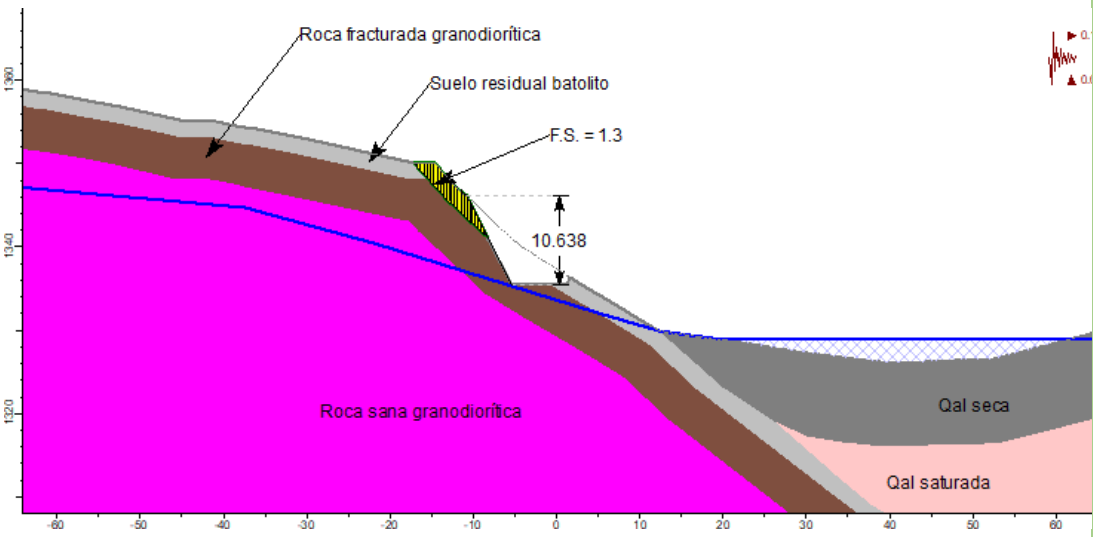


Figura 10-56 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+310 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 0+480 (Conducción margen izquierda)

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 0+480 se proyectan sobre suelo residual.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

En la Figura 10-53 e presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-57.

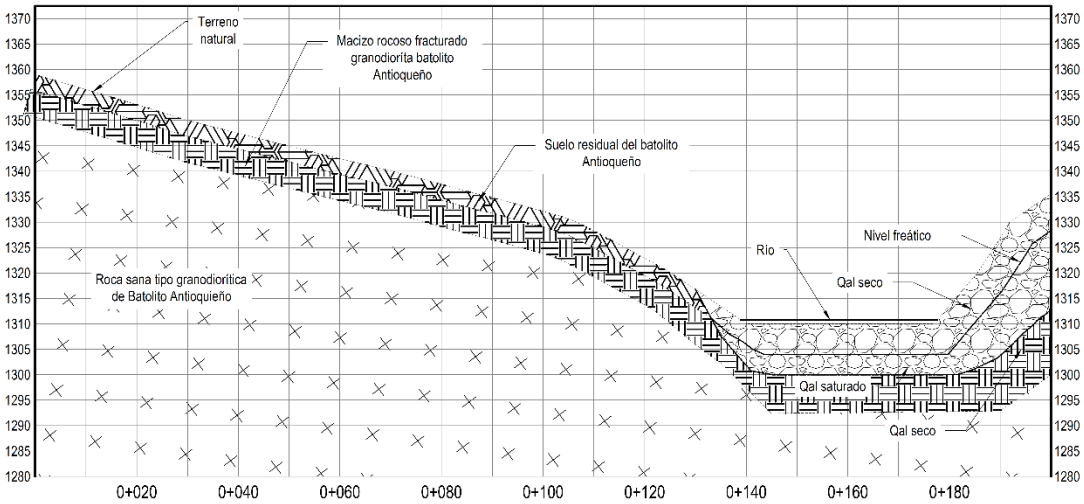


Figura 10-57 Perfil Estratigráfico, km 0+480 – Conducción.

En la Figura 10-58 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,7, el cual se considera aceptable para la obra. Para garantizar la estabilidad del talud se recomienda revegetalizar inmediatamente después del corte.

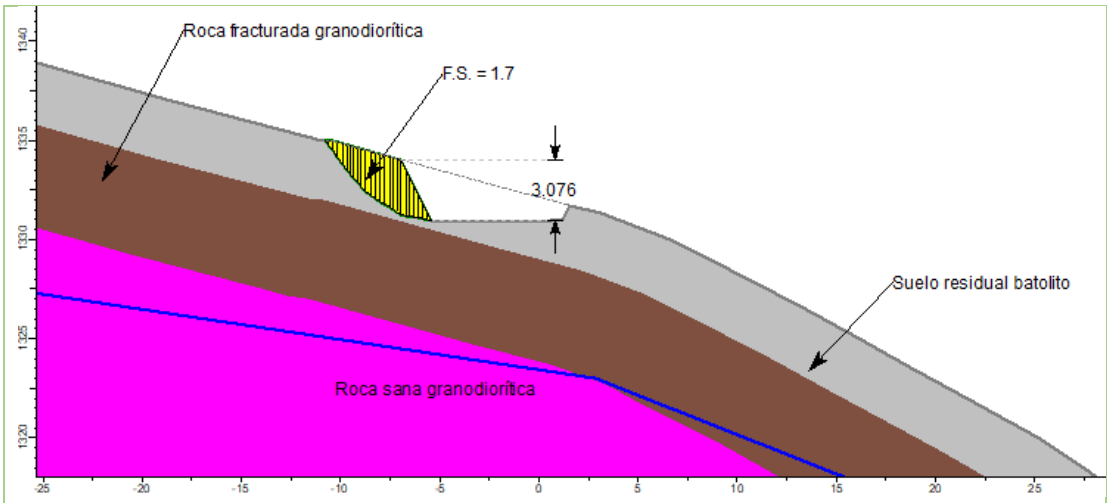


Figura 10-58 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+480 – Conducción.

En la Figura 10-59 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,4, el cual se considera aceptable para la obra.

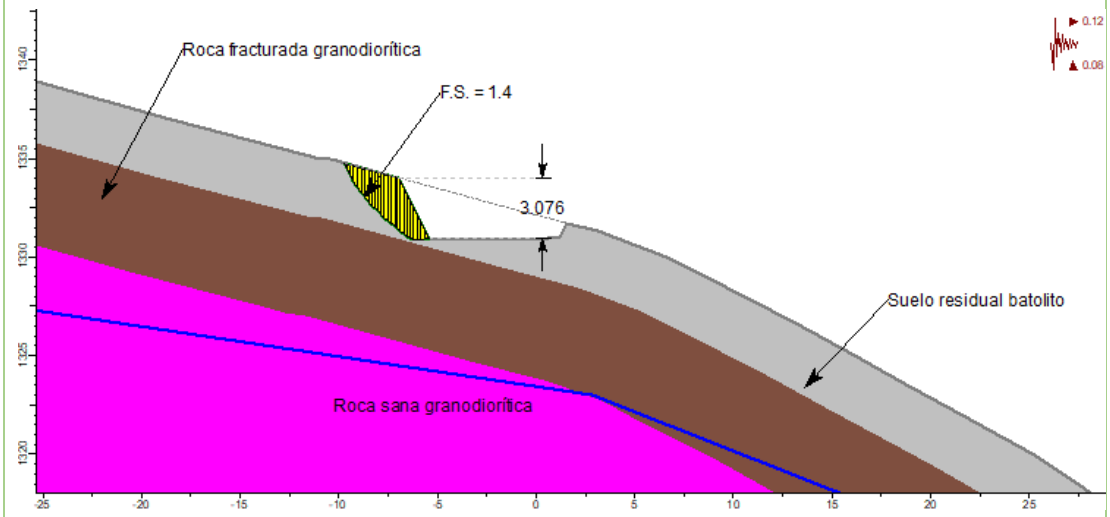


Figura 10-59 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección km0+480 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 0+910 (Conducción margen izquierda)

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 0+910 se proyectan sobre suelo residual y el macizo rocoso granodiorítico.

En la Figura 10-6010 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-61.

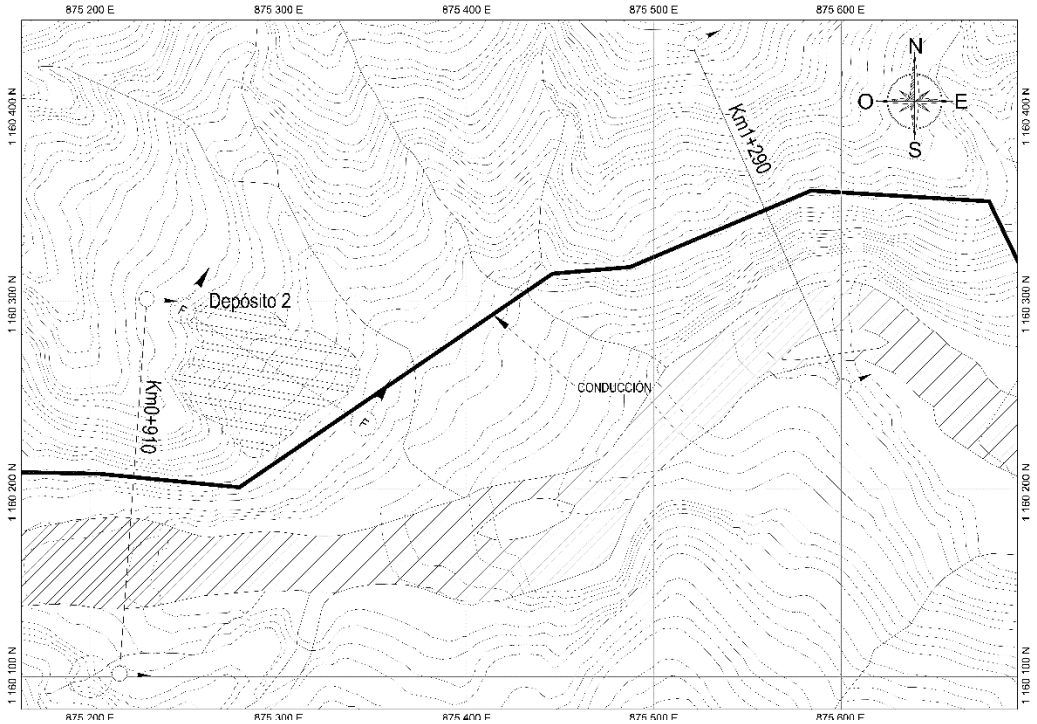


Figura 10-6010 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente.

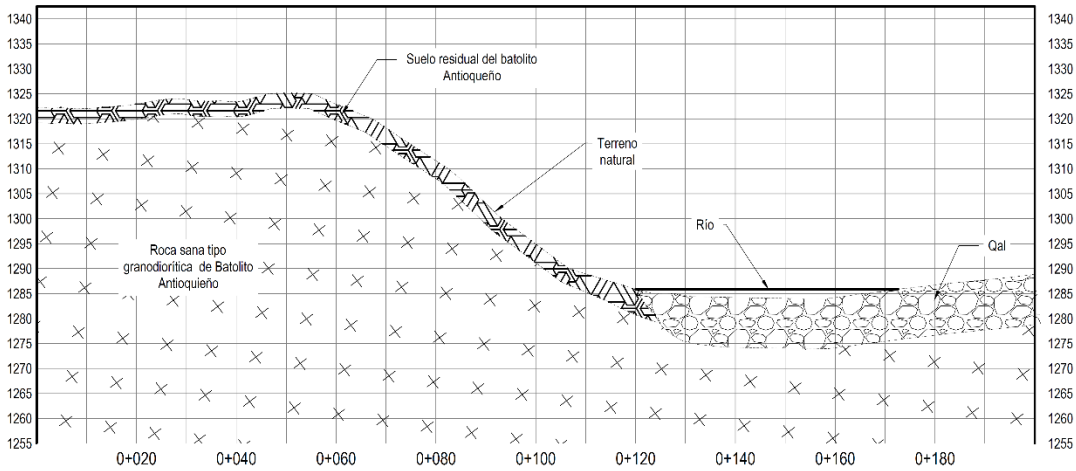


Figura 10-61. Perfil Estratigráfico, km 0+910 – Conducción.

En la Figura 10-62 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda el uso de drenes subhorizontales y la colocación de pernos con una pantalla de concreto.

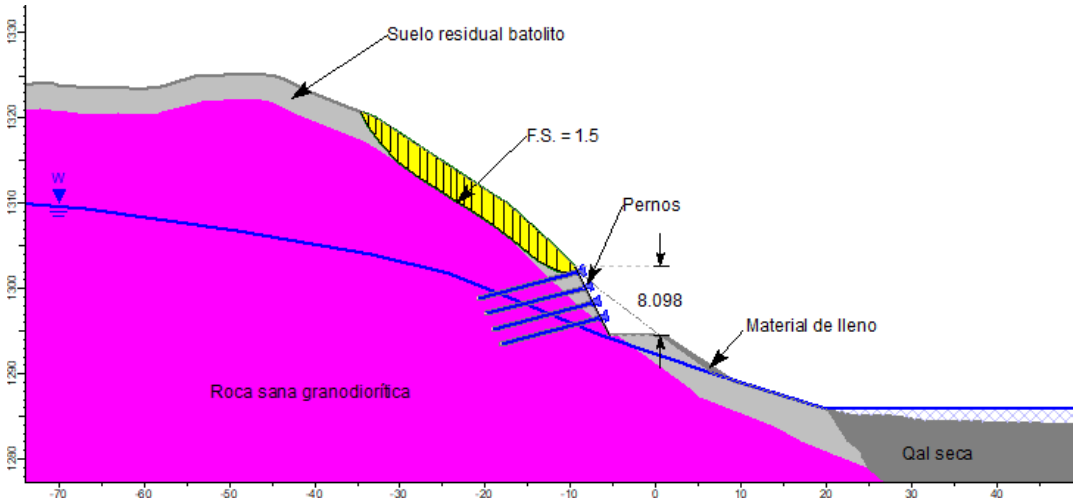


Figura 10-62 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km0+910 – Conducción.

En la Figura 10-63 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

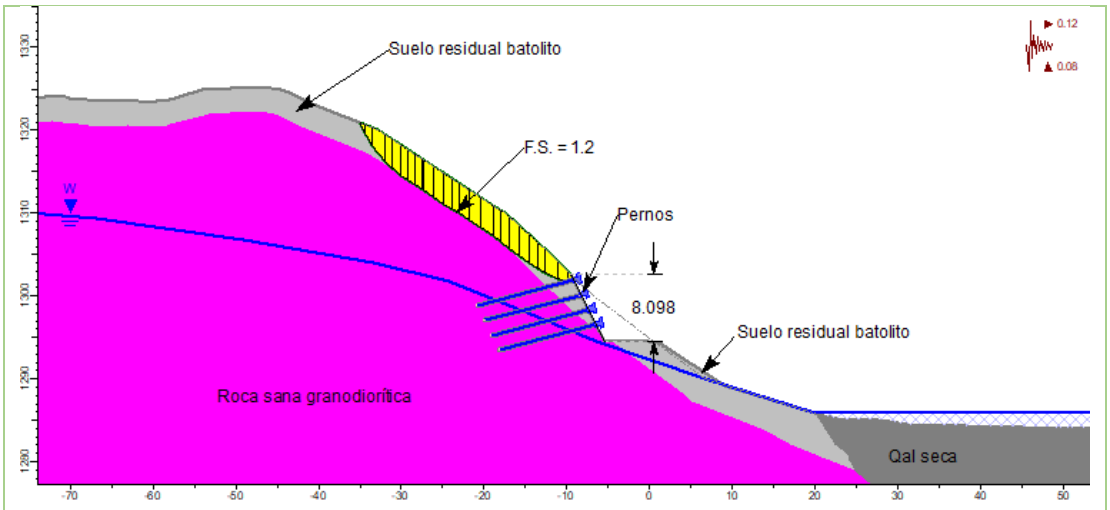


Figura 10-63 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km0+910 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 1+290 (Conducción margen izquierda).

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 1+290 se proyectan sobre suelo residual y el macizo rocoso granodiorítico.

En la Figura 10-6010 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-64.

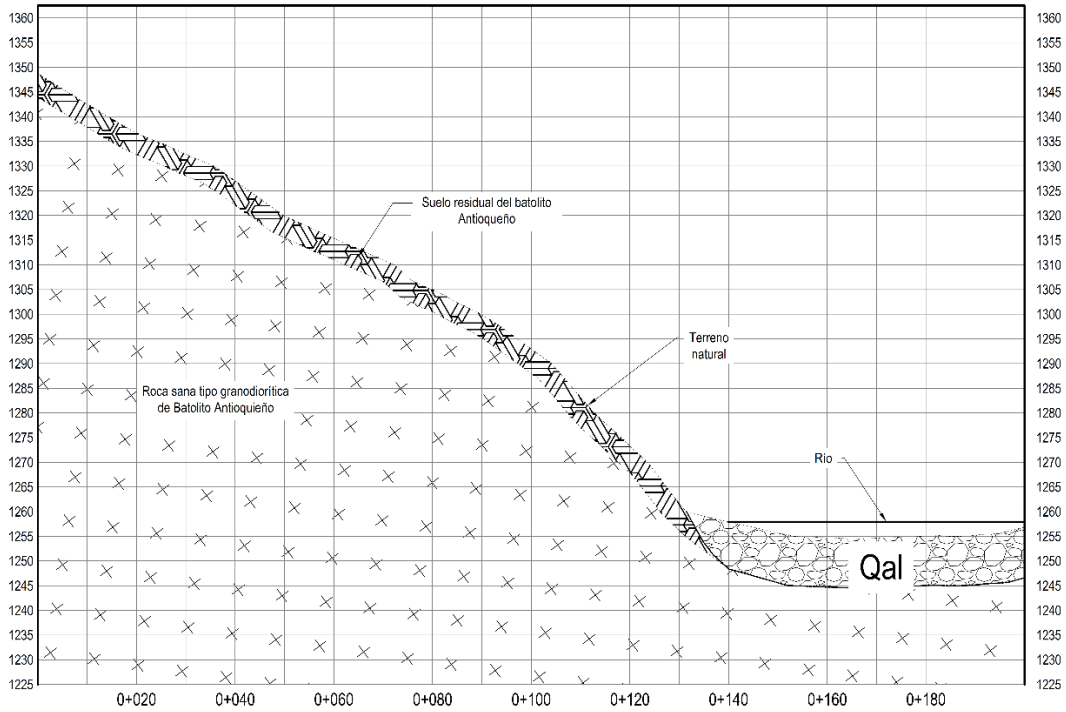


Figura 10-64 Perfil Estratigráfico, km 1+290 – Conducción.

En la Figura 10-6510 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = ,.8, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda revegetalización inmediata después del corte.

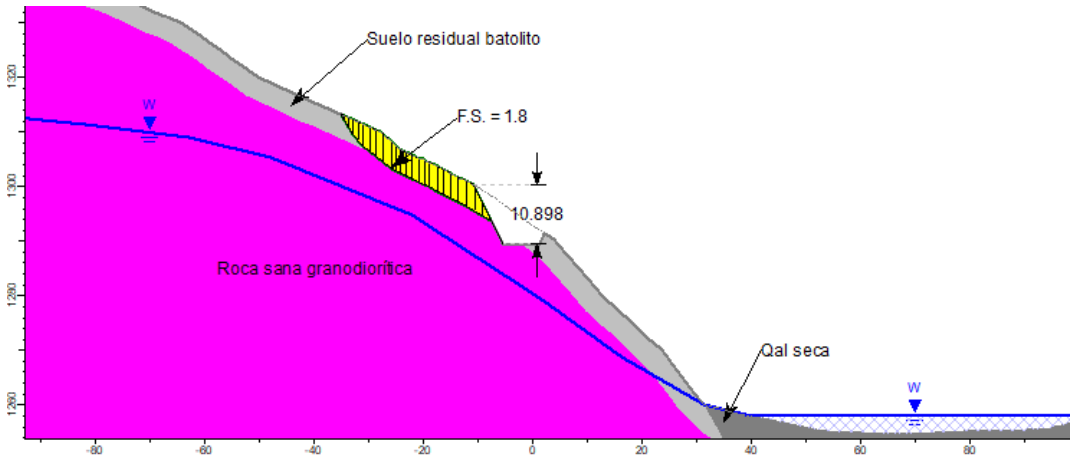


Figura 10-6510 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+290 – Conducción.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

En la Figura 10-66 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,6, el cual se considera aceptable para la obra.

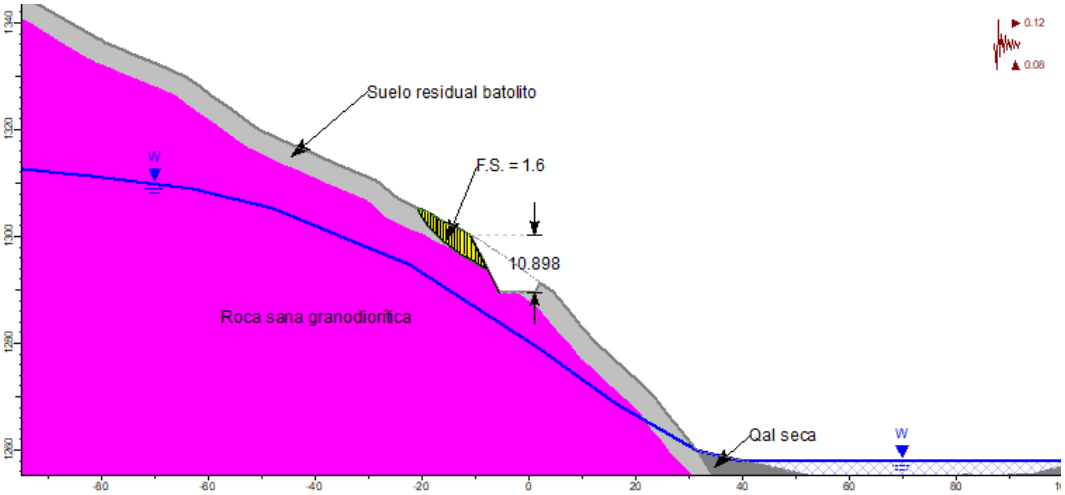


Figura 10-66. Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+290 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 1+680 (Conducción margen izquierda)

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 1+680 se proyectan sobre suelo residual y el macizo rocoso granodiorítico.

En la Figura 10-67 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-68.

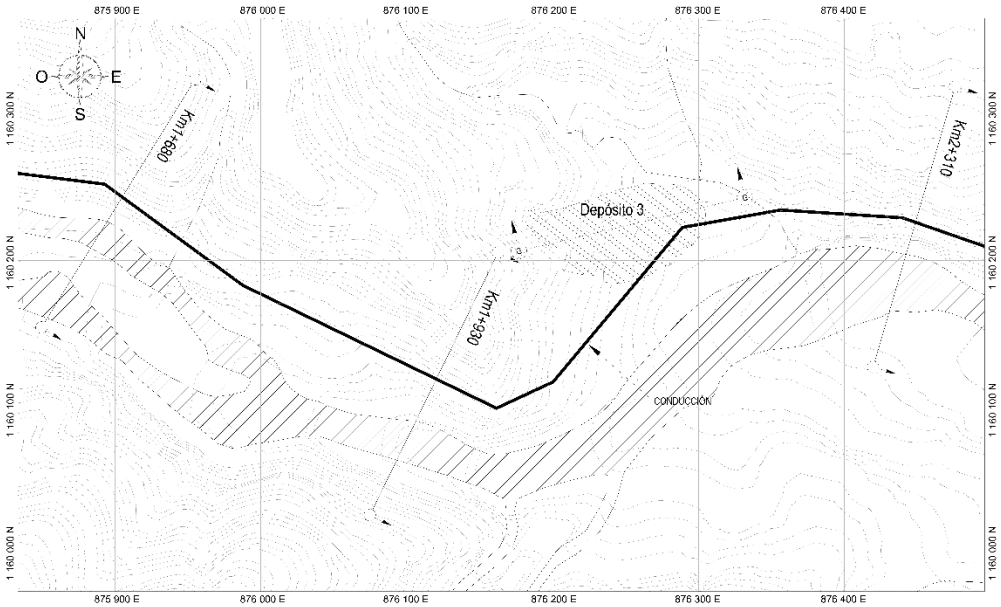


Figura 10-67 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente.

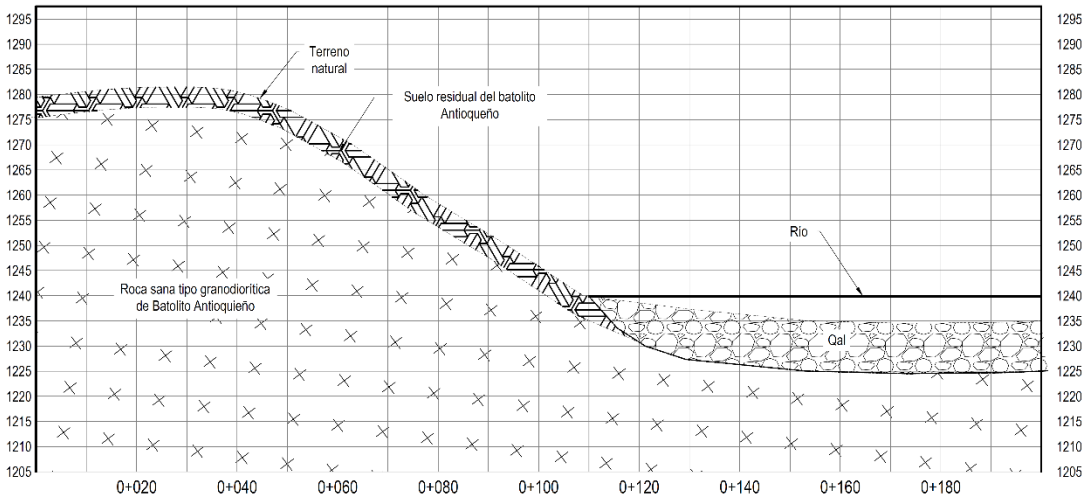


Figura 10-68. Perfil Estratigráfico, km 1+680 – Conducción.

En la Figura 10-69 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda el uso de drenes subhorizontales y la colocación de pernos con una pantalla de concreto.

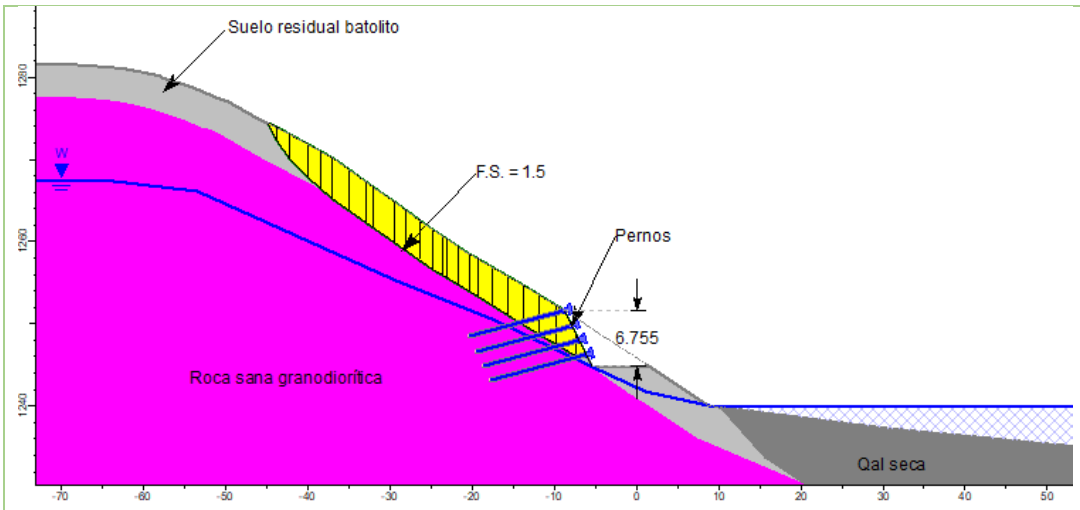


Figura 10-69 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km1+680 – Conducción.

En la Figura 10-70 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

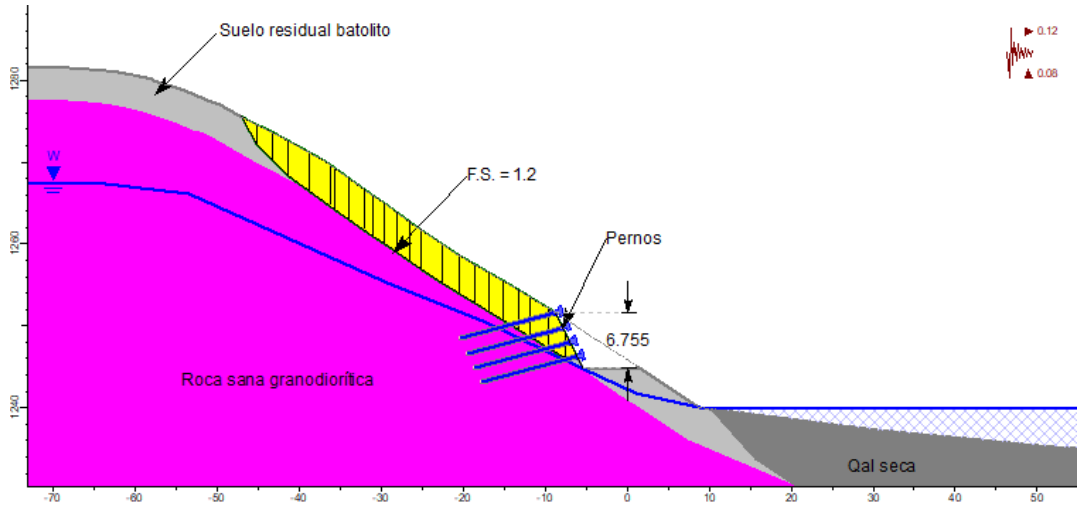


Figura 10-70 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km1+680 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 1+930 (Conducción margen izquierda).

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 1+930 se proyectan sobre suelo residual.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

En la Figura 10-67 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-71.

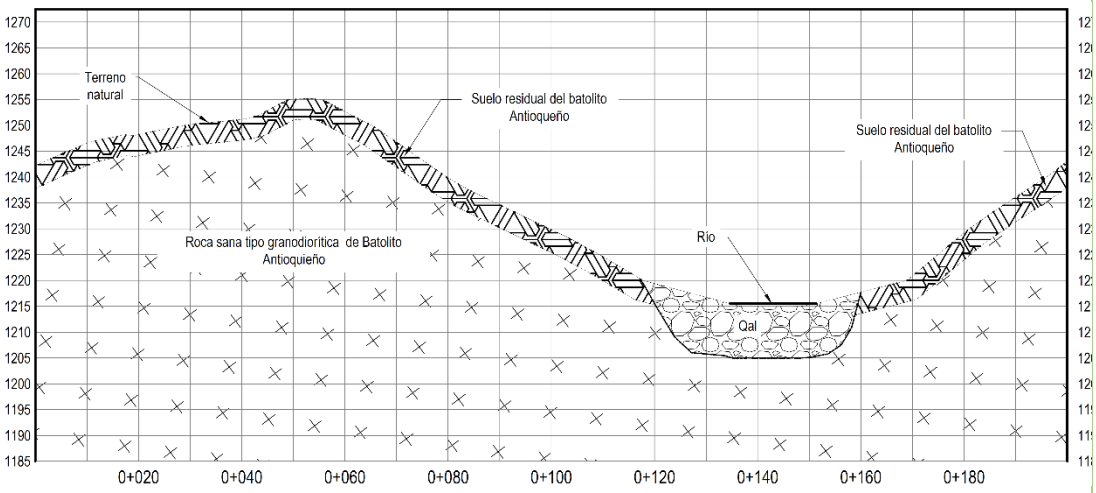


Figura 10-71 Perfil Estratigráfico, km 1+930 – Conducción.

En la Figura 10-72 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda revegetalización inmediata después del corte, además, del uso de drenes subhorizontales en la base del talud.

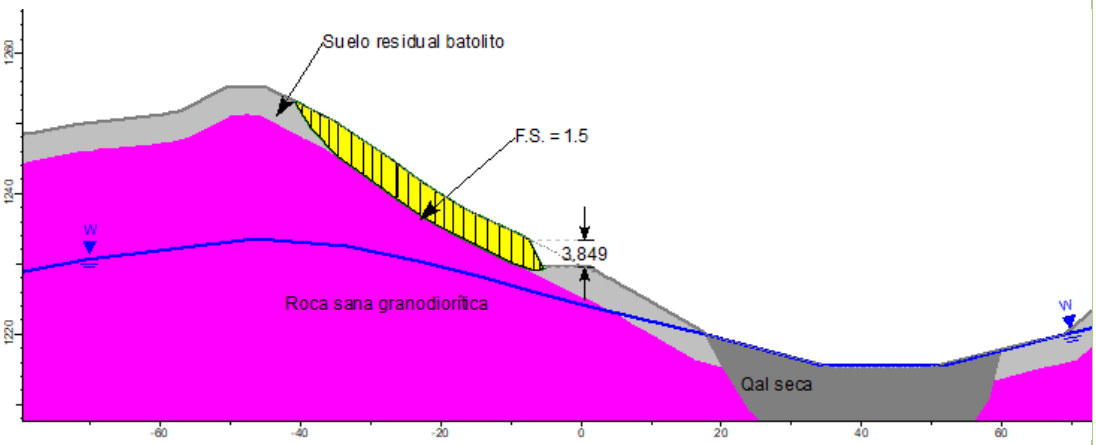


Figura 10-72. Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+930 – Conducción.

En la Figura 10-73 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

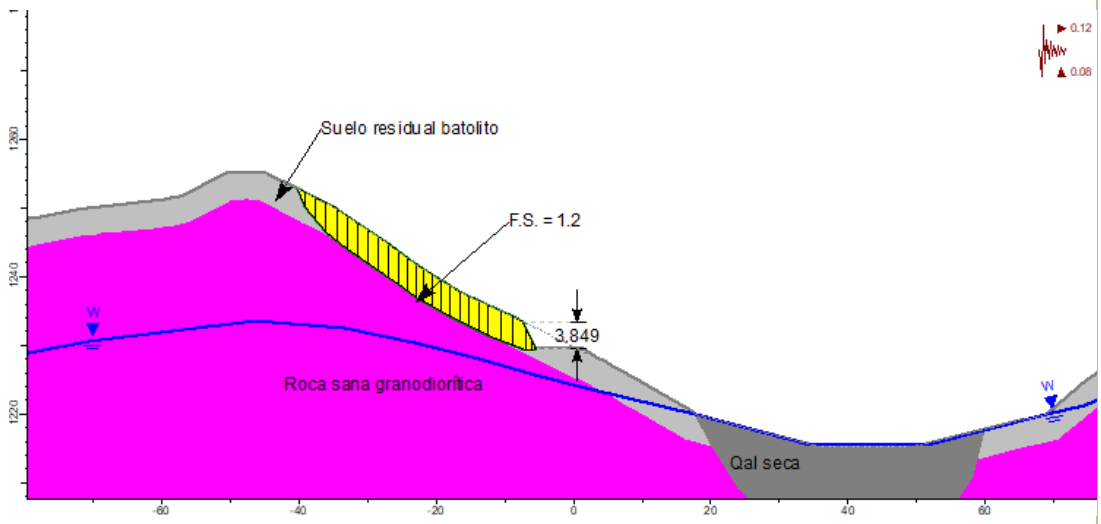


Figura 10-73 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km1+930 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 2+310 (Conducción margen izquierda)

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 2+310 se proyectan sobre suelo residual.

En la Figura 10-67 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-74.

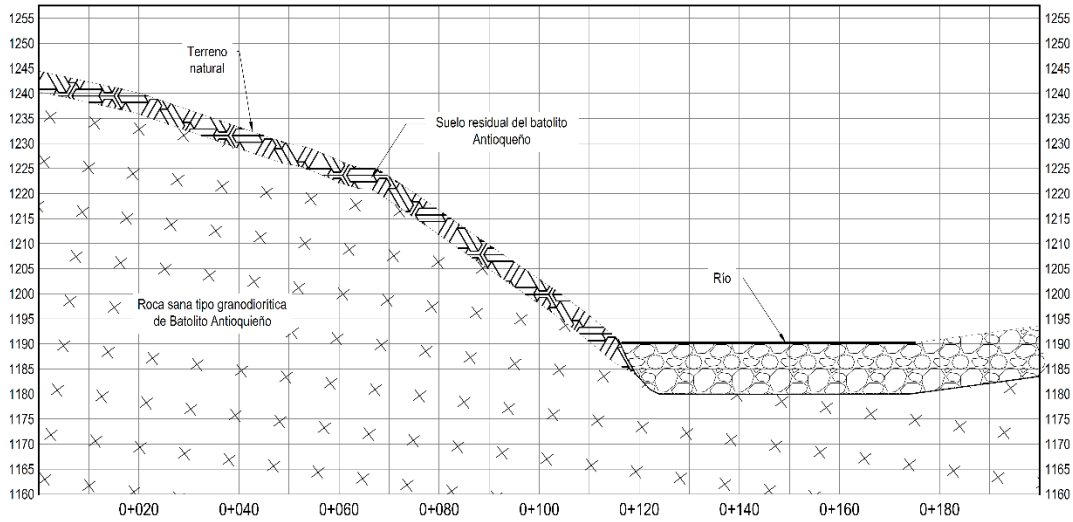


Figura 10-74 Perfil Estratigráfico, km 1+930 – conducción.

En la Figura 10-75 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda el uso de drenes subhorizontales y la colocación de pernos con una pantalla de concreto.

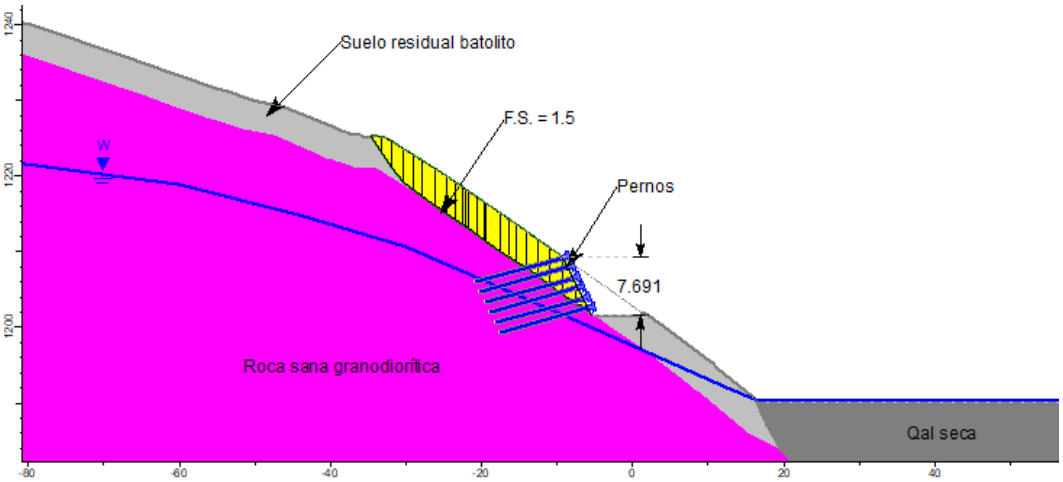


Figura 10-75 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km2+310 – Conducción.

En la Figura 10-76 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

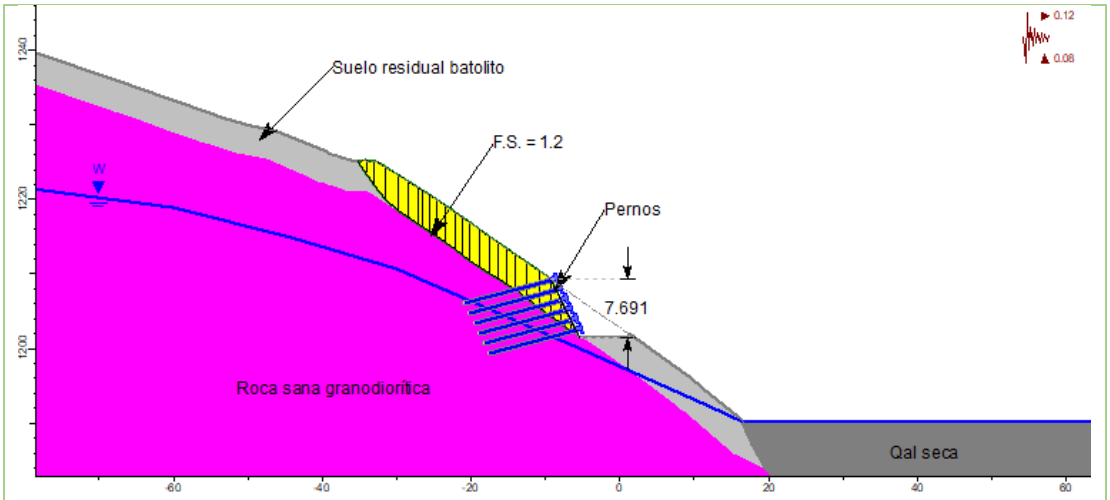


Figura 10-76 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte y tratamiento propuesto. Sección km2+310 – Conducción.

Análisis estático, seudo-estático y cinemático sección km 3+110 (Conducción margen izquierda).

Conforme resultados de la exploración de campo, las obras correspondientes a la conducción cercanas al km 3+110 se proyectan sobre suelo residual.

En la Figura 10-77 se presenta la ubicación en planta del perfil sobre el cual se construyó el modelo geológico, para realizar los análisis de estabilidad como se observa en la Figura 10-78.

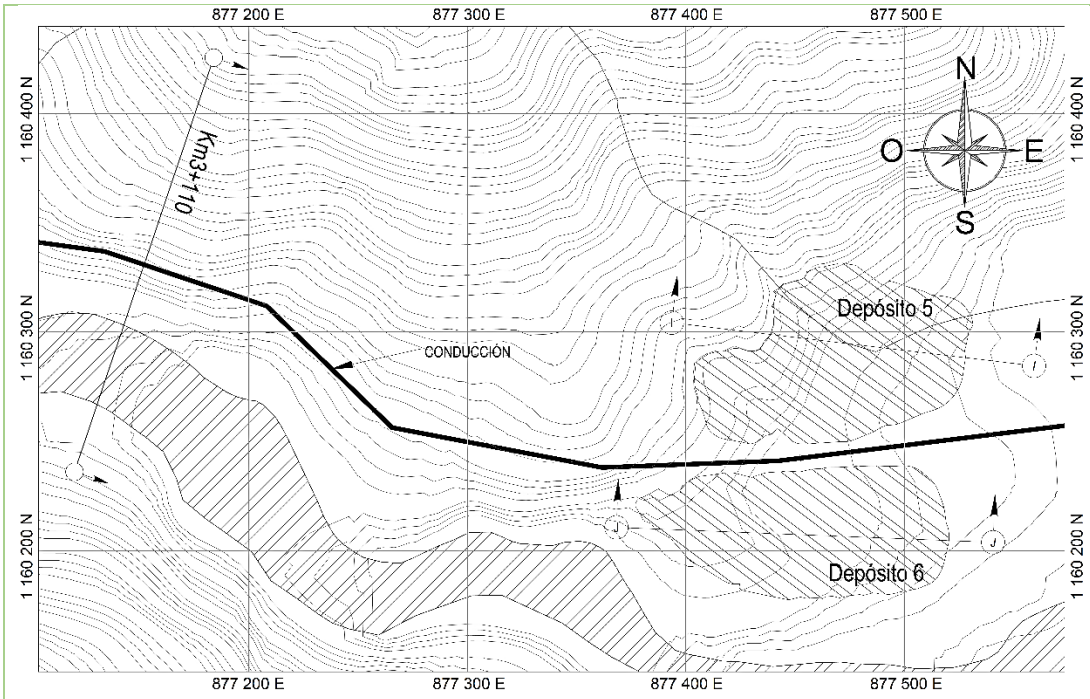


Figura 10-77 Localización en planta secciones conducción y depósitos de material excedente.

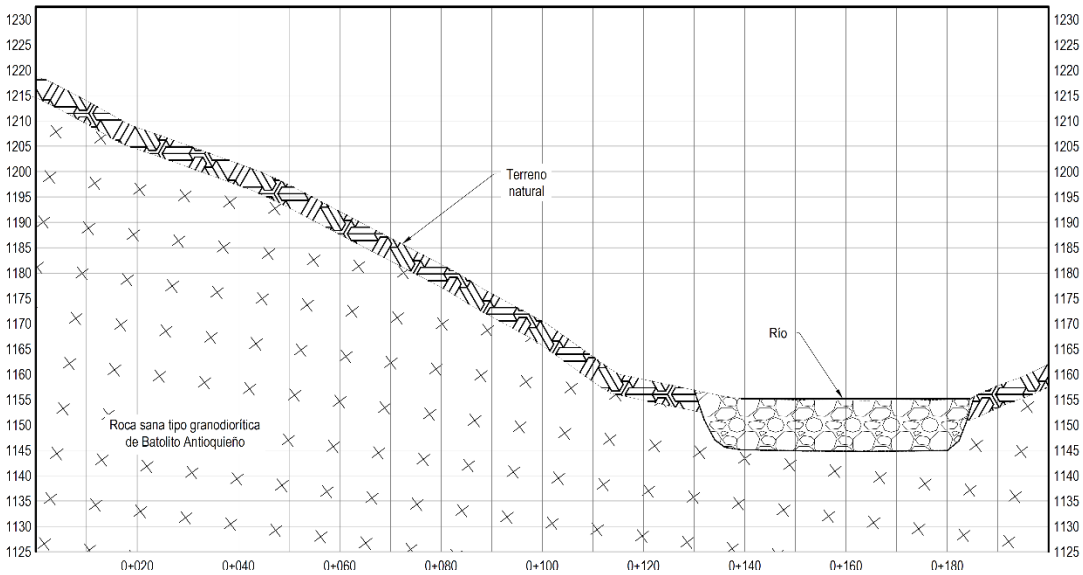


Figura 10-78 Perfil Estratigráfico, km 3+110 – conducción.

En la Figura 10-79 se presenta el análisis de estabilidad estático para la conformación del talud izquierdo bajo falla local, obteniéndose un factor de seguridad de F.S = 1,5, el cual se considera aceptable para la obra. Para lograr la estabilidad del talud se recomienda revegetalización inmediata después del corte.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

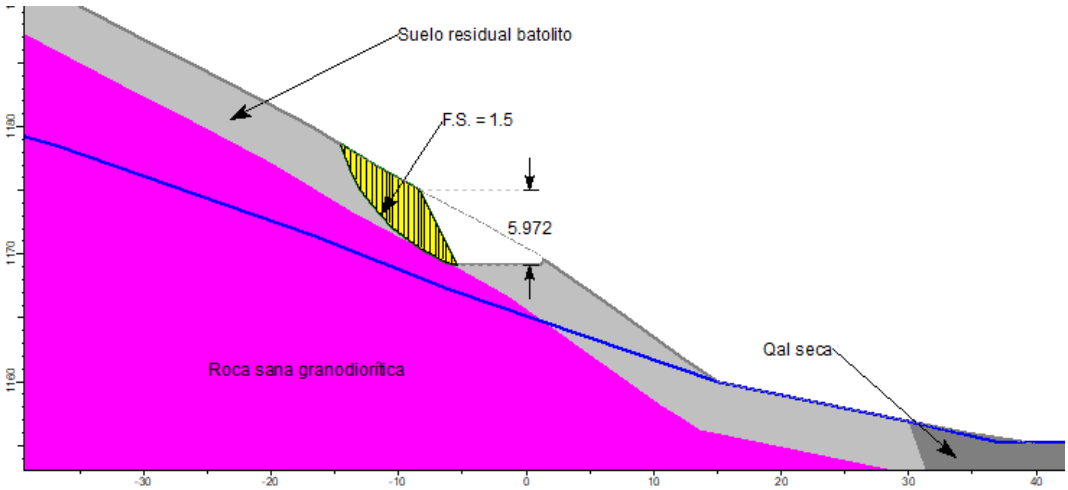


Figura 10-79 Análisis de estabilidad estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km3+110 – Conducción.

En la Figura 10-80 se presenta el análisis de estabilidad bajo la influencia del sismo de diseño, en donde se obtiene un factor de seguridad de F.S = 1,2, el cual se considera aceptable para la obra.

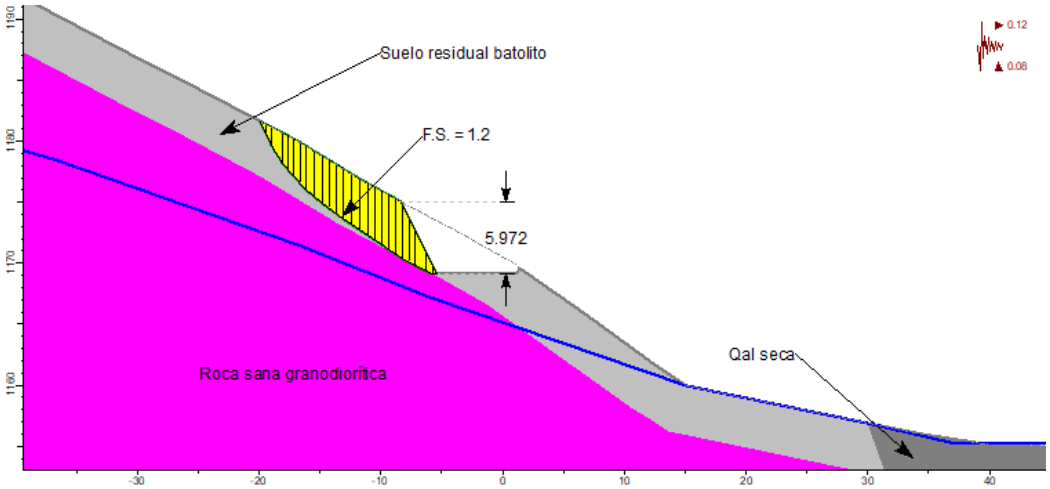


Figura 10-80 Análisis de estabilidad seudo-estático. Talud izquierdo con corte propuesto. Sección Km3+110 – Conducción.

Otras recomendaciones

Implementación de un sistema flexible de estabilización superficial con pernos de anclaje: Un sistema de sostenimiento flexible se define como un conjunto de elementos formado principalmente por una membrana de material de elevada resistencia a tracción, la cual es capaz de recibir o aplicar empujes al terreno de forma continua y transmitir esos

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

esfuerzos a la cabeza del conjunto de anclajes y de aquí a la parte estable del macizo, para cualquier condición y tipo de terreno.

Debido a las presiones ejercidas por el terreno sobre la membrana, ésta se deformará con una cierta curvatura y generando una tensión de tracción en la membrana. La fijación de la membrana superficial se realiza mediante un conjunto de anclajes que atraviesan la zona inestable y se anclan en la zona estable del terreno. Dependiendo de la magnitud de la tensión de tracción a la que esté sometida la membrana y de la curvatura de la misma, se producirá una presión continua estabilizadora sobre el terreno.

Este sistema está compuesto, en general, por mallas electrosoldadas y pernos de anclaje.

Foto 10-1 Funcionamiento de sistemas de retención con mallas

Recomendaciones generales

- Se hará un adecuado manejo geotécnico de taludes durante la construcción de obras, mediante la adecuación de instalaciones o montajes según criterios de estabilidad y factor de seguridad determinados en los estudios de detalle; allí se determinarán las medidas constructivas con el apoyo del análisis de estabilidad de los taludes realizado para la zona.
- Se conformarán los taludes requeridos, con alturas y ángulos determinados en la caracterización geotécnica y análisis de estabilidad de los taludes realizados para la zona.
- En caso de encontrarse grietas en las superficies de los taludes, se deberán sellar las mismas para impedir la infiltración del agua superficial o de escorrentía.
- En los sectores donde se realicen cortes y rellenos durante las obras de construcción e instalación de la infraestructura de la central hidroeléctrica se contempla la construcción de obras de estabilización como muros en gaviones, mampostería de piedra pegada, drenes y filtros, entre otras, diseñadas con base en estudios geotécnicos puntuales y específicos.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

- Se hará una inspección ocular periódica a todos los taludes conformados, con especial énfasis a los sitios considerados como potencialmente inestables y las zonas afectadas por procesos erosivos, se debe realizar un estricto control en los procesos de excavación y disposición de materiales, así como de las obras de drenaje superficial.

3. Construcción de obras para mitigar y estabilizar procesos erosivos identificados.

La erosión afecta de forma directa a la estabilidad de taludes y consiste básicamente en la disgregación o desgaste de un terreno, ya sea roca, suelo o mezcla de ambos, por la meteorización o acción que sobre el terreno ejercen los diferentes agentes atmosféricos.

Una vez meteorizada la superficie, se puede producir un transporte o arrastre de ese material disgregado, constituyendo, a su vez, otro factor de degradación de la superficie, originando desprendimientos, deslizamientos e inestabilidades locales y el arrastre y pérdida de los materiales componentes.

Previo a la elección y puesta en práctica de medidas para controlar la erosión y la inestabilidad superficial de un talud, se hace necesario garantizar la estabilidad global del conjunto. No sirve llevar a cabo medidas de control de la erosión o de estabilización superficial si la estabilidad global del conjunto estuviese comprometida. Una vez tomadas las medidas oportunas de estabilización global (en caso de ser necesarias), las medidas de control de la erosión y de estabilización superficial, aparte de desempeñar su labor específica, ayudaran a mantener la estabilidad del conjunto, controlando los diferentes procesos erosivos y su evolución, las que podrían llegar a comprometer no solo la estabilidad superficial, sino también la global del conjunto.

- A partir del inventario de los procesos erosivos de la fase de estudios de detalle, se calcularán, propondrán y plantearán los parámetros de diseño, obras, mecanismos y actividades de prevención, control y mitigación de los procesos de inestabilidad geológica o reactivación de procesos erosivos que puedan desarrollarse a partir de la realización de obras, montajes, instalaciones y/o actividades del proyecto durante todas sus etapas.
- Se deberán desarrollar obras de evacuación de aguas superficiales en los sitios donde se hayan identificado procesos erosivos activos e inactivos que vayan a ser intervenidos a través de la construcción de estructuras para el proyecto.
- Se deberá realizar un control periódico, trimestral especializado en el avance y comportamiento de procesos erosivos en el interior del Área de Influencia del proyecto. Este control deberá realizarse por un profesional en geología y/o geotecnia que implementará las técnicas necesarias de acuerdo con la clasificación de riesgo en la que se ubique el proceso erosivo.
- Cada vez que se realice el seguimiento y control geotécnico a los procesos erosivos, debe emitirse un informe a la dirección de obra para tomar decisiones con respecto a qué medidas implementar, según lo amerite el caso.

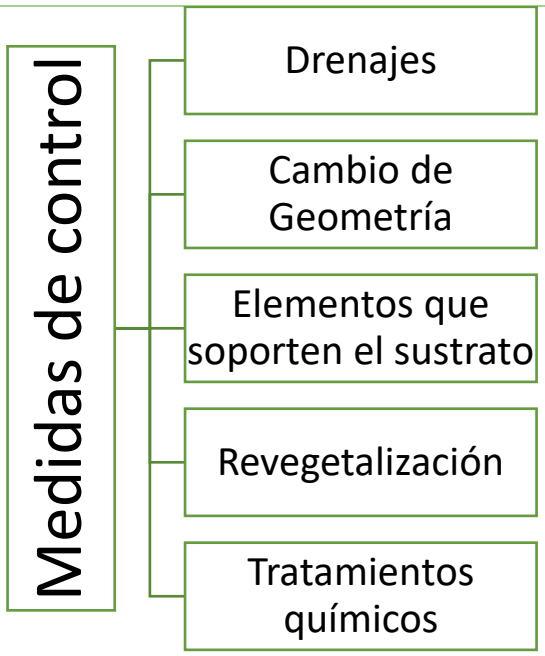


Figura 10-81 Esquema control de la erosión en taludes y laderas

Drenajes: Los drenajes mal diseñados también pueden ocasionar daños por un exceso de velocidad, provocando erosión que conlleva a una inestabilidad superficial, es por esto, que para su dimensionamiento se requiere cálculo del caudal máximo de escorrentía que se puede esperar y que permita diseñar toda la red de elementos de drenaje, capaces de conducir el agua hasta un cauce natural. Para diseñar el canal de drenaje de un talud, se deberán tener en cuenta aspectos constructivos, económicos y de eficiencia hidráulica. Los canales más usados en taludes son de forma trapecial, donde existen distintas recomendaciones en base al terreno y a la geometría del talud.

Cambio de la geometría: El cambio de la geometría de un determinado talud puede realizarse mediante soluciones tales como la disminución de la pendiente a un ángulo menor, la reducción de la altura (especialmente en suelos cohesivos) y la colocación de material en la base o pie del talud para lo cual es común usar material de los cortes superiores del talud.

Se debe dotar al talud de una pendiente adecuada, no solo de aquella que permita mantener la estabilidad global del conjunto, sino que se consiga un equilibrio entre superficie expuesta y pendiente adecuada; a mayores pendientes, menor será la superficie expuesta a la meteorización, pero también será más difícil mantener su estabilidad. Al realizar cambios favorables en la geometría del talud se trata de disminuir los esfuerzos que causan la inestabilidad, ya sean globales o superficiales (Figura 10-82).

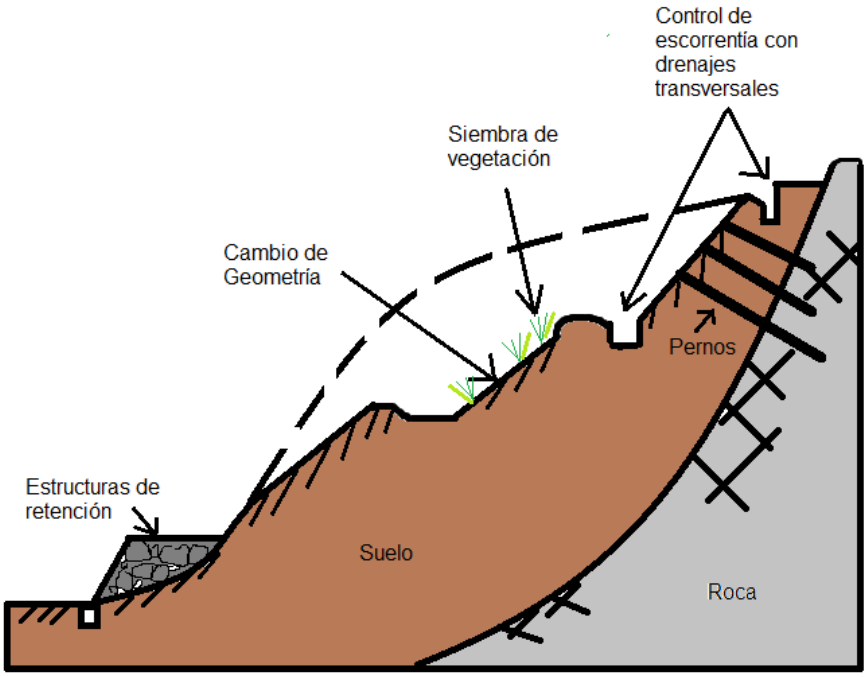


Figura 10-82 Esquema de cambio de geometría en taludes

Elementos soporte del sustrato o láminas flexibles: Los elementos soporte del sustrato cumplen la función de retener y facilitar el crecimiento de la vegetación en la superficie de un talud, ya sea de forma natural o de hidrosiembra. Estos elementos contienen el sustrato orgánico y/o la semilla que dará origen a la vegetación, intentando crear las condiciones para su posterior desarrollo. Esta medida de control de la erosión, consistente en una lámina flexible, disminuye en parte la velocidad de erosión, pero no se pueden catalogar como medidas de estabilización superficial, debido a que no aportan estabilidad a la superficie. Sin embargo, existen un sistema flexible de mallas metálicas ancladas al talud con pernos de anclaje, las que pueden aportar una capacidad soportante que las faculta para estabilizar superficialmente un talud. Algunos elementos de soporte del sustrato son:

- Mantas orgánicas y redes naturales
- Geosintéticos
- Mallas de alambre galvanizado

Revegetalización de taludes: Es una solución técnica destinada a la restauración paisajístico-ambiental de la zona del talud, y trata de devolver a la superficie del talud la protección activa que la cubierta vegetal le ofrecía. Se trata de una técnica de aplicación directa sobre la superficie del terreno y que se realiza una vez ejecutada la excavación del desmonte. Tiene resultados de tipo hidrológico, ya que afecta a la infiltración, evaporación, transpiración y a todos los otros fenómenos hidrológicos que se producen en la naturaleza.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Por otro lado, la vegetación tiene un efecto mecánico sobre el talud, esto quiere decir que retiene las partículas de suelo, disminuyendo la acción del viento o atenuando la erosión del talud.

La implementación de esta medida se detalla en el PMA-MF-03.

Tratamientos químicos: Existe una serie de tratamientos con productos químicos que, por sus propiedades y características específicas del suelo, generan condiciones favorables para frenar los procesos erosivos en un talud. Estos tratamientos actúan con poder aglomerante o floculante, lo que genera que el suelo adquiera un grado de compactación y una estructura que lo vuelve resistente a los efectos de la erosión, o por lo menos reduce la velocidad de erosión en la superficie.

Para el caso de suelos poco cohesivos, donde la erosión es más acelerada y el crecimiento de la vegetación es lento, estos productos químicos pueden ser útiles.

4. Ejecución de obras para el manejo de aguas en las zonas que requieran atención (drenajes, rondas de coronación, filtros cunetas)

- Se propone construir cunetas de coronación en los taludes de las vías y los depósitos que dirijan las aguas hacia los drenajes naturales.
- Construir estructuras de amortiguación antes de la entrega a los cauces naturales.
- Se realizará el respectivo mantenimiento y limpieza de los sistemas de drenajes que vayan a ser instalados, con el fin de evitar el deterioro y mal funcionamiento de estos, para prevenir la activación de procesos erosivos o de remoción de masas
- Se deberán construir obras de conducción, control, disipación y sedimentación de las aguas superficiales que afecten las áreas a intervenir con obras, montajes o instalaciones del proyecto.
- Se construirán sistemas de filtros para aguas subterráneas y/o niveles freáticos, cunetas perimetrales con cajas sedimentadoras finales para aguas lluvias y de escorrentía, en acopios temporales de suelo orgánico, acopios temporales excedentes de excavaciones, patios de acopio de material de construcción y botaderos. La construcción de estos sistemas de drenaje debe garantizar la estabilidad y prevenir la reactivación de procesos erosivos en las zonas a intervenir durante la etapa de construcción.

5. Remoción y atención de los deslizamientos durante construcción y operación

Los deslizamientos se producen por diferentes fenómenos como la alta pluviosidad que agrega peso a las laderas que por inercia provoca la caída de material sobre la calzada de las vías de acceso y sobre la infraestructura del proyecto. También pueden ser causados por el uso inadecuado del suelo en las laderas como mal manejo de escorrentías y drenajes, deforestación, ganadería y los cultivos limpios.

De esta manera los 4.087 m de las vías de acceso deben ser monitoreadas permanentemente en diferentes puntos para detectar la ocurrencia de estos procesos.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMA-MF-09

Tabla 10-8 Vías objeto de atención para deslizamientos

Vía	Longitud (m)
Acceso a casa de máquinas	674
Captación	975
Vía sector de la escuela	238
Vía autopista Medellín Bogotá - Puente de las Arenosas	1.500
Vía a La Placeta	700
Total	**4.087**

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Profesional geólogo/ geotecnista • Ingeniero civil (Auxiliar de obra)	• Profesional geólogo/ geotecnista

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Cumplir con los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica.	**Taludes con tratamientos según zonificación geotécnica** $PCTSG\ (\%) = \frac{NTSG}{NTC} * 100\%$ $PCTSG$: Porcentaje de cumplimiento en los tratamientos realizados a los taludes según zonificación geotécnica. $NTSG$: Número de taludes con tratamientos según zonificación geotécnica. NTC: Número total de taludes proyectados a tratar	75%	Una vez al comienzo del establecimiento de los taludes en fase de construcción.

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión		PMA-MF-09	
Minimizar el riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras y asegurar la integridad de las mismas	**Estabilidad de Taludes** $PET = \frac{NTI}{NTC} * 100\%$ PET: Porcentaje de estabilidad de taludes NTI: Número de taludes con problemas de estabilidad NTC: Número total de taludes conformados	5%	Trimestral a partir del establecimiento de los taludes en fase de construcción.
Remover los deslizamientos que se presenten en las vías de uso por el proyecto. Minimizar el riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras, asegurar la integridad de las mismas.	**Respuesta a las afectaciones ocasionadas por la inestabilidad de taludes** $PAI = \frac{NAI}{NA} * 100\%$ PAI: Porcentaje de afectaciones con intervenciones apropiadas NAI: Número de afectaciones con intervención NA: Número de afectaciones que se presentaron durante la construcción del proyecto.	90%	Trimestral a partir del establecimiento de los taludes en fase de construcción.
Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras.	**Efectividad en el control de procesos erosivos** $ECPE\ (\%) = \frac{PEC}{PEI} * 100\%$ $ECPE$: Efectividad en el control de procesos erosivos.	75%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada dos

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión			PMA-MF-09
	PEC: Número de Procesos erosivos controlados *PEI:* Número de Procesos erosivos identificados en el desarrollo de la construcción		meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación
Verificar los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica, los diseños y los procesos constructivos adecuados para mantener la estabilidad geotécnica en taludes de las vías, obras y terrenos durante la construcción y operación del proyecto.	**Efectividad en la prevención y de deslizamientos.** $Epmd\ (\%) = 1 - \frac{Ndr}{Ndi} * 100\%$ *Epmd:* Efectividad en la prevención y mitigación de deslizamientos *Ndr:* Número de deslizamientos reactivados *Ndi:* Número de deslizamientos identificados en los que se proyecta intervención	80%	Trimestral en la etapa de construcción

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Estudios						
Actividad	AÑO 1					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1. Elaboración de un estudio de suelos y geotecnia de detalle de toda el área a intervenir con las obras del proyecto.						

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
2. Implementación de medidas para la												

Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión												PMA-MF-09
estabilización de cortes permanentes en las áreas de intervención del proyecto.												
3. Construcción de obras para mitigar y estabilizar procesos erosivos identificados.												
4. Ejecución de obras para el manejo de aguas en las zonas que requieran atención (drenajes, rondas de coronación, filtros cunetas)												
5.Remoción y atención de los deslizamientos durante construcción												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
5.Remoción y atención de los deslizamientos durante operación										

Costos estimados de ejecución

Los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar la estabilidad geotécnica de los taludes de cortes y rellenos en las áreas a intervenir por el proyecto, incluyendo las obras de drenaje adecuadas para el control de escorrentía, y la aplicación de técnicas de estabilidad de taludes, hacen parte de los costos generales del proyecto, en el presupuesto asignado a las obras civiles.

El costo de mano de obra requerida, se asocia dentro del presupuesto general del proyecto hidroeléctrico.

10.1.1.10 Programa de Manejo de Residuos Sólidos

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	**PMA-MF-10**

Objetivo general

Prevenir y mitigar los impactos producidos por la generación de residuos sólidos, provenientes de las diferentes actividades de la construcción, operación y desmantelamiento y abandono del proyecto, a fin de garantizar el cumplimiento de los lineamientos dispuestos para la gestión integral de los residuos.

Metas

- Separar los residuos generados, desde la fuente.
- Realizar una correcta disposición de los residuos no aprovechables generados por el proyecto.
- Realizar una correcta disposición de los residuos peligrosos (RESPEL) generados por el proyecto.
- Aprovechar la mayor cantidad de material reciclable/aprovechable posible.
- Realizar un almacenamiento temporal de residuos seguro y en condiciones adecuadas, en los casos que sea necesario.
- Realizar un correcto manejo del material de construcción, evitando consumos innecesarios, aprovechando la mayor cantidad posible, y disponiendo adecuadamente la cantidad sobrante.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	

IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR

- Generación de residuos sólidos (-).
- Cambio en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo (-).
- Alteraciones en los niveles de contaminación atmosférica (-)
- Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua (-)
- Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-)

METODOLOGÍA

Recursos Físicos (materiales y equipos)

- Recipientes y bolsas de colores indicados
- Báscula

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	PMA-MF-10

- Materiales y herramientas para construcción de puntos de acopio de residuos
- Maquinaria (la misma utilizada en la fase de construcción)
- Avisos y señales

Lugar de aplicación

Frentes de obra, oficinas y talleres, zonas de acopio de residuos sólidos

Población a beneficiar

Habitantes del área de influencia, personal del proyecto.

Procedimiento de desarrollo

Actividades y medidas de manejo ambiental

1. Medidas generales (fases de construcción y operación).

- Durante el primer semestre de la construcción del proyecto, deberá elaborarse y ejecutarse un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para la obra, así como un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos.
- Se deberá registrar constantemente el peso de residuos generados, el tipo y la fecha, para lo cual se dispondrá de una báscula en el acopio temporal de residuos.
- En las charlas y talleres con el personal vinculado al proyecto se tratará sobre la importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos, comenzando por reducir el volumen generado, como se muestra a continuación. La realización de estas charlas será de acuerdo con lo estipulado en el programa de manejo PMA-MS-03 Plan de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra:

Residuos de construcción y demolición (RCD)	**No deben ser enviados a rellenos sanitarios.**
	Recuperar el suelo orgánico para revegetalizar o reforestar
	Recuperar material de suelo subyacente para realizar llenos estructurales
Chatarra	Comercializar las piezas recuperadas, que no sean residuos peligrosos
	Reutilizar el material o aprovecharlo en alguna actividad o proceso
Llantas	Devolverlas al proveedor
	Entregarlas a un gestor autorizado
Baterías	Entregarlas a un gestor autorizado
Residuos aprovechables	Evitar la disposición de residuos sucios para que puedan ser aprovechados y no contaminen los residuos aprovechables ya separados

- Se deberá velar siempre por alargar la vida útil de los materiales o buscar un segundo uso para los mismos cuando éstos se conviertan en residuos.
- Se debe buscar, en la medida de lo posible, la valorización de materiales residuales del proyecto bien sea comercializándolos, donándolos o disponerlos en sitios autorizados.
- En caso de que el cemento utilizado en la construcción sea en bolsas los residuos del tipo bolsas de cemento serán tratados como residuos de construcción y demolición

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	PMA-MF-10

RCD, exceptuando los casos en que el fabricante especifique que estos pueden ser reciclados o devueltos al fabricante para ser reutilizados.

- En caso de generarse residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) estos serán entregados a empresas autorizadas o especializadas para su disposición final. Adicionalmente, su almacenamiento temporal será en lugares adecuados y debidamente señalizados; en contenedores, cajas de rejas o cajas de madera, sobre estibas facilitando su carga y transporte.

2. Reducción y separación en la fuente (fases de construcción y operación)

En el proyecto se deberá acoger el siguiente código de colores para la adecuada separación de los residuos, establecido en la resolución 2184 de 2019 de MinAmbiente y MinVivienda. El color rojo usado para RESPEL, será usado únicamente para residuos biosanitarios, los RESPEL restantes (Industriales) serán debidamente etiquetados y embalados para su transporte y disposición final.

Blanco	Verde	Negro	Rojo
Para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón	Para depositar residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc.	Para depositar residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.	Para depositar RESPEL como estopas o paños contaminados.

Se deberá disponer en cada uno de los frentes de obra un punto ecológico para la disposición de residuos de la siguiente manera:

- Estos puntos deben estar cubiertos (bajo techo) y las canecas deben estar tapadas.
- Se instalarán puntos ecológicos cerca de los frentes de obra
- En la oficina donde se ubica personal que coordina el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SSGT) se utilizará una caneca roja para RESPEL.

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	PMA-MF-10
• Se deberá indicar claramente, a través de avisos y señalización, qué tipo de residuos se debe disponer en cada caneca, listando los que principalmente se generan en el sitio donde se ubica el punto ecológico. • Se debe procurar que no se contaminen los residuos entre sí, bien sea por contacto o por mezcla en el recipiente para poder viabilizar la reutilización o valorización de los residuos. • Se debe evitar el almacenamiento conjunto de residuos peligrosos y no peligrosos, de manera que se evite la contaminación cruzada.	
3. Acopio temporal de los residuos del proyecto (fases de construcción y operación)	
• Las zonas de almacenamiento temporal de los residuos sólidos durante la fase de construcción se ubicarán en un área de acopio o caseta cerca a los frentes de obra. La caseta debe estar aislada de la intemperie con techo para evitar la acción de las aguas lluvias y el sol, y con suelo en concreto que evite el contacto directo de los residuos con el suelo orgánico. La estructura será preferiblemente cerrada, dejando un espacio entre las paredes y el techo para permitir la aireación; se contará con una puerta que impida el acceso de personal no autorizado. • Adicionalmente, se dispondrá de casetas de acopio de residuos sólidos para el uso de la comunidad de la zona, estos sitios tendrán las mismas características de los del proyecto (mencionados arriba). • En las charlas con la comunidad se acordará la ubicación de las casetas de acopio de residuos para el uso de la población, así como la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos, la importancia de la separación de residuos, y los códigos de colores utilizados para separarlos. La realización de estas charlas será de acuerdo con lo estipulado en el programa de manejo PMA-MS-01 Programa de información, participación comunitaria y fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia. • Se deberá contar con la señalización adecuada para la separación de los residuos de acuerdo con sus características. • Se deberá evitar derrames de residuos sólidos o acumulación exagerada de los mismos en los sitios de almacenamiento temporal. Los residuos peligrosos no deberán almacenarse por más de seis meses. • El piso de estos sitios de acopio debe ser impermeabilizado. En la celda de residuos peligrosos deberá construirse un dique de contención de derrames, cuya capacidad sea equivalente a la del tanque de mayor volumen con un 10% adicional. Deberán disponerse también estibas anti-derrames para evitar la contaminación del suelo y el agua, y para facilitar la recuperación de cualquier derrame. • En la celda de residuos peligrosos deberá existir una señalización con los tipos de residuos y se incluirán divisiones de acuerdo con la matriz de compatibilidades. Deberá almacenarse una copia de las fichas de seguridad de estas sustancias.	
4. Transporte de residuos (fases de construcción y operación)	
• Se garantizará a través de la implementación de listas de chequeo, que los transportadores de residuos peligrosos cumplan con las disposiciones del Decreto 1609 de 2002 del Ministerio de Transporte, o la norma que modifique o sustituya.	

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	PMA-MF-10

- Se deberá concertar con la empresa prestadora de servicios públicos municipales para realizar la recolección de residuos ordinarios generados por el proyecto y por las comunidades aledañas, dispuestos en las respectivas casetas de acopio.

5. Disposición final de residuos (fases de construcción y operación)

- La disposición de los residuos no aprovechables se realizará en los rellenos sanitarios de los municipios vecinos, que estén autorizados por la Autoridad Ambiental de su jurisdicción y que previamente se establezca un contrato de condiciones uniformes para la prestación del servicio de aseo.
- Por ningún motivo se hará la quema de los residuos o su disposición en zonas de depósito de materiales de excavación.
- En cuanto a los residuos peligrosos generados, deberá contratarse la disposición con un gestor autorizado por la Autoridad Ambiental, que cuente con Licencia Ambiental y que emita mensualmente el certificado de adecuada disposición final de los residuos.
- Deberán entregarse los residuos peligrosos debidamente identificados, indicando en una calcomanía adherida al envase, el tipo de peligro que implica cada residuo, el nombre, el peso, la fecha de recolección, el nombre del generador, y un teléfono de contacto.
- Se debe llevar un registro digital del peso y/o volumen de los residuos entregados al gestor autorizado, con su respectiva fecha, clasificados por tipo de residuo (ordinario, reciclable o peligroso). También se deben guardar los manifiestos de recolección de dichos residuos, con información de la persona o entidad que los recibe.
- Es importante que todos los residuos que generen algún riesgo para las personas que los recolecten, transporten y dispongan (jeringas, vidrios quebrados, clavos, agujas, material biológico, entre otros) se encuentren debidamente marcados y empacados, con el fin de minimizar el riesgo.
- En caso de que los lodos removidos de la limpieza del desarenador para tratar ARnD sean inertes o tengan alguna categoría especial de residuos (como se explica en el Programa de manejo de la calidad del agua PMA-PMF-02), se contratará la disposición final con una empresa especializada y autorizada por la Autoridad Ambiental. Estos residuos se entregarán, debidamente identificados, a la empresa encargada indicando el peligro que implica, nombre del residuo, peso, fecha de recolección, nombre del generador y teléfono de contacto. Asimismo, se llevará registro de las entregas de residuos con los mismos datos de identificación y los manifiestos de recolección.

6. Disposición de residuos de construcción y demolición (RCD)

En el proyecto, los RCD generados corresponden a materiales sobrantes de excavación, adecuación y operación. Para la disposición final de estos RCD se seguirá a cabalidad lo descrito en la Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, o la que la modifique o sustituya.

- Se va a priorizar la prevención y reducción de generación de residuos a través de una planeación rigurosa de la cantidad de material a utilizar, de manera que se eviten pérdida de materiales.
- Se realizará la remoción de la cobertura vegetal de acuerdo con el programa de aprovechamiento forestal presentado en el Capítulo 7 de este EIA y se retirará la capa de material orgánico superficial del suelo, este material se almacenará de forma

Programa de Manejo de Residuos Sólidos	PMA-MF-10
adecuada para su posterior utilización como se expresa en el programa de Manejo y uso del suelo (PMA-MF-03). • El material sobrante de excavación será dispuesto en las Zonas de Depósito, tal como se detalla en el programa de manejo de zonas de depósito (PMA-MF-06). • Se deberá capacitar a los operarios de los equipos para realizar los descapotes únicamente en las áreas donde se va a construir y que separen los horizontes o capas del suelo para su posterior aprovechamiento. Se debe contar con personal auxiliar para que almacenen las capas de suelo de manera separada como se expresa en el programa PMA-MF-03. • La recolección y transporte de materiales se realizará únicamente en vehículos destinados para ese fin, que cumplan con las medidas de manejo que eviten la pérdida o alteración de material a través del contacto con la lluvia o viento. • Se establecerán sitios de almacenamiento temporales en los que se realizará el pesaje, separación y almacenamiento, de acuerdo con el tipo de residuos. • En caso de no ser posible la reducción de residuos, se realizará un aprovechamiento de los residuos de construcción, de manera que se reduzca la cantidad a disponer. La cantidad de RCD aprovechada deberá cumplir con las metas propuestas en el artículo 19 de la Resolución 472 de 2017. • Si no es posible la reducción y el aprovechamiento de los residuos, estos serán dispuestos en sitios destinados para tal fin, operados por gestores debidamente inscritos ante la Autoridad Ambiental competente y que cumplan con lo estipulado en la misma resolución. • Se presentará ante la Autoridad Ambiental un plan de manejo de los RCD, el cual deberá contar con información del generador, la obra; tipo y cantidad de residuos a generar; y una descripción de las actividades de prevención, almacenamiento y aprovechamiento de los residuos, tal como se menciona en el Anexo I de la Resolución 472 de 2017. El plan se presentará 30 días calendario previo al inicio de las obras, tal como lo indica la citada resolución.	
7. Fase de desmantelamiento y abandono	
En la fase de desmantelamiento y abandono se llevarán a cabo todas las actividades antes detalladas para las fases de construcción y operación, aplicadas a los residuos sólidos que se generarán durante esta fase, y siguiendo la normatividad vigente y guías disponibles. Aproximadamente tres años antes de iniciar esta fase, se formularán las medidas de manejo ambiental y su respectivo cronograma.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Capacitaciones y talleres a la comunidad • Charlas periódicas • Avisos y señalización en los sitios de acopio	
Personal requerido:	**Responsable de la ejecución**
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Profesional civil	• Profesional Ambiental. • Profesional civil

Programa de Manejo de Residuos Sólidos			PMA-MF-10
• Personal operativo de construcción			
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Separar los residuos generados, desde la fuente.	**Revisión de los puntos ecológicos del proyecto** $PRSep_i(\%) = \frac{ResSep_i}{ResGen_i} * 100\%$ $PRSep_i$: Porcentaje de residuos de tipo i separados $ResSep_i$: Peso de residuos de tipo i separados en su respectivo recipiente $ResGen_i$: Peso total de residuos de tipo i generados i: Tipo de residuos: aprovechables, orgánicos aprovechables, no aprovechables, peligrosos	100%	Mensual durante Construcción y semestral durante Operación
Realizar un almacenamiento temporal de residuos, seguro y en condiciones adecuadas, en los casos que sea necesario.	**Almacenamiento de residuos sólidos** $Alm(\%) = \frac{WAlm}{WRS} * 100\%$ Alm: Porcentaje de residuos sólidos almacenados $WAlm$: Peso de residuos sólidos almacenados de acuerdo con las medidas de manejo mencionadas anteriormente WRS: Peso de residuos sólidos generados	100%	Mensual durante Construcción y Operación

Programa de Manejo de Residuos Sólidos			PMA-MF-10
Realizar una correcta disposición de los residuos no aprovechables generados por el proyecto.	**Disposición final de residuos no aprovechables** $NApr(\%) = \frac{WR_NApr}{WRNAprGen} * 100\%$ $NApr$: Porcentaje de residuos sólidos no Aprovechables dispuestos WR_NApr: Peso de residuos sólidos no Aprovechables entregados a recolector autorizado $WRNAprGen$: Peso de residuos sólidos no Aprovechables generados	100%	Mensual durante Construcción y Operación
Aprovechar la mayor cantidad de material reciclable/aprovechable posible.	**Manejo de residuos aprovechables** $Apr(\%) = \frac{WRApr}{WRAprGen} * 100\%$ Apr: Porcentaje de residuos sólidos Aprovechables aprovechados $WRRec$: Peso de residuos sólidos Aprovechables aprovechados $WRRGen$: Peso de residuos sólidos Aprovechables generados	50%	Mensual durante Construcción y Operación
Realizar una correcta disposición de los residuos peligrosos generados por el proyecto.	**Disposición final de residuos peligrosos** $RESPEL(\%) = \frac{WRESPEL}{WRPGen} * 100\%$ $RESPEL$: Porcentaje de residuos sólidos peligrosos dispuestos adecuadamente	100%	Mensual en Construcción y semestral en Operación

Programa de Manejo de Residuos Sólidos			PMA-MF-10
	$WRESPEL$: Peso de residuos sólidos peligrosos entregados a gestor autorizado $WRPGen$: Peso de residuos sólidos peligrosos generados		
Realizar un correcto manejo del material de construcción, evitando consumos innecesarios, aprovechando la mayor cantidad posible, y disponiendo adecuadamente la cantidad sobrante.	Presentación del plan de manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD) ante la Autoridad Ambiental	De acuerdo con el artículo 19 de la Resolución 427 de 2017	Una vez (previo al inicio de las obras)
Realizar un correcto manejo del material de construcción, evitando consumos innecesarios, aprovechando la mayor cantidad posible, y disponiendo adecuadamente la cantidad sobrante.	**Manejo de RCD** $RCDAprv(\%) = \frac{WRCD}{WMtOb} * 100\%$ $RCDAprv$: Porcentaje de aprovechamiento de RCD $WRCD$: Peso de RCD utilizados por el proyecto $WMtOb$: Peso total de los materiales usados en obra	2% en el primer año 4% en el segundo año	Verificación de cumplimiento anual, con verificaciones parciales definidas en el plan de manejo de los RCD presentado a la Autoridad Ambiental; durante la etapa de construcción

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Clasificación y separación en la fuente												
Acopio temporal de residuos												
Utilización de RCD												
Disposición final de residuos												

Programa de Manejo de Residuos Sólidos												PMA-MF-10
Correcto uso y almacenamiento de materiales de construcción												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Clasificación y separación en la fuente										
Acopio temporal de residuos										
Disposición final de residuos										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional ambiental	Mes	24	0,05	6.590.015	7.908.018
Profesional civil	Mes	24	0,05	6.590.015	7.908.018
Ayudante separación y almacenamiento residuos	Mes	24	0,1	1.647.504	3.954.009,60
Set canecas 53 lt x 4	Unidad	10	-	320.000	3.200.000
Canecas individuales 35 lt	Unidad	10	-	40.000	400.000
Casetas de acopio temporal de residuos	Global	5	-	4.000.000	20.000.000
Báscula	Unidad	2	-	300.000	600.000
Señalización	Global	2	-	200.000	400.000
Bolsas y calcomanías	Global	1	-	3.050.000	3.050.000
Servicio de disposición RESPEL,	Mes	24	-	390.000	9.360.000

Programa de Manejo de Residuos Sólidos				PMA-MF-10	
especiales, y RCD (Construcción)					
Servicio de disposición RESPEL, especiales, etc. (Operación)*	Semestre	100	-	250.000	25.000.000
Servicio de disposición residuos ordinarios (Operación)	Mes	600	-	240.000	144.000.000
Costo total sin IVA					**225.780.046**
* Durante la etapa de operación se programará la recolección semestral de RESPEL					

10.1.1.11 Programa de Manejo de Paisaje

Programa de Manejo de Paisaje			**PMA-MF-11**	
Objetivo general				
Minimizar el cambio en las propiedades visuales del paisaje debido a la construcción de las obras del proyecto. Favorecer el acceso de la población a los charcos ubicados en el tramo con caudal reducido, para su disfrute y goce.				
Metas				
• Disminuir la visualización sobre las zonas en donde se localiza la conducción en superficie y a la vista localizando vegetación arbórea o arbustiva que aumente la capacidad de absorción visual para dichas áreas. • Diseñar, construir, señalizar y mantener infraestructura de senderos y pasos elevados que permita el acceso de personas sobre las zonas en donde se instala la conducción del proyecto como mínimo a los charcos El toro, El Diablo y Puente Pisquinal. • Evaluar con una periodicidad de 5 años el indicador de clasificación visual dentro del área de alcance visual inmediata (20 metros alrededor de las obras del proyecto).				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	X
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	X
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Variación en las propiedades visuales para las unidades de paisaje (-) • Generación de empleo (+) • Alteración de actividades de aprovechamiento recreativo del río Cocorná (-).				
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 • Materiales para la señalización de áreas.				
Lugar de aplicación				
Extensión del territorio intervenida por la obra de conducción a presión como mínimo en las zonas en donde la conducción esta soterrada parcialmente o en superficie.				

Programa de Manejo de Paisaje	PMA-MF-11
Población a beneficiar	
Pobladores y visitantes del área de influencia.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de construcción	
6. Adecuación construcción y señalización para los cruces sobre el tramo intervenido por la conducción del proyecto para acceder al río Cocorná.	
• Concertar con la comunidad los sitios de acceso utilizados tradicionalmente para la llegada a los charcos (uno para cada charco reseñado). • Adecuar para las zonas de paso sobre la conducción soterrada accesos a nivel hacia los charcos ya referenciados. • En el caso de las zonas con paso sobre la conducción parcialmente soterrada o en superficie construir escalones o rampas que garanticen el cruce sobre dicha obra. Para la construcción de estas estructuras se recomienda utilizar el material derivado del aprovechamiento forestal realizado durante la construcción del proyecto. • Señalizar la ubicación de los cruces sobre la obra de conducción mediante carteles en inmediaciones a la ubicación como mínimo a los charcos El Toro, El Diablo y Puente Pisquinal.	
Fase de operación	
1. Establecimiento y mantenimiento de barreras que disminuyan la visualización de la tubería de conducción en los tramos parcialmente soterrados y en superficie.	
• Realizar la siembra de individuos de las especies heliófilas arbustivas y arbóreas de rápido crecimiento y de bajo porte preferiblemente nativas. Estas deben ser dispuestas a “tres bolillos” en dos líneas distanciadas como mínimo 1,5 m entre ellas. • La realización de esta actividad debe tener en cuenta los lineamientos de manteamiento y selección de especie presentados en PMA-MB-03 Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal. • Si las siembras de los individuos deben realizarse próximas a la tubería u otras obras susceptibles a ser afectadas por las raíces de los mismos, se recomienda el uso de contenedores de raíces similares a los presentados en la Figura 10-83:	

Programa de Manejo de Paisaje	PMA-MF-11

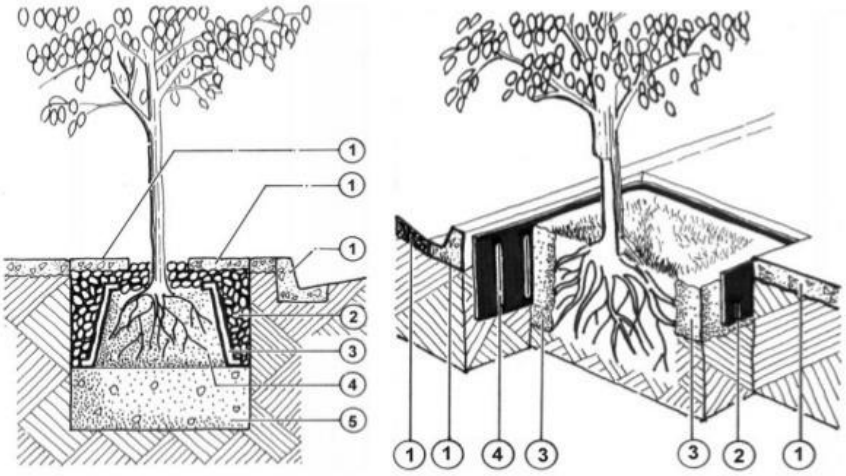


Figura 10-83 Plantación con contenedor de raíces en zonas duras

2. Evaluar la calidad, fragilidad y la clasificación visual dentro del área de alcance visual inmediata, cinco años después de finalizar la fase constructiva y con periodicidad de 5 años de allí en adelante.

- Realizar una actualización de las coberturas y de la forma del terreno para el área de intervención del proyecto y 20 metros a la redonda de esta.
- Evaluar de acuerdo con las condiciones de coberturas naturales y pendientes del terreno la calidad visual y fragilidad visual (inverso de la capacidad de absorción visual) para las unidades del paisaje del área reseñada en el inciso anterior.
- Con base en los factores determinados anteriormente estimar la clasificación visual para el área evaluada.
- La primera evaluación de este parámetro constituirá la línea base para comparar con los procesos periódicos siguientes.

Mecanismos y estrategias participativas

- Estrategias de comunicación a la población del área de influencia sobre el valor paisajístico de la zona
- Involucrar a pobladores del área de influencia del proyecto en las actividades de siembra y mantenimiento de la barrera visual viva.

Personal requerido	Responsable de la ejecución
• Profesional ambiental encargado de la gestión ambiental de la obra. • Profesional social encargado de la relación con la comunidad. • Mano de obra no calificada.	Profesional Ambiental

Programa de Manejo de Paisaje			PMA-MF-11
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Disminuir la visualización sobre las zonas en donde se localiza la conducción en superficie, sembrando vegetación arbórea o arbustiva que aumente la capacidad de absorción visual para dichas áreas.	**Porcentaje de longitud de conducción en superficie o parcialmente soterrada con tratamiento de barrera viva**. Tiene como objetivo disminuir la visualización por parte de los pobladores y visitantes, de la tubería de conducción a presión. Se estima que la medida no podrá ser implementada en la totalidad de los tramos con esta tipología por proximidad a cauces de afluentes e impedimentos que presente la morfología del territorio. $TB(\%) = {}^{LTI}/_{LTT}\ x\ 100$ TB: porcentaje de de la tubería beneficiada con la implementación de la medida. LTI: longitud de los tramos de tubería intervenidos con la medida LTT: longitud total de los tramos de tubería parcialmente soterrados o en superficie.	70%	Cada 5 años durante la fase de operación del proyecto.
Diseñar, construir, señalizar y mantener infraestructura de	**Porcentaje de accesos establecidos**	100%	2 últimos bimestres

Programa de Manejo de Paisaje			PMA-MF-11
senderos y pasos elevados que permita el paso de personas sobre las zonas en donde se instala la conducción del proyecto como mínimo a los charcos El toro, El Diablo y Puente Pisquinal.	**sobre el tramo de conducción para el acceso a charcos.** La finalidad de este plan es garantizar el acceso a los charcos El Toro, El Diablo y Puente Pisquinal. $AE(\%) = {}^{NAC}/_{NAT}\ x\ 100$ AE: porcentaje de accesos establecidos. NAC: número de accesos establecidos. NAT: número de accesos totales a establecer.		de la fase de construcció n
Evaluar con una periodicidad de 5 años el indicador de clasificación visual dentro del área de alcance visual inmediata (20 metros alrededor de las obras del proyecto).	**Porcentaje de áreas de intervención que conservan las propiedades paisajísticas.** Este indicador cumple con el objetivo de revisar periódicamente el estado de las propiedades visuales de las unidades del paisaje dentro del área intervenida por el proyecto. $PVC_{UP}(\%) = \left[\frac{(AEA_{UP} - AEB_{UP})}{AEB_{UP}}\right] x100$ PVC_{UP}: porcentaje de área con las propiedades visuales conservadas para la unidad de paisaje dentro del área de alcance visual inmediata	75%	Cada 5 años durante la vida útil del proyecto

Programa de Manejo de Paisaje			PMA-MF-11
	AEA_{UP}: extensión del área de alcance visual inmediata con cambios en las propiedades visuales para la unidad del paisaje. AEB_{UP}: extensión del área de alcance visual inmediata.		

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Adecuación construcción y señalización de los cruces sobre el tramo intervenido por la conducción del proyecto para acceder al río Cocorná.												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Siembra y mantenimiento de barreras vivas que disminuyan la visualización de la tubería de conducción en los tramos parcialmente soterrados y en superficie.										
Evaluar la calidad, fragilidad y la clasificación visual dentro del área de alcance visual inmediata cinco años después de finalizar la fase constructiva y con periodicidad de 5 años de allí en adelante.										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Ingeniero forestal	Mes	33	0.5	6.590.015	108.735.248

Programa de Manejo de Paisaje					PMA-MF-11
Técnico forestal	Mes	20	0.5	4.118.759	41.187.590
Adquisición y procesamiento de información para la actualización de coberturas.	Hectáreas (ha)	342	-	95.000	32.490.000
Plántulas	Hectáreas (ha)	1.53	-	4.277.000	6.543.810
Siembra de individuos arbóreos o arbustivos. Incluye material vegetal, mano de obra, insumos, herramientas y transporte menor	Hectáreas (ha)	1,53	-	4.235.376	6.480.125
Mantenimiento de individuos arbóreos o arbustivos	Hectáreas (ha)	13.77	-	809.473	11.146.443
Construcción de accesos sobre tubería y señalización de pasos	Metros (m)	18	-	332.470	5.984.460
Mantenimiento para los accesos y señalización	Metros (m)	270	-	175.212	47.307.240
Costo total sin IVA				**259.874.916**	

10.1.1.12 Programa de Bioingeniería

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Objetivo general

Realizar la conformación y estabilización de taludes con obras biomecánicas basadas en guadua para controlar la erosión futura (prevenir), impedir el avance remontante de los procesos erosivos (mitigar) y presentar la cara expuesta de los taludes de una manera paisajística amigable con el entorno (mitigar). A su vez, capacitar a los pobladores del área de influencia en la realización de estas obras biomecánicas, proponiendo la conformación de un emprendimiento económico, que contribuya a la economía local (potenciar y a la gestión del riesgo).

Metas

- Disminuir el impacto sobre la calidad visual del paisaje, controlar la producción de Sedimentos
- Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras.
- Revegetalización de los taludes generados por la construcción de las obras.
- Garantizar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería.
- Implementar un programa de generación de empleo directo, que capacite al personal de obra en temas de bioingeniería, para que contribuya con el desarrollo económico y social de la población del área de influencia.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA		TIPO DE MEDIDA	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	

IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR

- Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos (-)
- Alteración a las geoformas naturales del terreno y asociadas a la dinámica fluvial (-)
- Alteración del Nivel Freático (-)
- Demanda de bienes y servicios locales (+)
- Generación de expectativas (-)
- Generación de empleo (+)
- Molestias a la comunidad (-)

METODOLOGÍA

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Recursos Físicos (materiales y equipos)

- Trinchos en guadua, machetes, palines con cabos, palas con cabos, azadones reforzados, barretones con cabos, barras de 5 y 18 Lb, lona verde, almádana 5 Lb, Manguera nivel, baldes de construcción, flexómetros de 5 m, impermeabilizante, pintura, cascos, chalecos, decámetro 50 m, alicates, formaletas en madera, canecas plásticas 20 L, carreta, fumigadora (máquina de aspersión manual), fibra (hilo), grapas, puntillas de 6", tijeras multiusos, tijeras para podar, plástico negro, agujas y colilladora o sierra circular. Material vegetal, fertilizante químico con macronutrientes (Triple 15), fertilizante químico con aportes de micronutrientes y nutrientes secundarios, abono orgánico fosforado, cal dolomita, hidroretenedor o hidrogel y sustrato orgánico, papel, impresora, cartillas, material divulgativo, material de estudio.

Lugar de aplicación

Vías de acceso a casa de máquinas, vía de acceso a captación y zodmes.

Tabla 10-9 Lugar de aplicación del PMA-MF-13

Número de puntos a intervenir	Localización	Cantidades	Tipo de obra a implementar
4	Vía captación	280 m2	Trinchos en vertedero y Trinchos terraza
1	Vía casa de máquinas	80m2	Trinchos vertedero y Trinchos terraza
6	Depósitos (zodmes)	1.674 m	Ronda de Coronación

Población a beneficiar

Habitantes del área de influencia, personal del proyecto y fauna local.

Procedimiento de desarrollo

Actividades y medidas de manejo ambiental

7. Contratación de mano de obra local (PMA-MS-03)

- Usando los protocolos y lineamientos para la contratación de mano de obra local establecidos en el PMA-MS-03, se realizará la selección de 20 personas para el trabajo a desarrollar en las actividades de control de taludes mediante técnicas de bioingeniería descritas en las actividades subsecuentes. Así mismo, estas personas serán capacitadas para realizar los trabajos de bioingeniería y para formular emprendimientos económicos locales a través de los cuales puedan ofrecer servicios de control de taludes mediante las técnicas aprendidas (ver PMA-MS 01).

8. Metodología de Medición para Obras de Bioingeniería

- La intervención para mitigar el riesgo asociado a la erosión se basa en un tratamiento que restituya las condiciones morfológicas naturales y de drenaje natural de la zona erosionada; para ello, es importante garantizar la evacuación rápida de las aguas internas que saturan el terreno y el manejo adecuado de las aguas superficiales. Toda el área a intervenir se siembra con vegetación nativa en alta densidad con enraizamiento

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

rápido y profundo, se pueden establecer barreras transversales con plantas. La metodología que se propone para el tratamiento de la zona erosionada, consiste en el restablecimiento de las condiciones naturales de la zona a intervenir mediante trinchos fabricados en guadua entrelazada.

- Las estrategias que se emplean en las obras de bioingeniería consisten en implementación de sistemas de drenaje mediante filtros en guadua, manejo de aguas superficiales con trinchos con vertedero, disipadores y plantas en las zonas de tránsito de flujos acumulados y siembra de especies nativas, con el fin de darle un tratamiento paisajístico de acuerdo al lenguaje arquitectónico utilizado, a través de la conformación de un jardín que le dará la cobertura vegetal de protección. Estas terrazas brindarán la contención temporal que permite la regulación y confinamiento natural del terreno, brindando el tiempo necesario para que las raíces de las especies sembradas desarrollen la retención necesaria; por otro lado, los filtros actuarán para propiciar la regulación hídrica adecuada, evitando o disminuyendo la presión de poros. Todo lo anterior busca recuperar las funciones de la vegetación en el ecosistema y atender adecuadamente las dinámicas de regulación hídrica, con el fin de garantizar su estabilidad y durabilidad.
- En cada caso, la siembra se debe revisar por separado y siempre se debe contar con algunas especies perennes que aseguren el “amarre” del suelo por grandes períodos, brindando el tiempo necesario para que las raíces de las especies sembradas desarrollen la retención necesaria; También, con el fin de propiciar la retención de partículas de suelo y restaurar rápidamente la cobertura vegetal.
- En las bioestructuras la vegetación desempeña un rol esencial en el control de la erosión y la estabilización definitiva de los sitios intervenidos. Las bioestructuras garantizan un manejo adecuado de las escorrentías, refuerzan y brindan estabilidad del terreno con la siembra en alta densidad de coberturas nativas de múltiples estratos. Las estructuras vivas en guadua juegan un papel clave en los primeros meses cuando proporcionan resistencia al terreno fallado, pero su importancia como factores de estabilización disminuye progresivamente al desarrollarse la cubierta vegetal.
- El proceso de adecuación de terreno y preparación para la siembra se detalla en el PMA-MF-03.

9. Trinchos en terrazas

- Estructuras escalonadas a manera de pantallas que recorren longitudinalmente todo el talud inestable siguiendo o modificando las curvas de nivel, y a una distancia entre ellas que permita mantener la pendiente natural del terreno; tienen una altura promedio de un metro, de los cuales una tercera parte se encuentra visible y dos terceras partes bajo el nivel del suelo. Sirven como contención temporal y disponen el suelo para su posterior siembra. Construidos preferiblemente con material vegetal con alta capacidad para rebrotar y son sembrados densamente con cobertura vegetal de distintos estratos: rastrero denso, arbustos y árboles.
- La unidad de medida de los trinchos en terraza será el metro cuadrado (m^2). Se medirá la longitud (L) en planta del trincho y se multiplicará por el número de guaduas (N), esto a su vez se multiplicará por 0,12 m que corresponde al diámetro promedio de la guadua. Se define por la fórmula:

$$A = L\ (m) \times N \times 0{,}12m$$

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

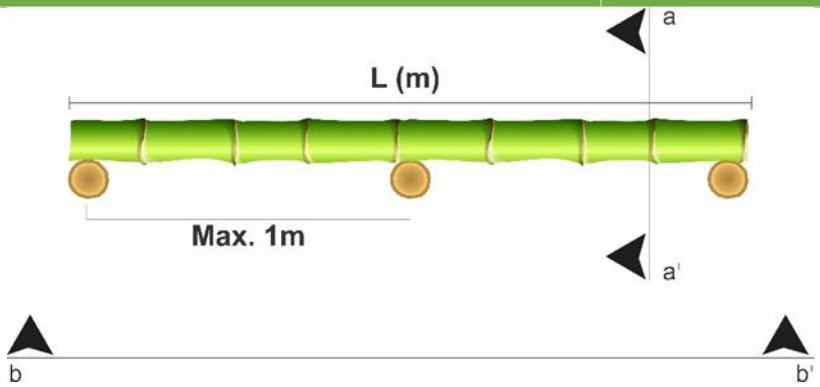


Figura 10-84 Vista en Planta

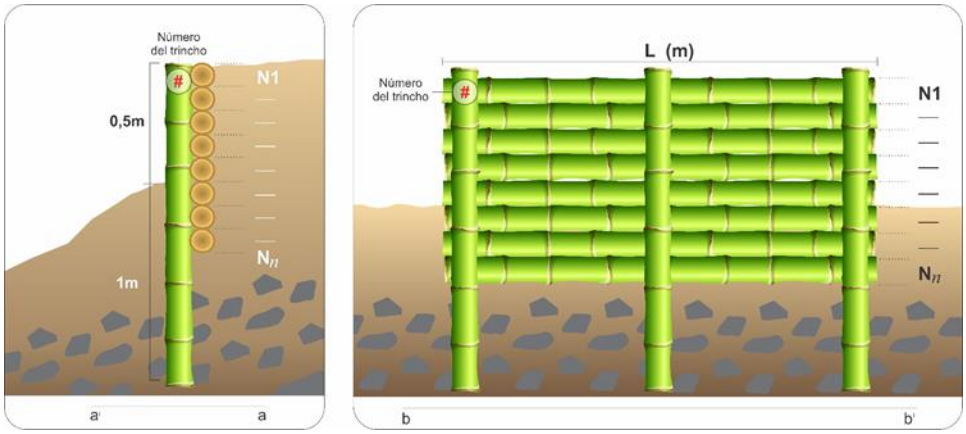


Figura 10-85 Vista lateral (izquierda) y vista frontal (derecha)

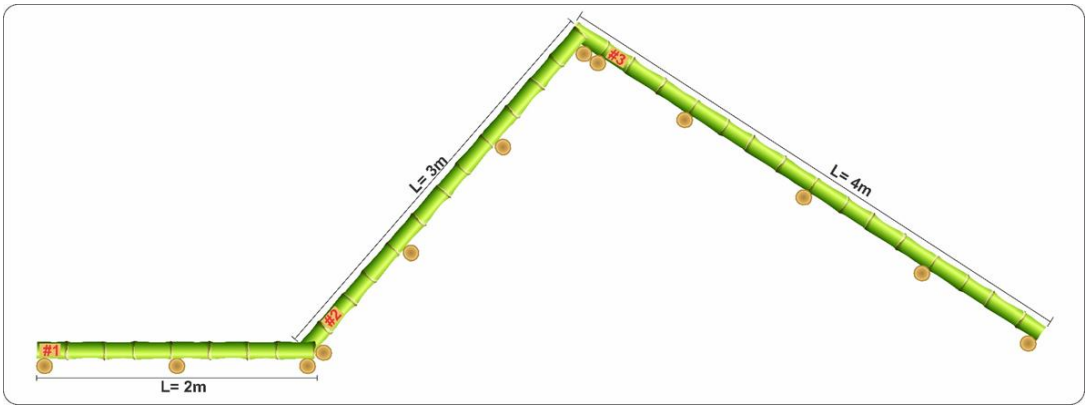


Figura 10-86 Ejemplo en planta de tres trinchos en terraza consecutivos

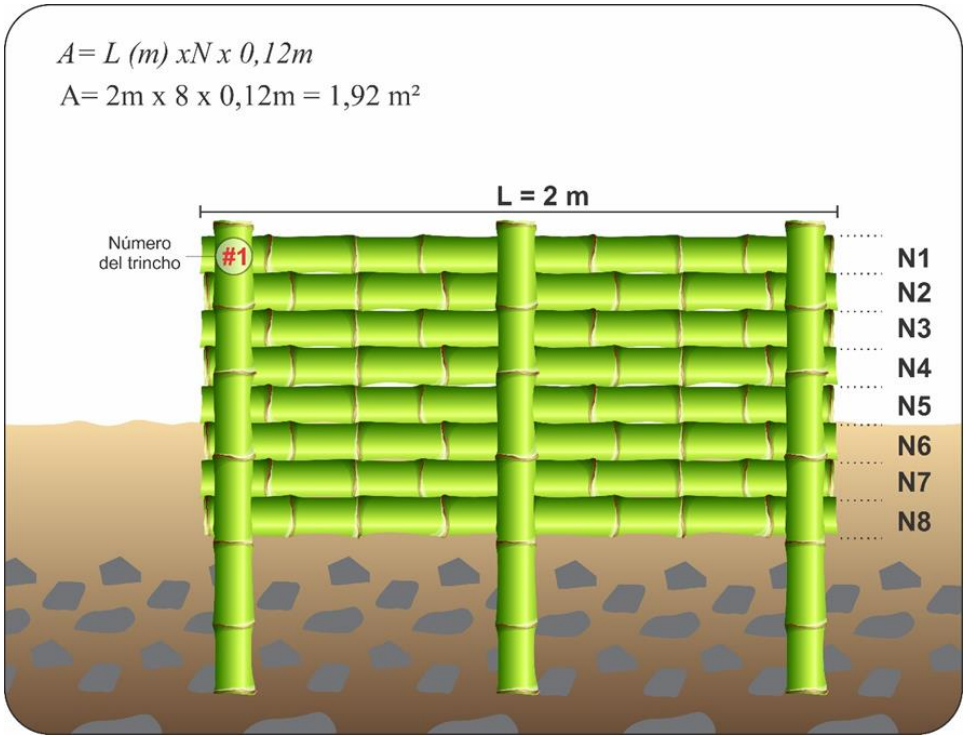


Figura 10-87 Ejemplo en vista frontal del trincho #1

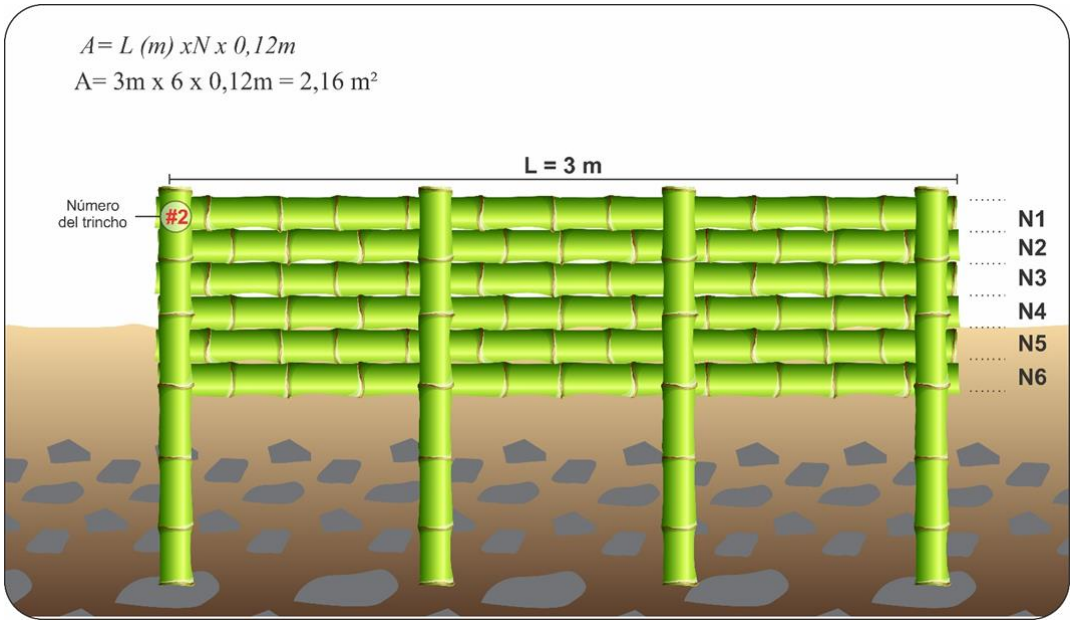


Figura 10-88 Ejemplo en vista frontal del trincho #2

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

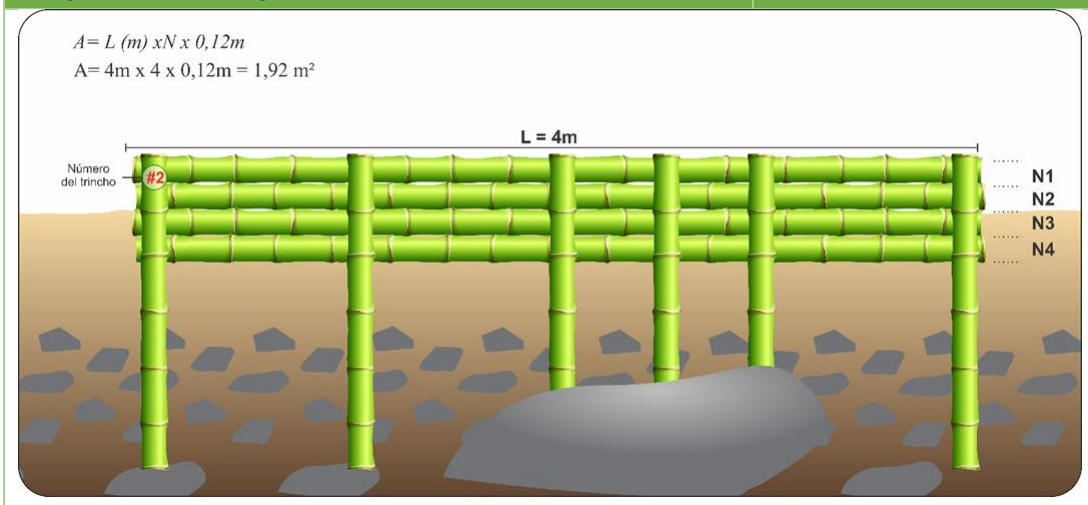


Figura 10-89 Ejemplo en vista frontal del trincho #3

Nota 1: La distancia máxima entre horcón será de 1 m.

Nota 2: La profundidad de empotramiento del horcón será de 1 m donde el suelo lo permita, en los lugares donde no sea posible anclarlos 1 m se dispondrá una distancia menor entre horcones hasta un mínimo de 0,5 m.

Nota 3: La longitud de cada trincho será variable de tal manera que se ajusten mejor a las curvas de nivel.

Nota 4: Todos los trinchos serán marcados con pintura a base de aceite en uno de los horcones para su fácil identificación.

Figura 10-90 Bioestructuras en terrazas en un talud inestable antes de siembra

10. Trinchos vivos con vertedero o Trinchos en V

- Las bioestructuras en forma de vertedero son obras biomecánicas que se establecen en forma escalonada a través de la pendiente, sobre el curso principal de los drenajes naturales principales o secundarios, o en los surcos que ha formado el proceso erosivo. Son bioestructuras similares a las terrazas. Difieren en el hecho de que estos poseen una “boca” o vertedero en la superficie, por donde se pretende evacuar

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

rápida y controladamente las aguas de escorrentía superficial. Son de reducida altura efectiva y de empotramiento profundo tanto en los lados como en la base. Se complementan con siembras en alta densidad de plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas.

- La unidad de medida de los trinchos en terraza será el metro cuadrado (m^2). Se medirá la longitud (L) en planta de la parte central del trincho y se multiplicará por el número de guaduas (N), esto a su vez se multiplicará por 0,12 m que corresponde al diámetro promedio de la guadua; con la misma metodología se medirán las áreas de los brazos del vertedero teniendo en cuenta la longitud promedio del brazo izquierdo (Li) y la longitud promedio del brazo derecho (Ld). Se define por la fórmula:

A= (L (m) x N x 0,12m) + (Li (m) x Ni x 0,12m) + (Ld (m) x Nd x 0,12m)

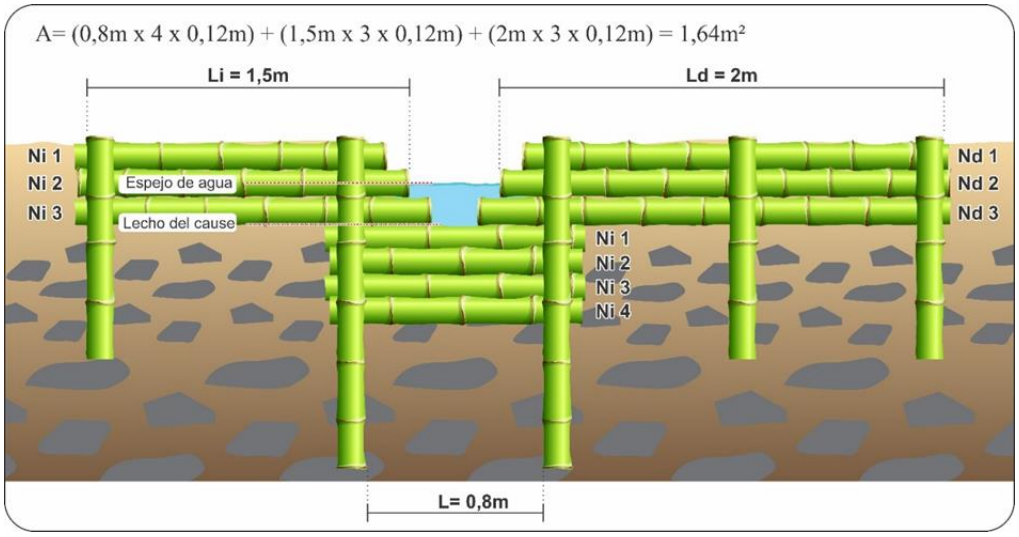


Figura 10-91 Ejemplo en vista frontal de un trincho con vertedero

Nota 1: La distancia máxima entre horcón será de 1m.

Nota 2: La profundidad de empotramiento del horcón será de 1 m donde el suelo lo permita, en los lugares donde no sea posible anclarlos 1m se dispondrá una distancia menor entre horcones.

Nota 3: La longitud de cada trincho será variable de tal manera que se ajusten mejor a los cauces de agua.

Nota 4: En ningún caso la profundidad de los “brazos” de los vertederos estará por debajo del nivel del lecho de la fuente de agua con el fin de evitar infiltraciones.

Nota 5: Todos los trinchos serán marcados con pintura a base de aceite en uno de los horcones para su fácil identificación.

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Figura 10-92 Bioestructuras con forma de vertedero para conducción de escorrentía superficial antes de siembra.

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Figura 10-93 Trinchos con y sin vertedero antes de la siembra

Figura 10-94 Trinchos con vertedero en proceso de revegetalización

11. Filtros en guadua

- Son estructuras longitudinales bajo el nivel de piso. Unos penetran los drenajes naturales y/o los surcos generados por el proceso erosivo, otros el talud diagonalmente, intentando llegar a los niveles freáticos. Se distribuyen para formar una retícula a manera de espina de pescado y tienen como objeto drenar rápidamente las aguas de infiltración del talud, evitando que este se sature y pueda colapsar.
- La unidad de medida de los filtros será el metro cúbico (m3). Se medirá la longitud (L) del filtro; se contará el número de guaduas (N) sobre el mismo nivel y se multiplicará por 0,12m; se contará el número de niveles o altura (A) y se multiplicará por 0,12m. Estos tres valores se multiplican para obtener el volumen del filtro. Se define por la fórmula:

V=L *N*0,12m*A*0,12m

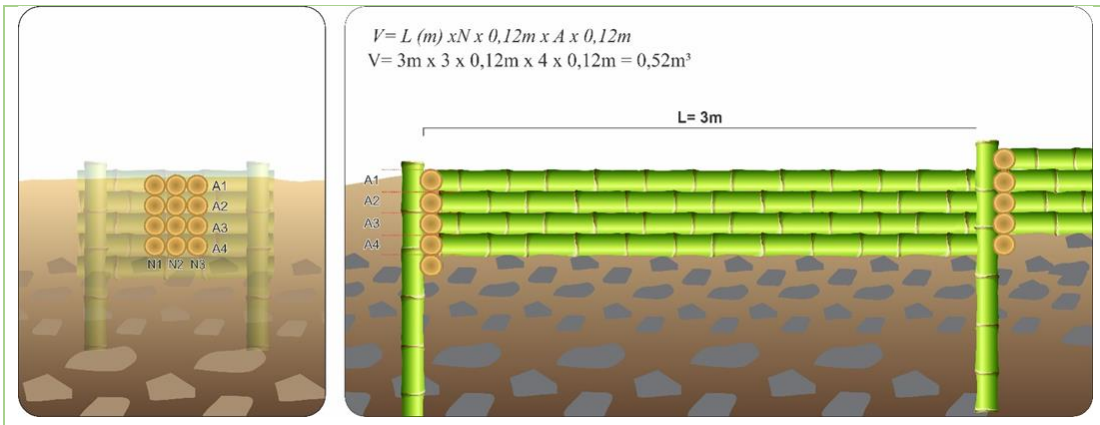


Figura 10-95 Vista frontal y lateral de un filtro

Figura 10-96 Construcción de filtros

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Figura 10-97 Secuencia de elaboración de un filtro

Figura 10-98 Trinchos en terraza y con vertedero sobre filtros vivos en guadua

12. Siembra de vegetación nativa o naturalizada

- Se considera que un elemento esencial para lograr la restauración ecológica de los sitios afectados y su integración ecológica, funcional y paisajística es la adecuada

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

selección, propagación, siembra y consolidación de vegetación nativa o naturalizada. Con el establecimiento de la vegetación adecuada se podrá aumentar la resistencia al fallamiento o fractura del suelo y por el equilibrio ecosistémico que promueven las plantas. Ha sido ampliamente demostrado y validado por expertos que el desarrollo de la vegetación nativa reduce progresivamente la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos, al recuperarse las funciones mecánicas e hidráulicas que proveen las plantas: cohesión del suelo, interceptación de las lluvias, disipación y evapotranspiración entre otras.

Criterios para la selección de la vegetación

- Condiciones climáticas y agroecológicas.
- Plantas generalmente nativas, pioneras y nodrizas, que sean tolerantes a diferentes condiciones de estrés climático.
- Plantas con alta capacidad de evapotranspiración y de todos los estratos de desarrollo
- Plantas con sistemas de raíces complejos y fuertes, capaces de traspasar hasta perfiles rocosos y profundos del subsuelo.
- Plantas con autonomía para desarrollarse en condiciones de baja fertilidad y con mínimas prácticas agronómicas de manejo, que contribuyan además como formadoras de suelo.
- Vegetación nativa atrayente de fauna benéfica como pájaros, abejas y mariposas.
- Plantas útiles como barreras físicas para control de escorrentías.
- La cantidad de especies a sembrar se estima en 57 unidades y su variedad se definirá en obra. Se proponen, entre otras, toscana (*Ruellia brittoniana*), camarón amarillo (*Pachystachys lutea*), balazo (*Monstera deliciosa*), palma carey (*Cordyline rubra*), liberal (*Euphorbia cotinifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), nacedero (Trichanthera gigantea), drago (*Croton magdalenensis*) croto (*Codiaeum variegatum*), matarratón (*Gliricidia sepium*), musaenda (*Mussaenda erythrophylla*), calatea (*Calathea sp.*), botón de oro (*Ranunculus acris*) y guamo cafetero (*Inga edulis*); las cuales son especies con cualidades en términos de control de erosión, adaptabilidad a las condiciones del suelo, clima, altura sobre el nivel del mar, entre otros.
- En el proceso de la siembra se emplean los lineamientos del plan PMA-Mf-03.

Figura 10-99 Inicio del proceso de siembra

Figura 10-100 Evolución del proceso de siembra

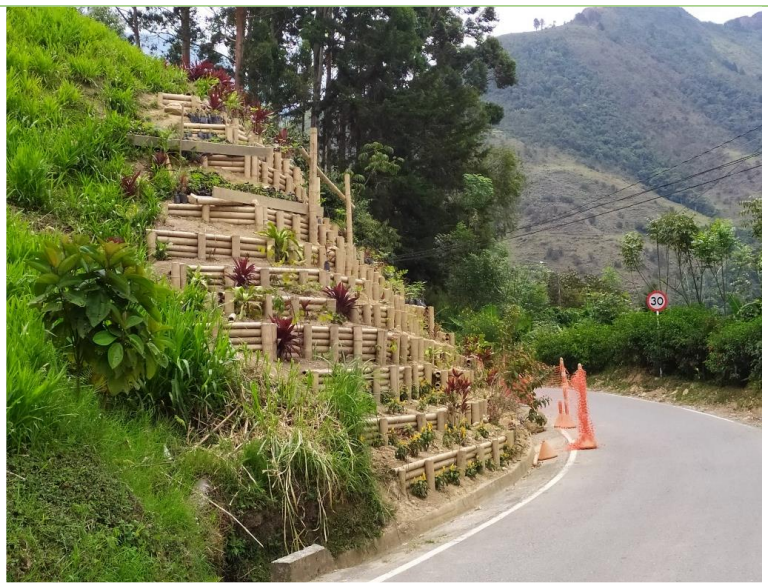


Figura 10-101 Vista lateral del proceso de siembra

Figura 10-102 Vista superior del proceso de siembra

Figura 10-103 Vista inferior del proceso de siembra

Figura 10-104 Resultado final del proceso de siembra

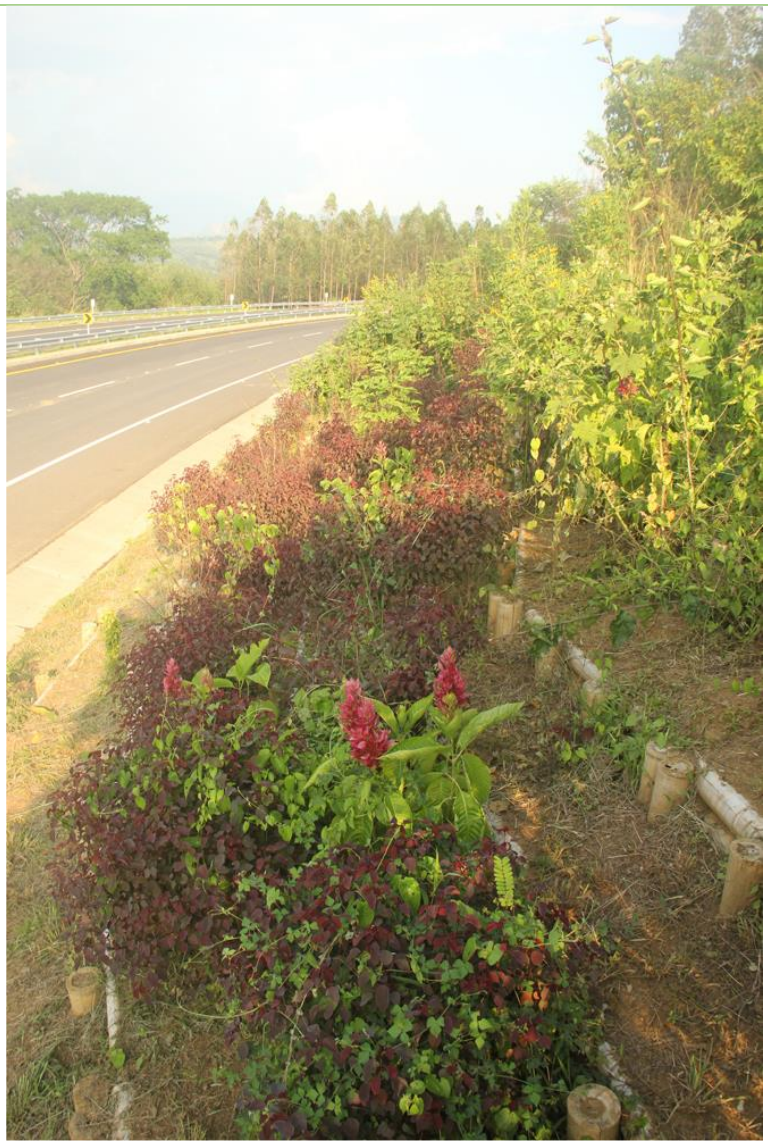


Figura 10-105 Resultado del proceso de siembra

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Figura 10-106 Resultado del proceso de siembra

13. Capacitación en Restauración Ecológica, Bioingeniería, Sistemas Sostenibles de Producción y Gestión de Actividades Económicas

- El profesional en ciencias económicas y/o administrativas deberá realizar gestión de contacto y vinculación con instituciones que permitan y se encuentren amparadas por ley, para realizar las capacitaciones que en este programa se den lugar con certificación académica equivalente a la intensidad horaria de forma teórica y práctica durante la duración de las obras a desarrollar.
- El personal de obra de la zona se capacitará en conocimiento y manejo de la erosión, manejos de aguas y principios de la bioingeniería con obras biomecánicas.
- Finalizando las obras (con el 80% o más de ejecución en las obras de bioingeniería) el profesional en ciencias económicas y/o administrativas deberá crear unos escenarios de capacitación en gestión de actividades económicas que permitan al personal entrenado en bioingeniería, ofertar sus servicios a los demás proyectos y autoridades locales y regionales que puedan demandar servicios de bioingeniería. Deberá, así mismo, realizar capacitaciones en emprendimiento empresarial para la constitución futura de empresa en temas afines a la contratación pública, privada, finanzas personales y empresariales, legislación contable, licitación pública y oferta de servicios económicos, entre otros. Las capacitaciones deberán llevarse a cabo en el mes siguiente a finalizar las obras.

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Figura 10-107 Personal de obra

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Un profesional experto (Ingeniero civil o afines) • Un técnico – inspector (Ingeniero residente de obra o afines) • 20 trabajadores para mano de obra no calificada. • Un profesional en ciencias económicas y/o administrativas.	• Profesional civil o afines coordinador de la obra (experto) • Profesional en ciencias económicas y/o administrativas

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Revegetalización de los taludes generados por la construcción de las obras.	**Porcentaje de supervivencia del material vegetal sembrado en las obras de bioingeniería:** $PIS\ (\%) = \frac{IPS}{IS} * 100\%$ PIS: Porcentaje de sobrevivencia IPS: Número de individuos sobrevivientes. IS: Número de individuos sembrados	70%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda un mes después

Programa de Bioingeniería			PMA-MF-12
Garantizar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería	**Efectividad en el manejo de la escorrentía.** $EFesc\ (\%) = \frac{EMA}{ET} * 100\%$ $EFesc$: Efectividad en el manejo de la escorrentía. EMA: Número de sitios con control de escorrentía efectiva ET: Número total de sitios intervenidos que requieran manejo de escorrentía.	90%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de bioingeniería
Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras.	**Efectividad en el control de procesos erosivos** $ECPE\ (\%) = \frac{PEC}{PEI} * 100\%$ $ECPE$: Efectividad en el control de procesos erosivos. PEC: Número de Procesos erosivos controlados PEI: Número de Procesos erosivos identificados que represente riesgo potencial a la infraestructura	100%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada dos meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación.
Disminuir el impacto sobre la calidad visual del paisaje y controlar la producción de sedimentos	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Mide la efectividad del programa de revegetalización en	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el

Programa de Bioingeniería			PMA-MF-12
	términos de área exitosamente establecida $EAR\ (\%) = \frac{ARE}{ARV} * 100\%$ *EAR (%):* Porcentaje de área revegetalizada *ARE:* Área revegetalizada *ARV:* Área total que requiere revegetalización		último bimestre de la construcción
Implementar un programa de generación de empleo directo, que capacite al personal de obra en temas de bioingeniería, para que contribuya con el desarrollo económico y social de la población del área de influencia.	**Porcentaje de capacitación mano de obra** $\mathrm{CPO}(\%) = \frac{PCAP}{PCON} * 100$ CPO: porcentaje de personal de obra capacitado PCAP: número de personal de obra capacitado PCON: número de personal de obra contratado	90%	Una vez al finalizar la capacitación
	Eficacia de la capacitación $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personal de obra que aprueba sistema de evaluación PC: personal de obra capacitado	80%	Una vez al finalizar la capacitación

Programa de Bioingeniería	PMA-MF-12

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Trinchos en terrazas										■		
Filtros en guadua				■	■							
Siembra de vegetación nativa o naturalizada										■		
Capacitación en Restauración Ecológica, Bioingeniería y Sistemas Sostenibles de Producción											■	
Capacitaciones en creación, oferta y manejo de actividades económicas											■	

Costos estimados de ejecución

Costo global de las obras					
Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (días)	Valor Unitario $	Valor total $
Trinchos en Terraza	(m2)	640		203,500	130,240,000
Trinchos con Vertedero	(m2)	211		216,300	45,682,560
Siembra de Vegetación	(m2)	640		10,350	6,624,000
Ronda de coronación	(m)	1974		45,000	88,830,000
Filtros en Guadua	(m3)	42		250,000	10,375,000
Valor total que incluye mano de obra (Ver nota1)				**Total**	**281,751,560**

Costos detallados de personal					
ITEM	Unidad	Cantidad	Dedicación (días)	Valor Unitario $	Valor total $
Mano de obra no calificada	Jornal	20	40	70,000	56,000,000
Residente	-	1	40	164,750	6,590,000
Experto	-	1	18	164,750	2,965,500
Profesional económico/administrativo	-	1	40	164,750	6,590,000
Profesional (Ingeniero Agrónomo)	-	1	7	164,750	1,153,250

Programa de Bioingeniería		PMA-MF-12
Valor de Mano de Obra (incluidos en el costo global)	Subtotal	73.298.750
Costo Total del PMA Sin IVA		281.751.560

Nota 1: Este costo se presenta de manera global por m^2, contempla los equipos y herramientas, materiales (adecuación suelo orgánico, suministro, hoyado, siembra y fertilización de plantas menores o de jardín en suelo retenido por el trincho Incluye nivelación del terreno, herramientas menores, disposición de material sobrante, tierra abonada, abono químico y gel hidroretenedor) y la mano de obra, la cual se detalla màs abajo.

Nota 2: Los gastos de papelería, material de estudio y material de divulgación se encuentran costeados en el PMA MS-01.

10.1.2 Medio Biótico

10.1.2.1 Programa de Manejo de la Cobertura Vegetal

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal			**PMA-MB 01**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar los impactos que se originen sobre las coberturas terrestres y la flora en las actividades de adecuación del área, de operación de maquinaria y equipo pesado, la disposición de materiales y el desmantelamiento de las obras.				
Metas				
• Incorporar actividades preventivas que garanticen la remoción de la cobertura vegetal únicamente de las áreas de intervención, la disminución de los impactos ambientales asociados y la prevención de los accidentes laborales. • Garantizar el aprovechamiento forestal únicamente de las áreas de intervención y aprobadas por la autoridad • Aprovechar la mayor cantidad de material vegetal generado por el aprovechamiento.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración a las coberturas vegetales (-) • Alteración a las comunidades de flora (-) • Incremento de los fenómenos de ahuyentamiento de fauna (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Equipos de protección personal. • Materiales y herramientas de tala. • Avisos y señales.				
Lugar de aplicación				
Áreas a intervenir para el establecimiento de las obras de: captación y desviación de caudal, de generación de energía y retorno de caudal, conducción, vías de acceso y Zodmes. Además, de las áreas definidas para desmantelamiento y abandono.				
Población a beneficiar				

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01
Habitantes del área de influencia, personal del proyecto, flora y fauna local.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Adecuación de terrenos para el montaje de la infraestructura del proyecto.	
Para evitar la remoción y afectación de las coberturas aledañas a las obras de adecuación de terrenos y de monta de las infraestructuras se propone las siguientes actividades: • Realizar capacitación de personal donde se especifique las áreas que se van a intervenir y como se va a realizar cada una de las actividades, de acuerdo a lo propuesto en la ficha del plan de manejo del componente social PMA-MS-03 Plan de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra. • Delimitar y señalizar claramente las áreas que se van a intervenir de acuerdo a lo estipulado en el PMA-MF-05 Manejo de tránsito vehicular y se complementara con los propuesto en la actividad dos de esta ficha. • La operación de equipos y maquinaria pesada de deberá realizar con la cantidad suficiente de personal organizado por cuadrillas para disminuir los puntos ciegos. Al igual los operarios deberán contar con un gran ángulo de visión y mirar continuamente en la dirección de la marcha. • Se dispondrá los materiales provenientes del descapote, excavaciones y desmonte temporales en las áreas designadas para esto y de acuerdo a las medidas estipuladas en el PMA-MF-03 de Manejo y uso del suelo, PMA-MF-06 de manejo de materiales sobrantes de excavación, adecuación, operación y conformación de zonas de Depósito, y PMA-MF-10 de manejo de residuos sólidos. • Las actividades de remoción de la cobertura vegetal se realizarán de forma manual y mecánica, no se permitirán las quemas.	
2. Aprovechamiento forestal para la adecuación de los terrenos en la fase de construcción	
Para asegurar la tala de los individuos autorizados por la autoridad ambiental, mitigar la pérdida de coberturas aledañas y la productividad de las coberturas aledañas por efectos directos e indirectos de las actividades de aprovechamiento, y disminuir el riesgo del personal involucrado, se llevará a cabo el siguiente plan de aprovechamiento: **a. Capacitación del personal** El aprovechamiento forestal es una actividad de alto riesgo laboral, al estar asociado con la caída de árboles, ramas u objetos a altura, además de que este implica el uso de herramientas como las motosierras. Por lo tanto, para prevenir y mitigar estos impactos se contratará personal calificado o con experiencia en estas actividades, especialmente para el manejo de la motosierra. Adicionalmente se capacitará al personal para el desarrollo de las siguientes actividades, con el fin de prevenir y mitigar los riesgos laborales. • Selección de la motosierra y las espadas adecuadas de acuerdo a la actividad a realizar, así como las dimensiones de los individuos • Revisión y mantenimiento periódico de la maquinaria y herramientas a utilizar durante el aprovechamiento. • El uso de los elementos de protección personal EPP (casco de seguridad, protectores de oídos, guantes, botas de seguridad, entre otros que exija el SISO, además los	

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01

aserradores deberán utilizar pierneras o pantalones con tejido anticorte, entre otros) (Ver Figura 10-108. Elementos de protección personal (EPP), que deberá usar el equipo operativo que va a realizar el aprovechamiento forestal).

Figura 10-108. Elementos de protección personal (EPP), que deberá usar el equipo operativo que va a realizar el aprovechamiento forestal

Fuente: Catálogo de STIHL disponible la página web (https://www.stihl.com.co)

- Medidas de seguridad para el transporte, manejo y almacenamiento de los equipos y de las herramientas empleadas en el aprovechamiento forestal.
- Repostado y manejo de combustibles y aceites requeridos por la motosierra.
- Sobre procedimientos de emergencia que se puedan presentar durante el desarrollo de las actividades de aprovechamiento forestal. En el Anexo 10.1 se presentan las fichas de los programas del plan de contingencias donde se explica el procedimiento a seguir en caso de un accidente operacional, ver ficha PC-P01 de dicho anexo.
- El adecuado desarrollo de las actividades del aprovechamiento forestal, haciendo énfasis en el agarre y utilización de las herramientas y maquinarias, las posturas laborales y los planes de evacuación y emergencia.
- El adecuado tratamiento de la comunidad y el direccionamiento de las PQRS acorde con lo estipulado en PMA-MS-01.

b. **Actividades previas al aprovechamiento forestal**

Previo a las actividades de aprovechamiento se requiere realizar la señalización, delimitación de áreas, marcación de individuos arbóreos y el ahuyentamiento de fauna con el fin de disminuir los impactos ocasionados por la actividad en sí. A continuación, se detallan dichas actividades:

- Previamente se realizará un recorrido con el fin de efectuar el rescate de las especies vegetales vedadas y/o con valor ecológico para la conservación (PMA-MB-02), además

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01

se verificará el marcaje de los individuos arbóreos a aprovechar. La marcación de los individuos se realizará con pintura asfáltica amarilla y se conservará las numeraciones realizadas durante el inventario forestal.

- Se señalizará y delimitará el área de aprovechamiento forestal. La delimitación se realizará por medio de estacas y cinta reflectiva, para facilitar el avistamiento, para el desarrollo de esta actividad se emplearán los diseños definitivos del proyecto, las coberturas vegetales y la delimitación de los polígonos a intervenir. Las labores de campo se apoyarán con mapas y GPS que contengan los trazados de las obras establecidas.
- Se realizará el establecimiento y delimitación de caminos y patios de almacenamiento temporal y definitivo: Se definirán y señalizarán las zonas que sirvan para el acopio del material vegetal aprovechado, tanto en el área de aprovechamiento como el almacenamiento definitivo para su posterior uso en las obras. Al igual, se definirán los caminos o pistas por las cuales se realizará la extracción y transporte del material aprovechado.
- Se evaluará el área, la topografía y los obstáculos aledaños, para determinar la zona de corte y dirección de caída de los árboles.
- Se realizará el ahuyentamiento de la fauna de acuerdo al programa PMA-MB-05 de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. Además, se realizará la limpieza del fuste de termitas o de nidos de otros insectos que en el momento de la tala puedan perturbar las labores de tumba, en el caso de encontrar panales de abejas estos deben ser reubicados.

c. Preparación de los árboles

Con el fin de realizar un aprovechamiento forestal donde se maximice el volumen aprovechado, al mismo tiempo que prevenga los accidentes laborales y minimice los impactos sobre la vegetación aledaña, se realizarán las siguientes actividades de preparación:

- **Limpieza del terreno:** Se deberá realizar limpieza de la vegetación existente alrededor de la base del fuste con el fin de facilitar las labores y el tránsito de los trabajadores. En la limpieza se incluye el despeje de las vías de escape en caso de posibles obstrucciones y el despeje de la dirección de caída del árbol (Figura 10-109).

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01

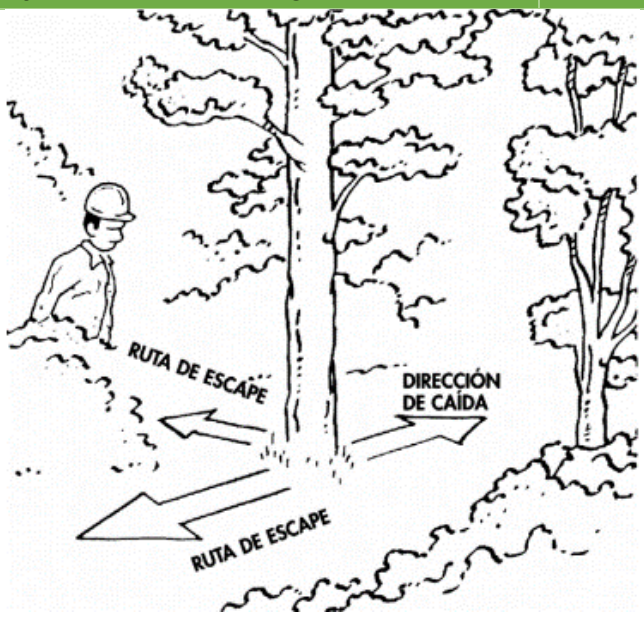


Figura 10-109 Preparación de ruta de escape.

Fuente: (Peréz, 2003).

- **Limpieza del fuste:** Con el fin de permitir la tala dirigida y la maniobrabilidad de los árboles a apear se realizará la limpieza de lianas y/o bejucos presentes en cada uno de los fustes a aprovechar.
- **Constatación de la dirección de caída del árbol:** Para cada árbol se debe hacer una evaluación específica del tamaño, la forma, la posible inclinación, entre otros, con el objeto de escoger la dirección y así mismo evaluar las posibles rutas de evacuación en caso de que el árbol cambie su dirección en el momento de la caída.

d. Tumba (apeo o corte).

Con el fin de desarrollar un apeo controlado y de esta forma disminuir los impactos de las coberturas aledañas se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones y actividades:

- Cuando la pendiente es muy fuerte, los árboles se deben apear perpendicular a la pendiente o a lo largo de las curvas de nivel, con el fin de disminuir el impulso del árbol, el quiebre del mismo y el daño de árboles o infraestructuras continuas. Además, el corte de los árboles se iniciará en la parte alta del terreno.
- Se evitará al máximo la tala de los árboles sobre los drenajes. Sin embargo, en algunos casos ésta puede ser la opción más adecuada por razones de seguridad y de la condición del terreno. Si esto es así, la extracción de los árboles se realizará de forma dirigida, gradual y con previo descope para causar el menor daño posible a las márgenes de los drenajes y a la vegetación de ribera.
- La actividad de corte de cada individuo se realizará lo más cerca posible del suelo y se realizará en tres fases: i) Con el fin de determinar la dirección de caída se realizará una muesca con una profundidad de al menos una quinta parte del diámetro del árbol, y con una altura aproximadamente a la profundidad, formando un ángulo de 45°. ii) Posteriormente se realizará la bisagra para guiar la caída en dirección de la muesca

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01

realizada. Este corte se debe realizar horizontalmente por encima del corte inferior de la muesca, entre 2,5 a 5 cm. Se debe dejar aproximadamente un 10% del diámetro del tronco entre los cortes de la muesca y la bisagra, con el fin de mantener el control del árbol. iii) Se realiza el corte de caída, el cual se debe hacer por encima del corte inferior de la muesca permitiendo el desprendimiento de las fibras del tocón en lugar del fuste (Figura 10-110).

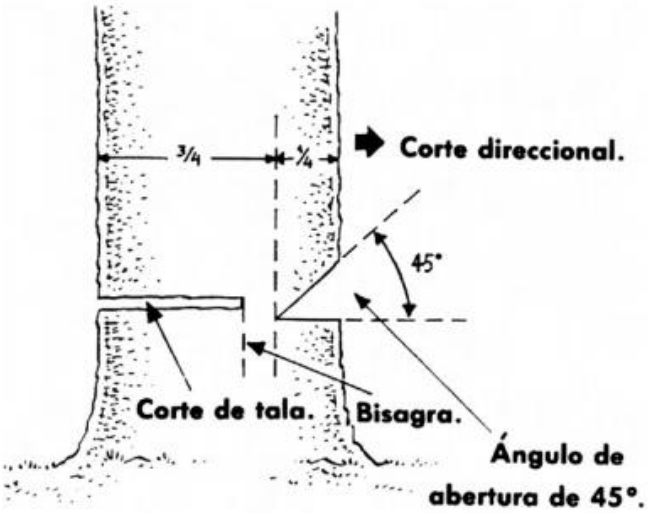


Figura 10-110 Tala de árboles y tipo de cortes.

Fuente: (Peréz, 2003).

- En caso de identificar durante el aprovechamiento forestal árboles muertos en descomposición o con bambas se recomienda para el apeo:
    - Para el caso de los individuos muertos, en general se recomienda eliminar la corteza para evidenciar hasta donde llegan las marcas de la pudrición, y los cortes deben realizarse lo más alto posible, debido a que en general la pudrición disminuye con la altura.
    - Para los árboles que presentan bambas o raíces fasciculadas, se procederá a retirarlas con el árbol en pie, con el fin de facilitar la manipulación de los fustes y maximizar el volumen de madera a aprovechar.

e. Desrame y trozado

Con el fin de disminuir los impactos por el trasporte de troncos de gran tamaño en los suelos y en la vegetación circundante se propone realizar el desrame y trozado de los individuos in situ. Al mismo tiempo, se pretende informar al personal sobre los productos a obtener del aprovechamiento forestal para realizar trozado pertinente, por último se deberá realizar la medición y marcado sobre el fuste de cada una de las longitudes deseadas.

f. Extracción y uso del material vegetal

La madera proveniente de los árboles (incluye troncos y ramas) será, principalmente, utilizada para las obras del proyecto; se dimensionarán piezas como tablas, tablones, listones, estacones, vigas, entre otras; éstas se utilizarán como estacas, señales, elaboración de soportes, cercas, trinchos, etc., que se necesiten para la construcción del

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal	PMA-MB 01

proyecto según las dimensiones y características de cada obra. Por otra parte, la madera no utilizada en las obras será donada a los habitantes de las zonas del proyecto que las utilizarán en las laborales agrícolas; en ningún caso se comercializará y movilizará la madera por fuera de la zona y veredas circundantes al proyecto, por este motivo no se requerirá Salvoconducto Único de Movilización (SUN). Se establecerá un registro del aprovechamiento forestal, indicando volumen de madera y disposición final.

Para la extracción de la madera se pueden emplear, volquetas, tractores y personal de campo hacia los lugares de acopio designados por el proyecto. Todos los sobrantes o residuos generados durante la actividad de despeje no deben tener como receptor final los cuerpos de agua, vegetación circundante, vías o caminos.

Los residuos de tala serán chipeados e incorporados como sustrato a las actividades de siembra y mantenimiento del programa de manejo de la vegetación; así mismo, este material se podrá disponer de forma adecuada en las zonas con vegetación secundaria del área de influencia para que se reincorporen al suelo.

3. Actividades de mitigación de impactos a las coberturas aledañas de las áreas destinadas para las actividades de desmonte y demolición en el cierre del proyecto.

Para evitar la remoción y afectación de las coberturas aledañas a las obras de demolición y desmonte de las infraestructuras se deberán seguir las actividades propuestas en la actividad uno de esta dicha. Sin embargo, estas actividades serán ajustadas acorde con las necesidades del proyecto y la normatividad ambiental vigente.

Mecanismos y estrategias participativas

- Información a la comunidad sobre el aprovechamiento forestal
- Avisos y señalización que permitan la delimitación de los sitios a adecuar o desmantelar
- Involucrar a la población del área de influencia en las labores de aprovechamiento forestal.

Personal requerido:	Responsable de la ejecución
• Ingeniero Forestal o afín con experiencia en aprovechamiento forestal, quién dará los lineamientos para dicha actividad antes, durante y después de la tala de los árboles • Personal operativo organizado por cuadrillas, cada una de ellas debe estar constituida por: un motosierrista, un ayudante de motosierra, dos operarios encargados de la movilización del material hasta el sitio de apilamiento • Profesional de Seguridad y salud en el trabajo	• Profesional Forestal • Profesional social (apoyo en las actividades de capacitación)

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia de medición y duración
Incorporar actividades preventivas que garanticen la remoción de la cobertura vegetal únicamente de las	**Porcentaje de capacitación del personal**	100%	Se realizarán tres capacitaciones, una previa a las actividades de:

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal			PMA-MB 01
áreas de intervención, la disminución de los impactos ambientales asociados y la prevención de los accidentes laborales.	Da indicio del cumplimiento de la actividad de capacitación, así como la cantidad de personal que fue capacitado. $\mathbf{CPO}(\%) = \frac{\boldsymbol{PCAP}}{\boldsymbol{PCON}} * \mathbf{100}$ CPO: porcentaje de personal de obra capacitado PCAP: cantidad de personal de obra capacitado PCON: cantidad de personal de obra contratado para el aprovechamiento y la operación de maquinaria pesada		-Adecuación en la fase de construcción - Aprovechamiento Forestal
	Señalización y delimitación de áreas Medirá el cumplimiento y la proporción de las áreas señalizadas $S(\%) = \frac{AS}{AP} * 100\%$ S: Porcentaje de áreas señalizadas en el proyecto AS: Número de áreas delimitadas y señalizadas AP: Número total de áreas a intervenir por el proyecto	100%	Semanal durante la fase de construcción

Cronograma de actividades

Fase de Construcción

Debido a que todas las actividades deben realizarse durante los tres primeros bimestres de la construcción, a continuación se presenta un cronograma detallado semanal.

Actividad	Semana*												
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Adecuación de terrenos para el montaje de la infraestructura del proyecto													
Taller de capacitación al personal													
Información a la comunidad sobre el aprovechamiento forestal													
Diseño de plan de operaciones de equipos y brigadas													
Delimitación de las áreas a intervenir													
Ahuyentamiento de aves y Revisión de nidos													

Programa de Manejo de la Cobertura vegetal													PMA-MB 01
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna													
Monitoreo a la fauna durante la etapa del aprovechamiento forestal													
Rescate, traslado y reubicación de flora, especialmente la mencionada en el PMA-MB-02													
Recorrido marcaje individuos a aprovechar													
Aprovechamiento forestal													
Extracción y usos de los productos del aprovechamiento forestal													
Manejo y procesamiento de la información													

El cronograma de la fase de demolición, desmantelamiento y cierre del proyecto será presentado previo a estas actividades de acuerdo a la normatividad vigente a la fecha.

Costos estimados de ejecución

Descripción	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Ing. Forestal	Mes	2	0.5	6.590.015	6.590.015
Técnico forestal x 2	Mes	2	1	4.942.511	9.885.022
Motosierristas x 5	Mes	10	1	4.118.759	41.187.594
Técnico seguridad en el trabajo	Mes	2	1	4.942.511	9.885.023
Auxiliares de campo x 10	Mes	30	1	1.647.504	49.425.113
Equipos. materiales e insumos.	Global	1		14.825.277	14.825.277
Traslado de productos y derivados del aprovechamiento forestal	Volqueta	2		17.700.000	35.400.000
Chipiadora	Global	1		8.000.000	8.000.000
Costo total sin IVA					**175.198.046**

Nota: los costos asociados a las capacitaciones del personal están incluidos dentro del presupuesto total del proyecto.

10.1.2.2 Programa de Manejo Florístico de especies sensibles

Programa de manejo florístico de especies sensibles	**PMA-MB 02**
Objetivo general	
Mitigar y compensar la afectación del proyecto sobre las poblaciones de especies de flora endémicas, amenazadas o en veda nacional y regional	
Metas	
• 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 • 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. • 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. • Formular medidas para la implementación de un área de rehabilitación de 2,5 ha para generar hábitats potenciales de comunidades de briofitos y líquenes	

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	
	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

Programa de manejo florístico de especies sensibles	PMA-MB 02
• 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. • 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, Alfaroa williamsii y Dussia lehmannii* presenta una veda regional de acuerdo en la jurisdicción 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).	

Programa de manejo florístico de especies sensibles	PMA-MB 02

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 10-10. Las memorias de cálculo se presentan en el Anexo 10.2 Reposición Especies Sensibles

Tabla 10-10. Compensación de individuos de especies sensibles a intervenir

Especie	Factor de reposición	Individuos a afectar	Individuos a Compensar
Alfaroa williamsii Ant. Molina	8	3	24
Aniba coto (Rusby) Kosterm.	4	18	72
Dussia lehmannii Harms	4	1	4
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**	**522**

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.

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 10-11 se resume el total de individuos estimados a los cuales se les aplicará el tratamiento, considerado a continuación:

Tabla 10-11. 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 Anexo 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, 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 10.2: 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
- En el segundo año, cada cuatro meses
- En el tercer año y cuarto año, cada seis meses

Programa de manejo florístico de especies sensibles	PMA-MB 02

- 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 Anexo 10.2 Guía metodológica manejo de especies arbóreas 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

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 Anexo 10.2 Guía metodológica manejo de epífitas vasculares: 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:
- Monitoreo de epífitas vasculares reubicadas.

Programa de manejo florístico de especies sensibles	PMA-MB 02

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

Así mismo, se presentan los anexos de 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 Anexo 10.2 Guía metodológica manejo de epífitas vasculares 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 el Anexo 10.2. Guía metodológica manejo de epífitas vasculares 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 ha. (Ver la Tabla 10-12). 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 10-12. 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
Cultivos permanentes herbáceos	0,159	1:0	0
Pastos limpios	3,335	1:0,01	0,033

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
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 comunidades vegetales.

Programa de manejo florístico de especies sensibles	PMA-MB 02

- 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.

En el Anexo 10.2 Guía metodológica: Implementación de un área de rehabilitación 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 los anexos de 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 10.2 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

Se desarrollarán medidas de seguimiento y monitoreo de las siembras en los arreglos florísticos. En el Anexo de la Guía metodológica, implementación de un área de rehabilitación de hábitats de briofitos y líquenes se detallan estas medidas. Las jornadas de monitoreo se ejecutarán cada seis meses durante tres (3) años.

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).

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
• 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. • Biólogo o afín con experiencia en recate, reubicación y mantenimiento de grupos biológicos en veda nacional. • Técnico forestal • Personal operativo organizado por cuadrillas • Profesional de Seguridad y salud en el trabajo		• Profesional Forestal • Profesional biólogo	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
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:** Mide el porcentaje de plántulas de especies sensibles rescatadas y reubicadas encontradas en el bosque de galería y/o ripario objeto de aprovechamiento forestal. $\mathbf{RPS} = \left(\frac{\mathbf{NPRS}}{\boldsymbol{NPCS}}\right) \times \mathbf{100}$ RPS: Porcentaje de rescate y reubicación de plántulas sensibles de especies de árboles sensibles. NPRS: Número de plántulas de especies sensibles rescatadas y reubicadas inferiores. 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	**Reposición de individuos de especies**	100%	Mensual (Hasta que se

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
áreas establecidas para los procesos de restauración en el Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal	**sensibles por aprovechamiento forestal:** 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. $\mathrm{RIS} = \left(\frac{\mathrm{NISS}}{NIRS}\right) \times 100$ RIS: Porcentaje de individuos de especies sensibles plantados por reposición. NISS: Número de individuos de especies sensibles sembrados por reposición. 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.		siembren los individuos necesarios para alcanzar la proporción según la indicada por el factor de reposición)
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:** $PCJC = \left(\frac{NJCE}{NJCP}\right) \times 100$ PCJC: Porcentaje al cumplimiento de jornadas de capacitación NJCE: Número de jornadas de capacitación ejecutadas 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:	Mayor o igual al 90%	Se realizará un balance una vez culminadas las jornadas de

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
	$PCRES = \left(\frac{NI}{NIR}\right) \times 100$ PCRES: Porcentaje de cumplimiento del rescate y reubicación de orquídeas y Bromelias. NI: Número de individuos de orquídeas y Bromelias rescatados y reubicados. NIR: Número de individuos de orquídeas y Bromelias cuantificados en las áreas de aprovechamiento forestal.		rescate y reubicación
	Cumplimiento al mantenimiento de 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)	100%	Jornadas de mantenimiento: 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	100%	Una sola vez, después de la implementación del área de rehabilitación

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
	SPAR: Superficie propuesta de área de rehabilitación (2,553 ha)		
	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%	Una sola vez, después de la siembra
	Cumplimiento a la implementación de procesos de rehabilitación pasiva (sucesión natural): $PARPI = \left(\frac{SIARP}{SPRP}\right) \times 100$ PARPI: Porcentaje de área de rehabilitación pasiva implementada SIAR: Superficie implementada en área de rehabilitación pasiva SPRP: Superficie programada con la implementación de Rehabilitación pasiva	100%	Una sola vez después del proceso de rehabilitación pasiva
	Cumplimiento a la siembra bajo el esquema de enriquecimiento vegetal: $PSEV = \left(\frac{SIEV}{SPEV}\right) \times 100$ PSEV: Porcentaje siembra en enriquecimiento vegetal SEV: Superficie implementada en enriquecimiento vegetal	100%	Una sola vez después del enriquecimiento vegetal

Programa de manejo florístico de especies sensibles			PMA-MB 02
	SPEV: Superficie programada en 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																	
Trasplante de los individuos recatados																	
Siembra de individuos por reposición																	
Mantenimiento de siembras y trasplantes																	
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																	
Actividades de siembra bajo el esquema de arreglos florísticos																	

Programa de manejo florístico de especies sensibles																	PMA-MB 02
Actividades de siembra bajo el esquema de enriquecimiento vegetal																	
Actividades de Rehabilitación pasiva (sucesión natural)																	
Actividades de mantenimiento a los esquemas de siembras																	

Q: Quincenal; M: Mensual, B: Bimestral

Costos estimados de ejecución

Actividad: Rescate, Reubicación, y Mantenimiento de individuos de especies arbóreas sensibles

Actividad	Unidad	Cantidad	Tiempo (meses)	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Ing. Forestal	Mes	1	2	1	6.590.015	13.180.030
Técnico forestal	Mes	3	2	1	4.118.759	24.712.556
Mano de Obra activiades de establecimiento	Jornal	18	1	1	70.000	1.260.000
Plántulas	Unidad	574	-	-	5.000	2.871.000
Materiales, herramientas equipos	Ha	0,6	-	-	317.118	190.271
Insumos (fertilizantes, hidroretenedores, calfos, micorrizas, abono orgánico)	Ha	0,6	-	-	1.131.600	678.960
Transporte	Ha	0,6			1.029.691	617.815
Establecimiento de un vivero temporal (Global)	Vivero de 20m x 10 m	1			1.268.715	1.268.715
Subtotal sin IVA						**44.779.347**

Costos de mantenimiento

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

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

10.1.2.3 Programa de Manejo para la Conservación, Restauración y Compensación de la Cobertura Vegetal

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.				
Metas				
• 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. • Promover un proyecto de restauración ecológica participativo y sostenible, involucrando a la comunidad en dicho proceso de restauración.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Oferta hídrica • Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	
	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 la fauna terrestre (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Equipos de protección personal • Materiales y herramientas de siembra • Material vegetal • Fertilizantes, micorrizas, hidroretenedores entre otros				
Lugar de aplicación				
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				

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

biótica del proyecto Cocorná III, especialmente aquellas que contienen hábitats núcleo y cercanas al río Cocorná y sus afluentes.

Población a beneficiar

Habitantes del área de influencia, flora y fauna local.

Procedimiento de desarrollo

Actividades y medidas de manejo ambiental

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 10-10. y Tabla 10-11)

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 10-111).

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.

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

- 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.
- No se incluirán las áreas destinadas a los accesos tradicionales de los espacios recreativos del río Cocorná.
- 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.
- 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

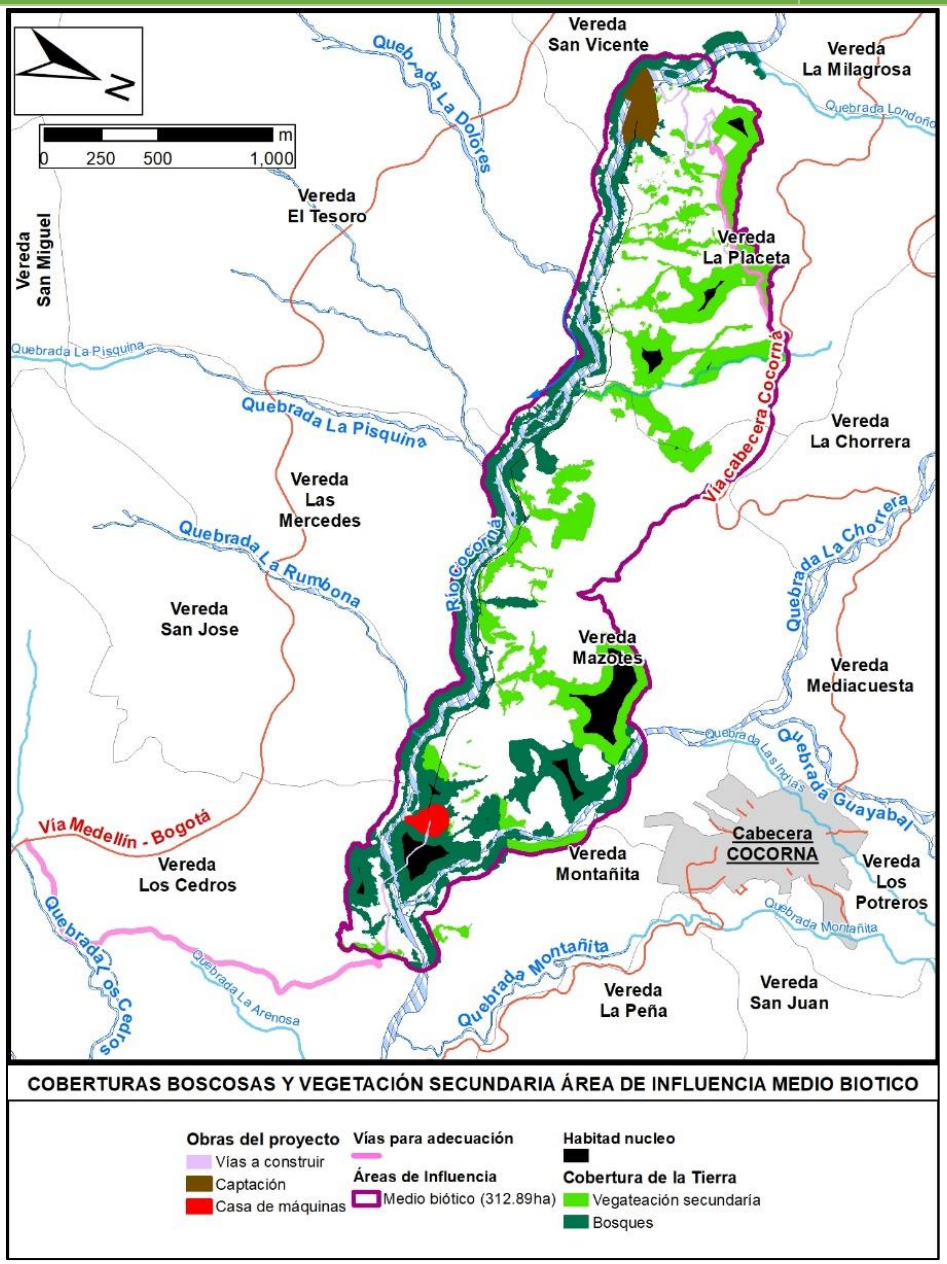


Figura 10-111 Áreas potenciales a rehabilitar

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 10-112). 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 10-112. 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

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

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 Anexo 10.2 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 10-10 y la Tabla 10-11. 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 10-113).

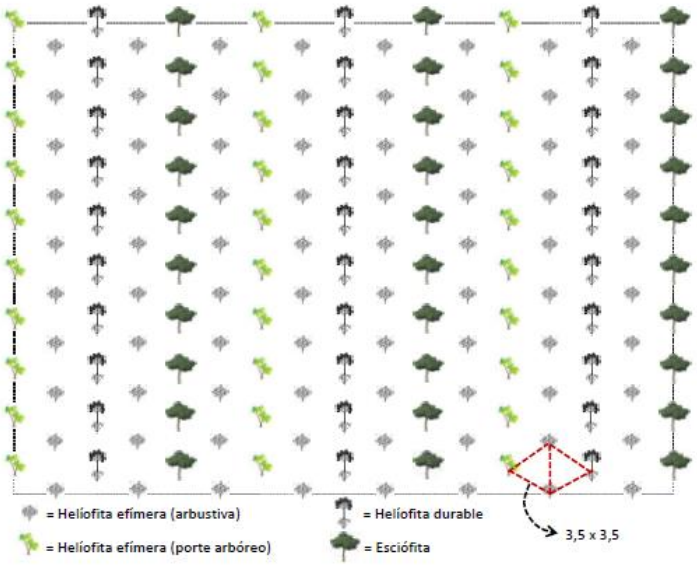


Figura 10-113. Diagrama de siembra y distribución de individuos según los gremios

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 10-114 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.

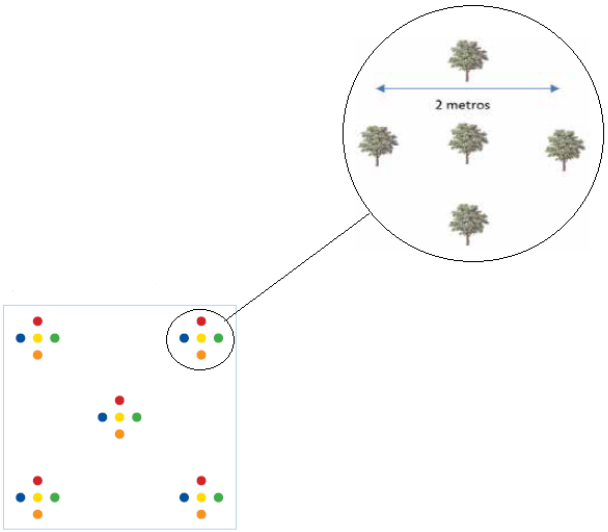


Figura 10-114. Diagrama de siembra y distribución de individuos por núcleos
Fuente: Modificado de Sanchún et al. (2016)

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.

Mecanismos y estrategias participativas

- 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.

Personal requerido:	Responsable de la ejecución

Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal			**PMA-MB-03**
• 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		Profesional Forestal	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Promover un proyecto de restauración ecológica participativo y sostenible, involucrando a la comunidad en dicho proceso de restauración.	**Porcentaje de propietarios y actores económicos socializados** $\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$ PS: porcentaje de propietarios y actores económicos del área de influencia de caracterización a detalle que participan en el taller de socialización X1: número de participantes en el taller de socialización realizados X2: número total de propietarios y actores económicos del área de influencia	70%	En cada encuentro participativo
	Porcentaje de vinculación de mano de obra local $\mathrm{PMOL}(\%) = \frac{MOLC}{MOT} * 100$ PMOL: Porcentaje de mano de obra local contratada para actividades ambientales de los Planes de Manejo del Proyecto MOLC: número de habitantes del área de influencia contratados	50%	Mensual (durante el plan de restauración)

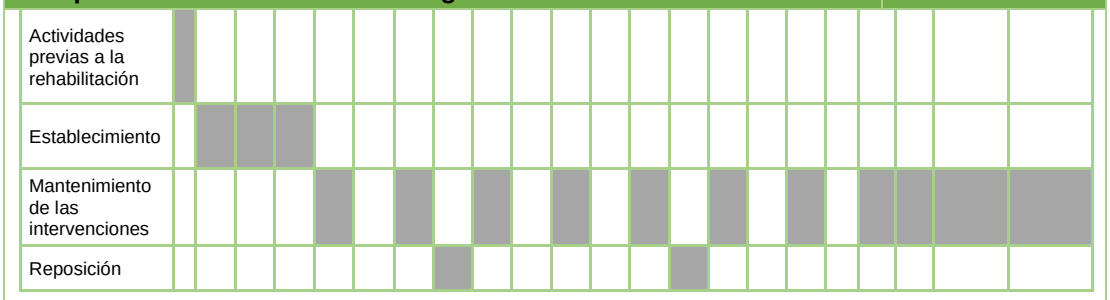
Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal			PMA-MB-03
	MOT: mano de obra total contratada, en número de trabajadores		
	Porcentaje de variación en los ingresos de la mano de obra contratada $\text{IMOL}(\%) = \frac{ICP - ISP}{ISP} * 100$ IMOL: variación ingresos de la mano de obra local ISP: ingresos de la mano de obra local sin plan de restauración 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. $AR\ (\%) = \frac{As}{Ap} x100$ AR: porcentaje de área restaurada As: área sembrada Ap: área propuesta a restaurar	100%	Se realizará en el quinto bimestre del primer año de construcción del proyecto, una vez después de terminadas las actividades de siembra propuestas.

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																						

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



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
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**

10.1.2.4 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre			**PMA-MB-04**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar la afectación a la fauna vertebrada terrestre presente en el área de influencia del proyecto por medio de implementación de actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna terrestre durante las actividades de aprovechamiento forestal que impliquen remoción de cobertura vegetal.				
Metas				
• Determinar las áreas óptimas de reubicación a través de la elaboración de un estudio ecológico. • Ahuyentar la fauna silvestre de la zona de intervención mediante la implementación de técnicas de ahuyentamiento. • Implementar técnicas de rescate de fauna silvestre que permitan capturar especies de baja movilidad. • Reubicar en el área de recepción a los individuos de fauna silvestre rescatados durante las labores de desmonte y descapote. • Realizar talleres de divulgación sobre el manejo de fauna silvestre con el personal encargado de las labores de desmonte y descapote. • Instalar en las vías información pertinente respecto a la presencia de fauna silvestre • Instalar pasos de fauna elevados en las zonas de nuevas vías que puedan ser usados por especies arborícolas.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Incremento en los fenómenos de ahuyentamiento de la fauna (-) • Cambios en la estructura de las especies de fauna (-) • Modificación en el hábitat de la fauna (-) • Alteración a ecosistemas terrestres (-) • Alteración a las coberturas vegetales (-) • Alteración a las comunidades de flora (-)				

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04
METODOLOGÍA	
Recursos Físicos (materiales y equipos)	
• Elementos ahuyentadores: Altavoces, siluetas de aves o cintas iridiscentes, sogas. • Elementos de rescate: gancho herpetológico, trampas Sherman y Tomahawk. • Elementos y equipos para atención veterinaria. • Equipó de trabajo en altura	
Lugar de aplicación	
Zona de captación y casa de máquinas, así como la línea de conducción y vías anexas al proyecto, específicamente donde se requiera el aprovechamiento de vegetación arbórea y arbustiva.	
Población a beneficiar	
Fauna terrestre del área de influencia del proyecto	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
<u>Actividad1. Actividades previas</u> Previo al inicio de actividades del aprovechamiento forestal, se deben seleccionar la o las áreas de recepción de fauna rescatada. La selección deberá considerar aspectos ecológicos y estructurales que se asemejen a los sitios que se aprovecharán, por lo tanto, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos: • Conectividad con las áreas de ahuyentamiento que permita el restablecimiento de la fauna nativa del área de influencia del proyecto. • Conectividad con otras coberturas boscosas similares que permitan el flujo génico de las poblaciones. • Presencia de cuerpos de agua y coberturas vegetales con condiciones similares a las áreas donde fue rescatada la fauna. • Tamaño adecuado de las áreas en acuerdo a los requerimientos ecológicos de las especies. Las áreas seleccionadas deben estar exentas de futuras intervenciones, pues la fauna ya se ha visto sometida a cambios drásticos en su dinámica poblacional. Además, se deberá coordinar el personal de tala y los profesionales encargados del ahuyentamiento y rescate sobre el desarrollo de esta, con respecto a la dirección, a las zonas que serán afectadas y cuales no lo serán, con el fin de llevar a cabo un cronograma exitoso y que evite afectaciones innecesarias a la fauna. Considerando estos parámetros se propone como áreas de reubicación tentativas los polígonos que se muestran en la Figura 10-115.	

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

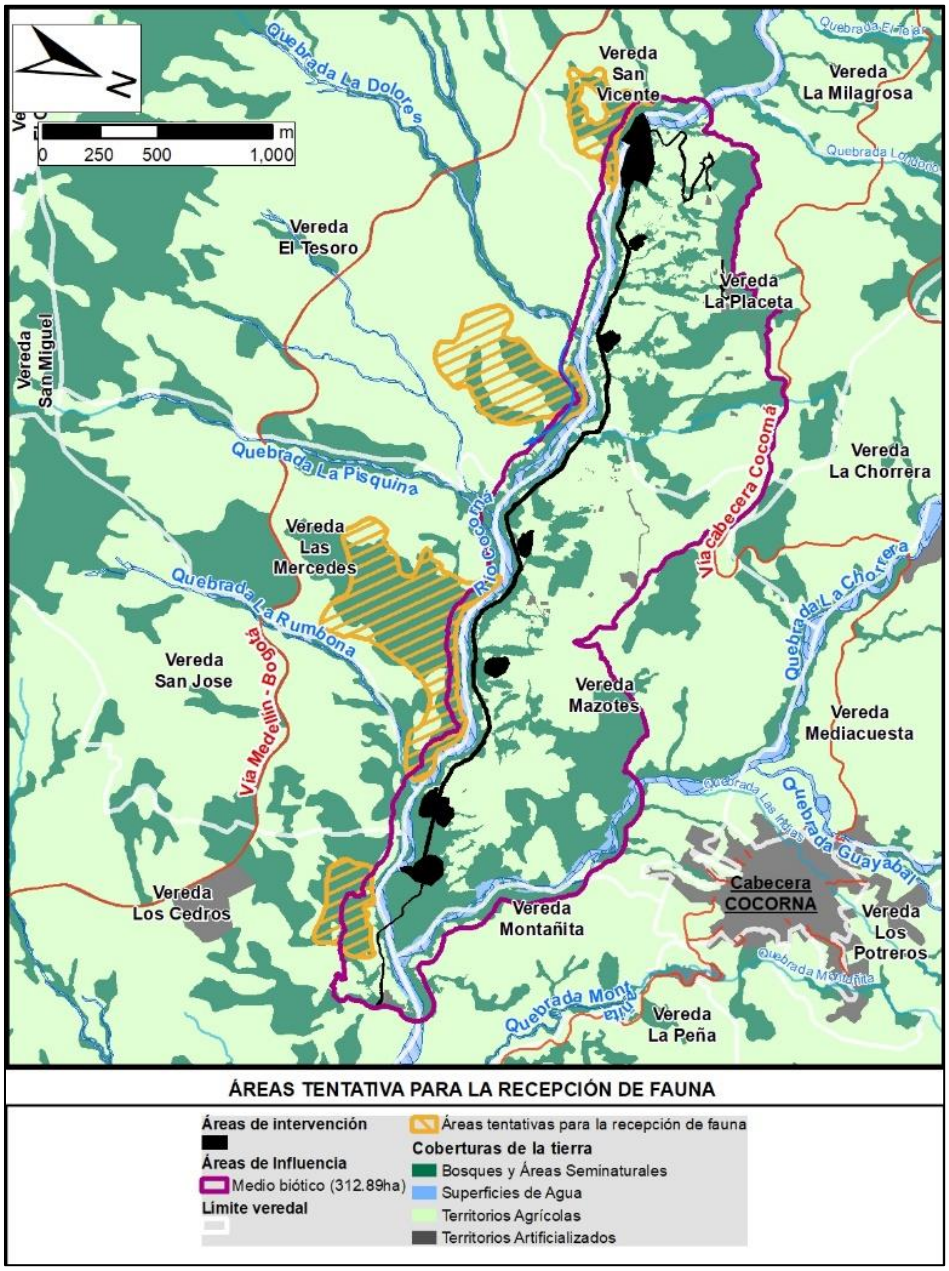


Figura 10-115 Polígonos que delimitan las áreas de recepción tentativas para la fauna durante las labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación.

Con el fin de establecer definitivamente la pertinencia de utilizar como áreas de reubicación las anteriormente propuestas o en caso negativo establecer unas nuevas, se deberá realizar una caracterización de fauna en las áreas consideradas, que servirán como insumo para la elaboración del estudio ecológico propuesto en las metas, el cual será el presentado a la

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04
corporación ambiental donde se expondrán las razones del porqué esas áreas son las indicadas. La caracterización deberá seguir las metodologías estándar para cada grupo (avifauna, mastofauna y herpetofauna), y deberán ser realizadas incluyendo las coberturas vegetales.	
<u>Actividad 2: Ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna</u> Con una antelación de dos meses, un biólogo, deberá realizar un reconocimiento a las áreas que serán aprovechadas, donde se haga énfasis en la búsqueda de nidos y madrigueras. El personal deberá contar con certificado de trabajo en alturas. Los sitios de cría activos deberán ser marcados y monitoreados con el fin de hacer seguimiento a los polluelos, de tal forma que cuando estos dejen el nido se proceda a destruirlo para evitar que sean de nuevo utilizados. A la par se deberán inutilizar los nidos y madrigueras inactivas. Este seguimiento deberá hacerse de manera gradual y continuada para estar atentos a la habilitación de nuevos nidos. Se coordinarán las actividades de ahuyentamiento y rescate con aquellas obras de infraestructura que demanden la remoción de vegetación y descapote. El ahuyentamiento se ejecutará antes del inicio de las labores de remoción vegetal con una antelación de cinco días y posteriormente paralela a las labores de tala y descapote con un acompañamiento constante por parte de los profesionales encargados y auxiliares, los cuales deberán estar capacitados en la implementación de los métodos de ahuyentamiento y rescate y tener experiencia en la taxonomía de cada grupo de interés y en el manejo de fauna silvestre, además de tener curso en alturas. Para tal fin se deberá contar con al menos tres biólogos (mastozoólogo, herpetólogo y ornitólogo), veterinario y/o zootecnista. Cuando se inicien las labores de aprovechamiento forestal una cuadrilla de rescate de fauna debe ir inmediatamente antes de aprovechar cualquier tipo de vegetación o árbol, esto para verificar la ausencia de fauna en estas zonas y/o rescatar los animales que estén presentes. Además, la cuadrilla deberá revisar los árboles aprovechados y estar durante el desrame ya que algunos individuos pueden permanecer aun después del aprovechamiento.	
Se recomienda que la tala de la cobertura vegetal se realice desde los extremos, de manera que los animales se vayan desplazando por el fragmento hacia diferentes parches contiguos y previniendo que vayan a quedar aislados en un parche en medio de una zona talada. En la Figura 10-116 se puede observar la dirección propuesta del ahuyentamiento a medida que se lleven a cabo las labores disuasivas.	

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

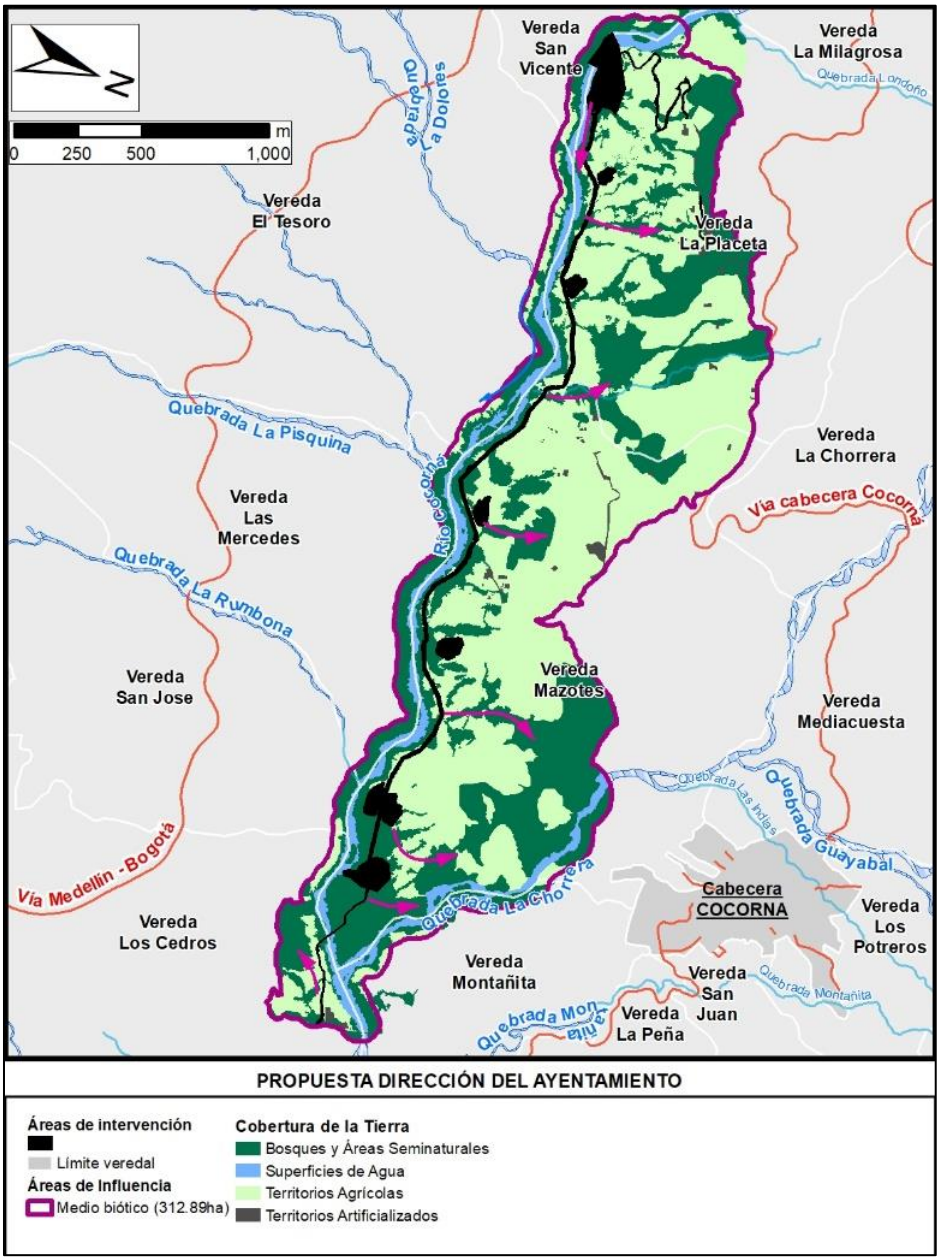


Figura 10-116 Dirección de ahuyentamiento propuesta en cada una de las áreas de aprovechamiento forestal.

a. *Ahuyentamiento:*

El ahuyentamiento se efectuará por una intervención directa sobre los hábitats, mediante el empleo de diferentes metodologías y técnicas de acuerdo con cada grupo de fauna:

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

- Herpetofauna:

Remoción de rocas, troncos y hojarasca en busca de especies de anfibios y reptiles, para reubicarlos en los lugares establecidos.

Recorridos diarios, tanto diurnos como nocturnos, en las diferentes coberturas a ser intervenidas, en busca de anfibios y reptiles que habitan en los árboles, plantas epifitas, bajo rocas, entre la hojarasca o troncos del suelo.

- Avifauna:

Se deberá provocar el desplazamiento forzado de las aves utilizando medios sonoros, siluetas de aves rapaces, cintas iridiscentes o bombas de hielo seco entre otras técnicas de perturbación con el fin de ahuyentar a las especies que identifican estas señales como enemigos naturales (predadores o eventos inesperados).

En cuanto a los nidos, no se realizará rescate y traslado debido a que las aves parentales los abandonan por la perturbación realizada. Como el ahuyentamiento se ejecutará cinco días antes, se buscarán nidos activos, los árboles donde estos estén dispuestos serán marcados y monitoreados con el fin de estar seguros de que los volantones han llegado a su desarrollo completo y han dejado el nido, por lo que luego se procederá a destruir los nidos. En caso tal de que los nidos aun estén activos al iniciar las labores de tala, los árboles que aun tengan nidos no podrán ser talados hasta que termine el proceso de desarrollo de los polluelos. En el caso de encontrar nidos inactivos, se procederá a destruirlos para impedir nuevos ciclos de incubación.

- Mastofauna:

Se provocará la migración de los animales de mediano y gran tamaño a través de la utilización de medios sonoros, altavoces, bombas de hielo o pitos.

Se buscarán posibles madrigueras, para extraer las especies, estas serán saturadas con humo y capturadas con nasas en el momento de huir. Posteriormente cada madriguera será destruida para evitar que puedan ser habitadas de nuevo.

En el caso particular de los murciélagos y roedores que habitan en troncos, se deberá hacer una búsqueda minuciosa para evitar que queden atrapados durante el desmonte y descapote. En algunos casos será necesario atraparlos y llevarlos hacia las zonas de reubicación.

b. *Rescate y reubicación:*

En vista que muchas especies de bajo desplazamiento aun permanecerán en el sitio a pesar del ahuyentamiento, se deberán implementar metodologías de captura acordes a los diferentes grupos faunísticos:

- Herpetofauna:

Se realizarán recorridos en el área de intervención con el fin de hacer capturas manuales de individuos. Las capturas se harán con ayuda de gancho o pinza herpetológica, trampas de embudo y trampas de caída.

- Mastofauna:

Se utilizarán trampas tipo Sherman de diferentes tamaños con el fin de capturar especies de tamaño pequeño, sobre todo roedores y marsupiales.

Para mamíferos de tamaño mediano y grande se implementarán trampas tipo Tomahawk.

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04
Todas las trampas deberán ser revisadas en la tarde y en las primeras horas de la mañana, con el fin de evitar muertes de individuos ya sea por inanición, deshidratación, hipotermia o ataque de insectos. Las trampas se cebarán para atraer a los animales, para tal fin se utilizará una mezcla de avena en hojuelas, esencia de vainilla y mantequilla de maní, se cebarán también con frutas (papaya, banano), granos (maíz), concentrado para animales, atún o sardina. Todos los días durante el rescate los cebos serán reemplazados por cebos frescos. En caso de darse capturas, las trampas serán lavadas para quitar restos de heces, orina y cebos viejos.	
Al llevarse a cabo el rescate de individuos estos deberán ser manipulados con cuidado velando por cuidar la integridad del animal y de la persona que lo manipule. Para tal fin se deberá contar con implementos de seguridad personal y el manejo debe hacerlo el personal idóneo. Dependiendo de la especie se debe contar con contenedores de captura temporal que sean seguros para la integridad del individuo. El embalaje de individuos se hará de acuerdo con el grupo taxonómico y las características de la especie. Para tal fin se utilizarán materiales como bolsas de tela de diversos tamaños, baldes con tapa, costales, bolsas ziploc, guacales, cajas plásticas y de madera. Para mamíferos se deberá contar con bolsas de tela para el embalaje de murciélagos y roedores o contenedores plásticos con aperturas para que entre el oxígeno. Para mamíferos medianos se deberá hacer uso de guacales o jaulas. Para aves estas pueden ser contenidas temporalmente en bolsas de tela o jaulas y para herpetofauna en bolsas de tela para reptiles, baldes con tapa para serpientes o recipientes plásticos con ventilación y con sustrato que mantengan la humedad en el caso de los anfibios. Los recipientes y materiales deberán encontrarse siempre limpios para evitar trasmisión de enfermedades y se debe tener cuidado con el agrupamiento para evitar peleas por territorio o daño entre individuos de diferentes especies o de la misma especie. En caso tal que se deba reubicar algún individuo, este será transportado en contenedores apropiados para cada especie y en vehículos adecuados para el almacenaje de los contenedores evitando estresar más al animal. Antes del inicio del aprovechamiento forestal se deberán proponer y ajustar las rutas más idóneas hacia las áreas de reubicación, que deberán ser las recorridas, en caso de que se deban reubicar individuos, ya sea directamente desde los frentes de aprovechamiento o desde el CAF, luego de que el individuo haya pasado por un proceso de recuperación. Se deberá contar permanentemente con un medio de transporte, el cual será adecuado según las necesidades y deberá ser utilizado exclusivamente para este fin. En caso de que las rutas propuestas indiquen que es más corto y rápido el recorrido a pie que en vehículo, dependiendo de la especie y de los contenedores se podrán realizar los recorridos caminando o por medio de transporte mular, el cual deberá estar adecuado para el transporte seguro y cómodo de los contenedores (jaulas, guacales). A los individuos capturados en perfectas condiciones se les tomaran las medidas morfométricas pertinentes y un detallado registro fotográfico y se procederá a reubicarlos en el menor tiempo posible. Los individuos que resulten lesionados durante los procesos de ahuyentamiento y rescate deberán ser trasladados y atendidos en un centro de atención temporal de fauna (CAF) articulado para tal fin.	

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

El CAF deberá contar con una zona de diagnóstico para los individuos afectados la cual este bien iluminada y espaciosa donde se cuente con los equipos necesarios para llevar a cabo una revisión diagnostica apropiada, deberá contar con un área de almacenaje de equipos, otra donde estén dispuestas las jaula o encierros y una zona de cuarentena para los individuos que lo requieran.

A continuación, en la Figura 10-117 se presenta el plan de atención médica veterinaria.

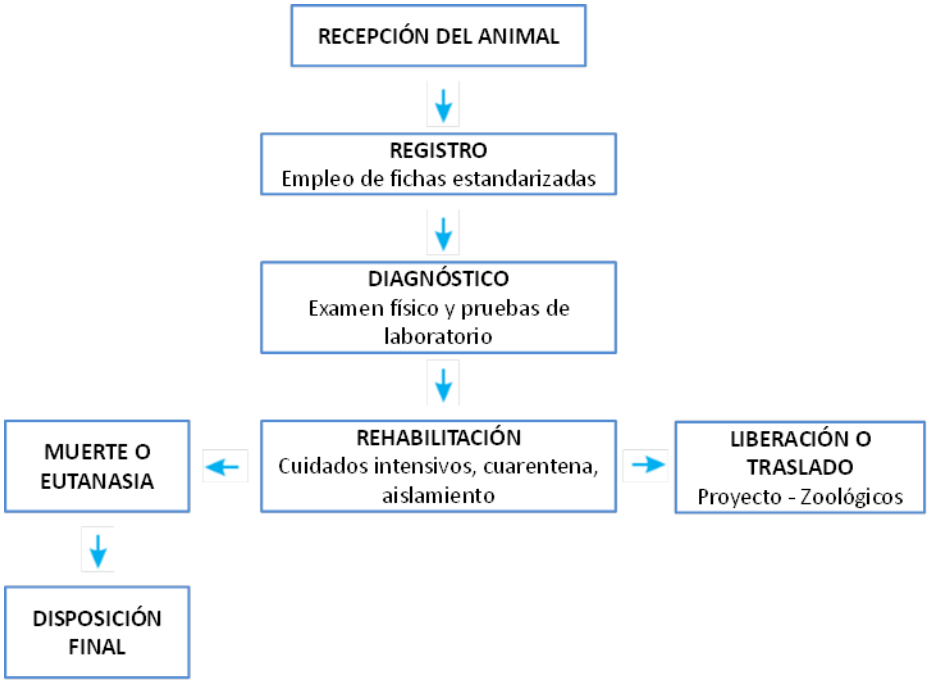


Figura 10-117. Protocolo general de atención veterinaria

Tomado de Pérez, 2007.

Propuesta técnica para el manejo de fauna rescatada:

Para cada animal que llegue al CAF ya sea por jornadas de ahuyentamiento, rescate o por que fue reportado por empleados del proyecto se deberá seguir el siguiente protocolo:

Ingreso de los animales:

En esta etapa los animales son valorados mediante un examen físico, donde se estima el estado y condición corporal.

Manejo de animales sanos:

Se les hace una valoración médica y posteriormente son liberados en las zonas de recepción de fauna.

Animales lesionados:

Se les hará una valoración médica, luego de lo cual se determinará si es internado temporalmente en el CAF hasta que pueda ser liberado o si la afectación es irrecuperable en cuyo caso se procederá a la eutanasia.

Neonatos y juveniles:

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

En caso tal que lleguen neonatos y juveniles se procederá a la valoración clínica, luego de lo cual se proveerá una alimentación forzada. Si el neonato se desarrolla y se considera listo para la reubicación se liberará en algunas de esas zonas receptoras, en caso tal que no logre adaptarse se procederá a la eutanasia.

Animales muertos:

Los animales muertos deben ser llevados al hogar de paso provisional para ejecutar la necropsia, donde se les realiza un registro fotográfico y evaluación de los hallazgos anatomopatológicos que ocasionaron su muerte. Por último, su disposición final se hace según las normas de bioseguridad establecidas. Alternativamente, algunos especímenes se prepararán para su posterior preservación en colecciones biológicas avaladas por el Instituto Alexander von Humboldt.

El CAF deberá estar administrado por un veterinario especialista en fauna silvestre y operarios que tengan conocimiento en la manipulación de fauna silvestre. Los cuales deberán certificar su experiencia ante la autoridad ambiental. Se deberá contar con formatos de ingresos, egresos, historia clínica, necropsias para su atención, valoración y liberación de los especímenes que llegaran al sitio.

A cada individuo capturado se le tomaran los datos morfológicos, ecológicos y se le realizará un registro fotográfico detallado. Serán tomadas como prioritarias las especies catalogadas en las diferentes categorías de amenaza, tanto a nivel nacional como internacional, que sean endémicas de Colombia o que se sospeche de ser una nueva especie.
Para las actividades de ahuyentamiento y rescate se deberán generar formatos de acuerdo con la información arrojada, incluyendo especies ahuyentadas, rescatadas y reubicadas, coordenadas geográficas de registro y/o reubicación, fecha y hora del registro, tipo de marcaje, tipo de captura, entre otras. Estos formatos deberán estar estructurados de tal forma que permitan la verificación de información en el tiempo.

Actividad 3. Talleres de educación ambiental con la comunidad y personal de obra

Con antelación al inicio de las labores de remoción de cobertura vegetal se deberá realizar un taller educativo con el personal encargado con el personal de obra del proyecto. Estos talleres deberán tratar temas como:

- Identificación de fauna silvestre caracterizada en el área de influencia
- Importancia de la fauna silvestre en el ecosistema.
- Amenazas actuales sobre la fauna
- Medidas correctivas frente a la cacería de fauna
- Implicaciones de la captura, tenencia y comercio de fauna silvestre
- Manejo de herramientas e implementos durante la ejecución del programa
- Métodos de captura y sujeción de fauna.
- Protocolo que seguir durante el encuentro de fauna silvestre.
- Prevención de accidentes ofídicos

Adicional a este taller se deberán dictar charlas con la comunidad asentada en el área de influencia biótica, incluyendo las instituciones educativas. Las charlas se harán previo al inicio de las labores de aprovechamiento forestal. Los temas que deberán tratarse serán los siguientes:

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

- Especies detectadas en el área de influencia
- Importancia del componente de fauna
- Amenazas actuales de la fauna con énfasis en el ámbito local
- Medidas correctivas frente a la cacería de fauna
- Implicaciones de la captura, tenencia y comercio de fauna silvestre
- Conflictos de la fauna con la comunidad y posibles medidas de mitigación
- Acciones frente al encuentro de fauna y pautas en caso de lesiones o accidentes

Las charlas se agendarán en coordinación con las Juntas Acción Comunal de cada una de las veredas la Placeta y Mazotes, en las cuales se asienta el área de influencia biótica del proyecto. Así mismo en cada de las instituciones educativas de estas veredas. Cada charla se dictará una sola vez, antes del inicio de las labores de aprovechamiento forestal. Por lo tanto, se proponen ocho charlas educativas dirigidas a la comunidad. En total se espera que se dicten al menos cinco charlas; cuatro con la comunidad y una con los trabajadores de la obra.

Actividad 4. Medidas de protección de la fauna terrestre por atropellamiento a lo largo de las vías anexas al proyecto

Durante la construcción del proyecto se establecerá un límite de velocidad máxima, en las vías que confluyan hacia las áreas de trabajo, el cual no podrá exceder los 30 Km/h y se instalarán señales de tránsito que informen sobre la medida, cada señal deberá ser instalada a una distancia promedio de 300 m (ver Programa de Manejo del Tránsito Vehicular, ficha PMA-MF-05). Esta es una disposición importante para reducir el riesgo de accidentalidad por atropellamiento en las vías del proyecto. Estas señales incluirán reducción de velocidad, prohibido el uso de bocinas. Adicional a esta medida se instalarán señales alusivas a la protección de fauna terrestre, estas deberán estar dispuestas a lo largo de las vías utilizadas durante las labores del proyecto e incluirán avisos alusivos a la prohibición en el área de actividades como la cacería y la captura o comercialización de fauna silvestre. Se deberán también instalar vallas informativas con especial énfasis en la fauna amenazada registrada en la zona. En la Figura 10-118, se muestra de manera tentativa el lugar de ubicación de estas señales.

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

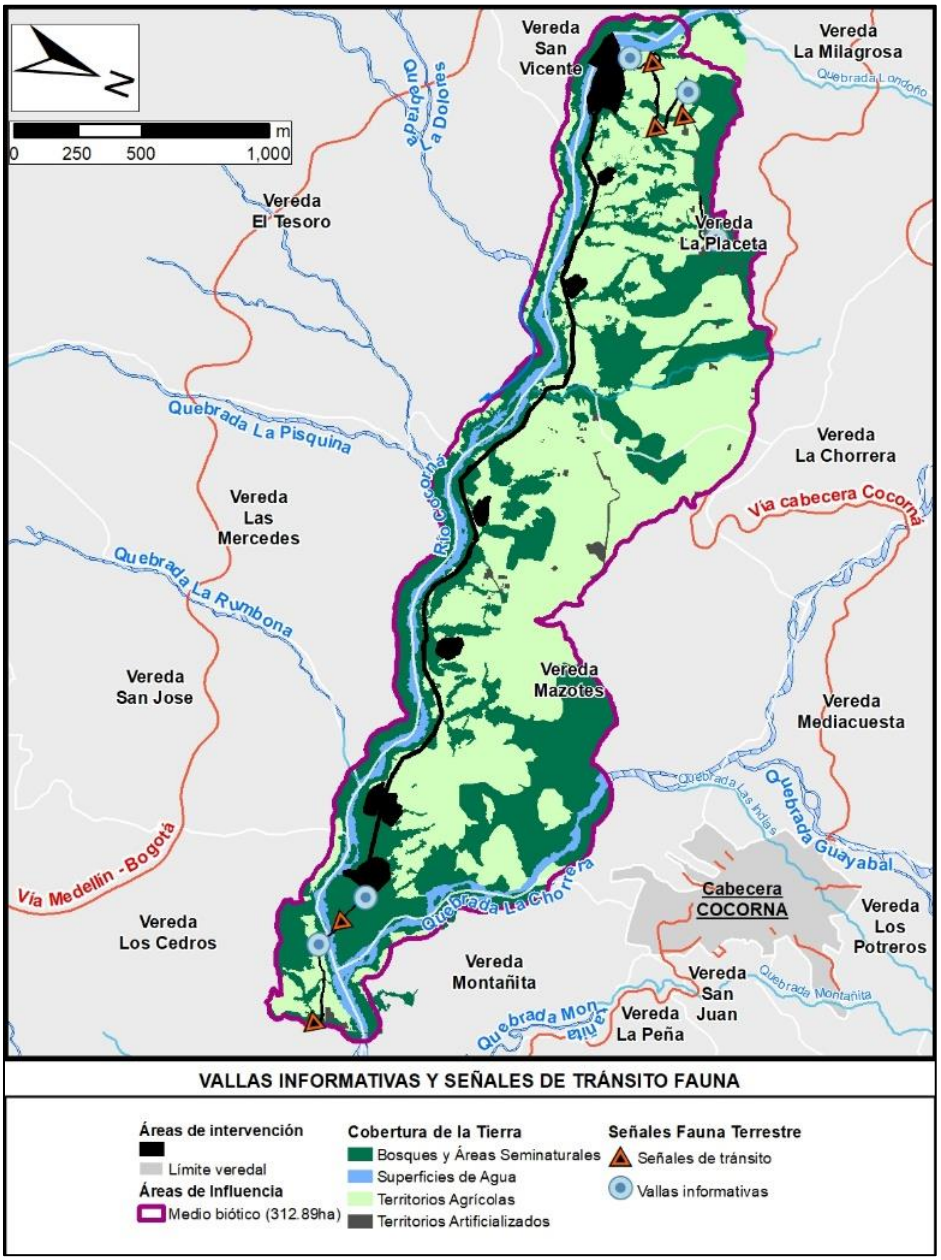


Figura 10-118. Ubicación tentativa de las señales de tránsito y vallas alusivas al cuidado de fauna silvestre.

Se deberá llevar un registro de eventos de atropellamiento de fauna y se georreferenciarán con el fin de determinar los sitios más vulnerables y si las medidas para evitar estos eventos han tenido resultados.

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

Actividad 5. Instalación de pasos de fauna

Para la elección de los puntos de instalación, el número y el tipo de pasos de fauna, se debe contar con información primaria contenida en la caracterización del EIA, con la cual se determinan las especies de interés para las cuales se planea esta medida de protección. De acuerdo con los requerimientos ecológicos de las especies, sus rutas de desplazamiento y características del hábitat se concluye la pertinencia y la funcionalidad de estas estructuras. Se debe a su vez reconocer los sitios de interés para la conectividad ecológica que faciliten el desplazamiento de la fauna. Así como obtener la información proporcionada respecto a las áreas que serán impactadas o aprovechadas que permita concentrar la atención en estas áreas respecto a la pertinencia de instalar estructuras mitigables (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

Considerando la diversidad de especies semi y arborícolas en el área, se propone, diseñar e instalar pasos de fauna elevados que cumplan con las especificaciones necesarias de soporte, longitud y materiales resistentes, los cuales puedan ser funcionales en el tiempo. Un paso de fauna elevado tiene la función de mantener la conectividad entre las copas de los árboles existentes a ambos lados de la vía y consiste en el anclaje de cuerdas o cables o en la instalación de plataformas elevadas, de tal forma que el desplazamiento de animales pueda darse con facilidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2006).

Existen varios modelos de pasos aéreos que han sido instalados en diferentes proyectos: algunos constan de cables que discurren a ambos lados de la vía con una malla entre ellos y que están anclados ya sea a troncos de árboles o a postes cerca de árboles. Las plataformas de madera también son utilizadas dentro de los modelos de pasos aéreos como el que se observa en la Figura 10-119.

Paso de fauna en la Ruta del Sol
Fuente: (ANI, 2014)

Paso de fauna aéreo en la vía la Escobero (Antioquia)
Fuente: (Tiempo., 2016)

Figura 10-119 Algunos tipos de pasos de fauna que han sido instalados en las vías del país.

Teniendo en cuenta las características de las especies objeto (primates, ardillas, zarigueyas, perros de monte) se propone considerar algunos de estos modelos para ser instalados en el proyecto. Tanto para la malla como para la escalera de madera la medida

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

estandar es de 30 cm de ancho (Luell, 2005). La construcción e instalación de cada paso de fauna deberá contar con materiales resistentes que soporten el peso de los animales, asi como condiciones extremas del clima y del medio como humedad, vientos fuertes y temperaturas altas. Los anclajes deberan hacerse en postes de madera o metal y no en los troncos de arboles ya que estos pueden caerse y por tanto malograr la estructura. Por lo tanto, la ubicación de los postes de anclaje debera hacerse en sitios cercanos a las ramas de los árboles que permita el fácil acceso de las especies. Se deberá tener especial cuidado con la altura de la estructura de manera que esta sea la ideal para evitar que maquinaria pesada pueda rozarla y dañarla. La ubicación no debe interferir con los que transitan las vías. Con el fin de reducir la probabilidad de depredación por aves rapaces, se recomienda la instalación de una cuerda adicional en la parte superior del paso (Luell, 2005).

En cuanto a los sitios de instalación se deberán concentrar principalmente en los trazados de las nuevas vías que fragmentarán coberturas boscosas (bosques y vegetaciones secundarias) y que en algunos casos pueden llegar a aislar algunos parches de vegetación. Los puntos tentativos para su instalación se observan en Figura 10-120.

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	PMA-MB-04

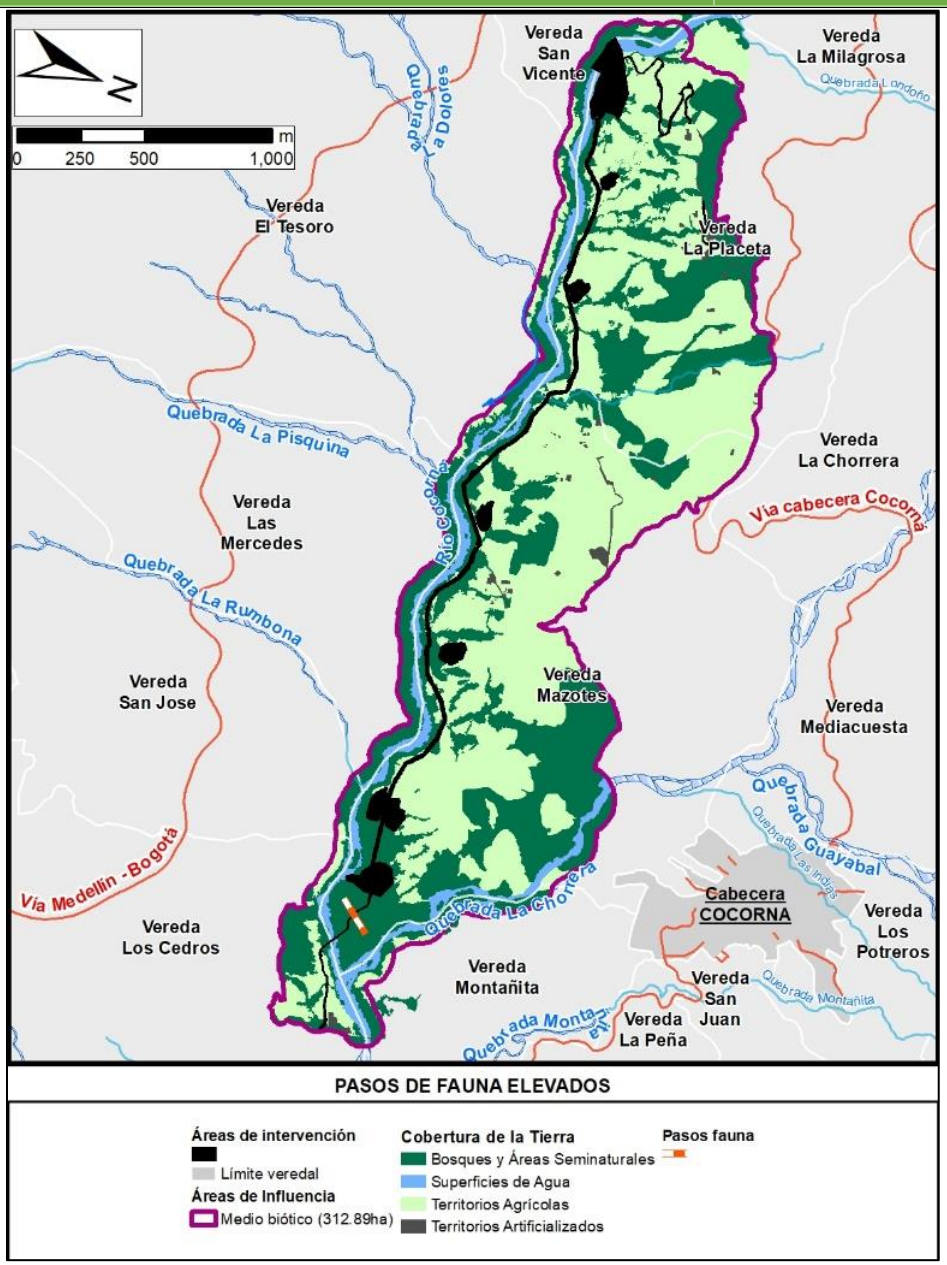


Figura 10-120 Puntos tentativos para la instalación de pasos de fauna elevados

Estas estructuras deberán monitorearse para determinar su funcionalidad y para evitar su deterioro.

Actividad 6. Seguimiento a la actividad

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	**PMA-MB-04**
Para las actividades de ahuyentamiento y rescate se deberán generar formatos de acuerdo con la información arrojada, incluyendo especies ahuyentadas, rescatadas y reubicadas, coordenadas geográficas de registro y/o reubicación, fecha y hora del registro, tipo de captura, entre otras. Estos formatos deberán estar estructurados de tal forma que permitan la verificación de información en el tiempo. También se deberán elaborar y gestionar formatos que incluyan la información de los individuos rescatados y que fueron valorados en el Centro de atención a la fauna (CAF) (centro de atención a fauna) o en el centro veterinario (en caso tal de darse un convenio), donde se detallen datos como especie, edad, lugar de captura, estado corporal al ingresar, procedimiento llevado a cabo para la valoración, fecha de liberación o de eutanasia en su caso. Además, para medir la efectividad de estas medidas de protección se plantearán planes de seguimiento y monitoreo, donde se realizarán muestreos periódicos de las comunidades de fauna terrestre (mastofauna, herpetofauna y avifauna) y específicamente a las especies vulnerables y/o endémicas, tanto en las zonas de recepción, así como en el área de influencia del proyecto con especial énfasis en las zonas más impactadas durante las labores constructivas.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Capacitaciones y talleres de educación ambiental a la comunidad • Socialización con la comunidad	
Personal requerido:	**Responsable de la ejecución**
Biólogo mastozoólogo, biólogo ornitólogo, biólogo herpetólogo, veterinario experto en fauna silvestre	Profesional ambiental

Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Cumplimiento de las actividades de ahuyentamiento, salvamento y reubicación de fauna terrestre	**Porcentaje de cumplimiento de los días efectivos de ahuyentamiento respecto a los días totales en los cuales se llevarán a cabo las labores de aprovechamiento forestal** $\text{PCarr} = \frac{(Dearr)}{DAf}\text{X}100$ Donde: PCarr=Porcentaje de cumplimiento de las actividades de ahuyentamiento, salvamento y reubicación de fauna terrestre	100%	Semanal durante el aprovechamiento

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre			PMA-MB-04
	Dearr = Días efectivos de labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación DAf = Días efectivos de labores de aprovechamiento forestal		
Efectividad de la reubicación de los individuos rescatados	**Porcentaje de individuos que fueron capturados y reubicados** $PIRE = \left(\frac{NIRb}{NIRs}\right) \times 100$ Donde: PIRE: Porcentaje de individuos reubicados. NIRb: Número de individuos reubicados. NIRs: Número de individuos rescatados.	80%	Semanal durante el aprovechamiento
Efectividad de las medidas para evitar atropellamientos	**Porcentaje de atropellamiento en las vías del proyecto** $PAt = \left(\frac{NIApa}{NIApp}\right) \times 100$ Donde: PAt: Porcentaje de atropellamientos. NIApa: Número de individuos atropellados periodo actual NIApp: Número de individuos atropellados periodo anterior	Menos del 5%	Semanal (durante construcción)
Cumplimiento en la instalación de vallas de tránsito e informativas sobre fauna terrestre	**Porcentaje de cumplimiento de la instalación de vallas de tránsito y alusivas a la fauna terrestre en las vías anexas del proyecto** $PCVT = \left(\frac{NVFI}{NVFP}\right) \times 100$ Donde: PCVT=Porcentaje de cumplimiento de la instalación de vallas de tránsito e informativas sobre fauna terrestre en las vías. NVFI=Número de vallas sobre fauna instaladas NVFP=Número de vallas sobre fauna proyectadas para instalación	90%	Semestral (durante construcción)

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre			PMA-MB-04
Cumplimiento a la capacitación de personal de obras	**Porcentaje del personal de obra involucrado en las capacitaciones de fauna terrestre** $PCC = \left(\frac{NAC}{NPO}\right) \times 100$ Donde: PCC=Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones NAC=Número de asistentes a las capacitaciones NPO=Número de personal adscrito a las obras del proyecto	100%	Una sola vez
Cumplimiento a las charlas con la comunidad	**Porcentaje del número de charlas realizadas** $PCCo = \left(\frac{NCR}{NCP}\right)$ **Donde:** PCC=Porcentaje de cumplimiento de charlas con la comunidad NCR=Número de charlas realizadas NCP=Número de charlas propuestas	90%	Una sola vez
Cumplimiento de la instalación de pasos de fauna	**Porcentaje de pasos de fauna instalados** $PCIP = \left(\frac{NPI}{NPP}\right)$ **Donde:** PCIP=Porcentaje de cumplimiento de instalación de pasos de fauna NPI=Número de Pasos de fauna instalados NPP=Número de Pasos de fauna propuestos.	100%	Una vez

Cronograma de actividades

Etapa de construcción

Actividad	Semana																	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Instalación de vallas informativas de fauna																		

Actividad	Semana																	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Caracterización de zonas de reubicación de fauna y elaboración de documento																		
Capacitaciones al personal de obra																		
Capacitaciones a la comunidad																		
Revisión, aislamiento y monitoreo de nidos activos																		
Actividades de ahuyentamiento																		
Rescate de fauna durante el aprovechamiento forestal																		
Instalación de paso de fauna																		

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional coordinador ahuyentamiento	Mes	2	0,5	6.590.015	6.590.015
Profesional selección áreas reubicación	Mes	1	0,3	6.590.015	1.977.005
Revisión, aislamiento y monitoreo de nidos activos	Mes	3	1	6.590.015	19.770.045
Biólogo Mastozoólogo	Mes	3	1	6.590.015	19.770.045
Biólogo Herpetólogo	Mes	3	1	6.590.015	19.770.045
Biólogo Ornitólogo	Mes	3	1	6.590.015	19.770.045
Profesional especialista en manejo de centros de paso y de diagnósticos en salud de fauna silvestre	Mes	2	0,5	6.590.015	6.590.015
Honorarios personales de la zona entrenado	Jornal	210	1	70.000	14.700.000

	Alquiler trampas Sherman, Tomawak, Redes de niebla, Cámara trampa, gancho herpetológico.	Mes	1	1	7.600.000	7.600.000
	Equipos y materiales (angeo, materiales simulación de predadores, generadores de ruido, etc.)	Global mes	2	1	1.800.000	3.600.000
	Construcción del centro de paso	Global	1	1	15.000.000	15.000.000
	Dotación del centro de paso	Global	1	1	30.000.000	30.000.000
	Viáticos (cinco personas durante 36 días)	día	180	1	80.000	14.400.000
	Transporte (Vehículos)	día	30	1	400.000	12.000.000
	Señales de tránsito informativas	Unidad	5	1	150.000	750.000
	Vallas informativas manejo de fauna	Unidad	5	1	450.000	2.250.000
	Equipos de primeros auxilios y seguridad	global	1	1	2.500.000	2.500.000
	Instalación de pasos de fauna (construcción e instalación	Unidad	1	1	19.000.000	19.000.000
	Costo total sin IVA					**216.037.215**

10.1.2.5 Programa de manejo a las especies de fauna terrestre vulnerables y amenazadas

Programa de manejo a las especies vulnerables y amenazadas			**PMA-MB-05**	
Objetivo general				
Prevenir y mitigar la afectación hacia la fauna vulnerable y amenazada por medio de medidas que implican la sensibilización de la comunidad sobre la importancia de conservarlas, enfocándose sobre el cuidando del hábitat y la restricción a su comercio, sumado también a la instalación de estructuras de paso elevadas como conectores de hábitats que se fragmenten durante el aprovechamiento forestal.				
Metas				
• Llevar a cabo talleres de educación ambiental con la comunidad asentada en el área de influencia biótica que estén enfocados en conocer las especies vulnerables y amenazadas presentes en el área, así como la importancia de conservarlas. • Ejecutar medidas como la instalación de pasos de fauna elevados. • Instalar vallas informativas sobre aspectos importantes de las especies vulnerables y amenazadas. • Elaborar y distribuir material didáctico que refuerce las jornadas educativas.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Incremento en los fenómenos de ahuyentamiento de la fauna (-) • Cambio en la estructura de las especies de fauna (-)				
METODOLOGÍA				
Recursos Físicos (materiales y equipos)				
• Equipos de video: computadores, video beam. • Elementos didácticos: Plegables, pendones.				
Lugar de aplicación				

Programa de manejo a las especies vulnerables y amenazadas	PMA-MB-05
Juntas de acción comunal de las veredas La Placeta y Mazotes, así como las instituciones educativas de estas veredas.	
Población a beneficiar	
Fauna terrestre del área de influencia del proyecto	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	

Actividad 1. Talleres de educación ambiental

Con el fin de generar conciencia en la comunidad respecto a la presencia, vulnerabilidad e importancia de la conservación de las tres especies (*Lontra longicaudis*, *Saguinus leucopus* y *Capito hypoleucus*) vulnerables y amenazadas que se observaron en el área de influencia, se propone la realización de talleres de educación ambiental enfocados en estos temas.

Los talleres deberán ser dictados a la comunidad de las veredas La Placeta y Mazotes, por lo tanto, las juntas de acción comunal (JAC) pueden ser los lugares donde se concentren estas jornadas, además de las instituciones educativas de estas dos veredas.

Los temas que deberán tocar cada taller incluirán información general sobre cada especie:

- Su dieta
- En qué hábitats es posible encontrarlas
- Las amenazas actuales en la región
- Dónde es posible encontrarlas en el área
- Los servicios ecosistémicos que prestan
- El marco legal respecto al comercio de fauna silvestre
- La interacción con otras especies presentes en la zona

Los talleres deberán ser estructurados de tal forma que sean dinámicos y atractivos para el público. En instituciones educativos se realizarán jornadas lúdicas que estimulen el interés por conocer un poco más sobre estas especies.

Estos talleres se reforzarán con la elaboración de plegables llamativos que serán repartidos entre los asistentes a las jornadas. Así mismo, se deberán diseñar pendones o afiches llamativos que serán dispuestos en las JAC y en las instituciones educativas. Los plegables y pendones deberán contener información relevante de las especies como: el hábitat que utilizan, su dieta, sus amenazas, su importancia ecológica.

Los talleres se realizarán cada dos años y en estos también se socializarán los resultados de los monitoreos de fauna vulnerable y amenazada.

Actividad 2. Instalación de pasos de fauna

Estas estructuras se utilizan como medida de mitigación en hábitats que han sido fragmentados por la construcción de estructuras lineales como las vías. Como dentro del diseño del proyecto se plantea la construcción de una nueva vía, que, efectivamente fragmentará uno de los hábitats del titi *Saguinus leucopus* se propone la instalación de un paso de fauna elevado. Las características de los pasos propuestos, así como, el punto

Programa de manejo a las especies vulnerables y amenazadas			PMA-MB-05
tentativo de instalación y los costos asociados a este se detallan en el PMA-MB-04 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. <u>Actividad 3. Instalación de vallas informativas sobre las especies amenazadas y vulnerables</u> Como medio educativo adicional se instalarán tres vallas informativas que deberán contener información relevante de cada especie. Estas se dispondrán en las vías de acceso al proyecto. El sitio tentativo de instalación se detalla en el PMA-MB-04 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Capacitaciones y talleres de educación ambiental a la comunidad • Socialización con la comunidad			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
Biólogo experto en fauna terrestre y educación ambiental		Profesional ambiental	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Cumplimiento de la realización de los talleres de educación ambiental sobre fauna amenazada y vulnerable	**Porcentaje del número de talleres realizados** $PCT = \left(\frac{NTR}{NTP}\right)$ **Donde:** **PCT=Porcentaje de cumplimiento de talleres con la comunidad** **NTR=Número de talleres realizados** **NTP=Número de talleres propuestos**	100%	Bianual (fase de construcción)
Los indicadores de cumplimiento para la instalación de pasos de fauna y vallas informativas sobre especies amenazadas y sensibles se detallan en los indicadores del PMA-MB-04 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.			

Programa de manejo a las especies vulnerables y amenazadas	PMA-MB-05

Cronograma de actividades (fase de construcción)

Actividad	Semana									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Talleres de educación ambiental con la comunidad										
Distribución de pendones o afiches y de plegables educativos										
Instalación de vallas informativas sobre especies amenazadas y vulnerables										
Instalación de pasos de fauna										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Biólogo con experiencia en educación ambiental	Mes	1	1	6.590.015	6.590.015
Viáticos	día	6	1	120.000	720.000
Transporte (Vehículos)	día	7	1	450.000	3.150.000
Pendones o afiches	Unidad	5	1	80.000	400.000
Plegables	Unidad	200	1	2.500	500.000
Materiales (lapiceros, marcadores, papelógrafo, crayolas, etc.)	Global	1	1	500.000	500.000
Refrigerios para los talleres de capacitación	Persona	200	1	5.000	1.000.000
Costo total sin IVA					**12.860.015**

Los costos asociados a la instalación de pasos de fauna fauna y vallas informativas sobre especies amenazadas y sensibles se detallan en los indicadores del PMA-MB-04 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

10.1.2.6 Programa de Rescate Contingente de Ictiofauna

Programa de Rescate contingente de ictiofauna			**PMA-MB-06**
Objetivo general			
Minimizar los efectos negativos que se generarán sobre la fauna íctica presente en el río Cocorná debido a los cambios abruptos en la ubicación del cauce principal del río durante las actividades de desviación de éste para la construcción del azud y debido a la reducción del caudal durante las primeras etapas de la puesta en marcha de la operación de la PCH Cocorna III.			
Metas			
Realizar maniobras de rescate y reubicación de los peces atrapados durante las actividades de construcción de la ataguía y contra-ataguía, desviación del río, así como el llenado de la tubería y pruebas de generación, que implican cambio en la ubicación del cauce principal del río o disminución drástica de caudal, para evitar mortandades masivas en el mayor número de especies e individuos de peces.			
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación
	Estudios		Prevención X
	Construcción	X	Mitigación X
	Operación	X	Corrección
	Desmantelamiento y abandono		Compensación
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR			
• Alteración de las comunidades hidrobiológicas (-) • Alteración hábitats acuáticos (-) • Afectación a los corredores biológicos acuáticos (-)			
METODOLOGÍA			
Recursos Físicos (materiales y equipos)			
Aireadores, baldes, nasas, atarrayas, jamas, bolsas plásticas, elementos de protección personal, etc.			
Lugar de aplicación			
Durante la etapa de construcción de la ataguía y contra-ataguía, se realizará la actividad de rescate en inmediaciones del área de construcción de ésta y durante las actividades de desviación del río para la construcción del azud se realizará donde se evidencien empozamientos susceptibles de generar atrapamientos de peces. La revisión se realizará hasta aproximadamente un kilómetro aguas abajo de dichas obras, donde ha recibido las aguas de las quebradas La Dolores y La Pisquina las cuales poseen un caudal medio de 285 y 320 L/s respectivamente con lo cual se aporta al restablecimiento del caudal medio del río Coorná.			

Programa de Rescate contingente de ictiofauna	PMA-MB-06
Durante las primeras etapas de operación de la central, se deberá realizar el rescate a lo largo de todo el tramo de aguas reducidas, considerándose inicialmente que este debe abarcar hasta el primer tributario de importancia, es decir la quebrada La Pisquina, la cual se ubica aproximadamente a un kilómetro de la captación, sin embargo esta distancia puede ser variable dependiendo de las condiciones climatológicas presentes durante dicha etapa.	
Población a beneficiar	
Ictiofauna del área de influencia	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Actividad 1. Identificación de áreas de atrapamiento o empozamiento Antes de dar inicio a las actividades de rescate es importante conocer la conformación del lecho para así identificar las posibles áreas críticas de atrapamiento, dado que, en estas zonas de empozamiento, es donde se puede encontrar un número importante de individuos. Para esto se realizan recorridos por las áreas donde se presentará la disminución de caudal y se identifican las zonas de posible atrapamiento de los peces por medio de reconocimiento visual de acuerdo a la experticia del ictiólogo.	
Actividad 2. Identificación de sitios de reubicación y de análisis de especies presentes en la cuenca Dentro de las actividades previas al rescate es importante definir los sitios de acopio, recepción y reubicación de los ejemplares, por lo tanto, se realizarán visitas al sitio para identificar áreas adecuadas que garanticen el rápido y libre desarrollo de la actividad. Además, se propone que los sitios de destino donde serán liberados los peces presenten condiciones de calidad de agua semejantes a las de su procedencia (p.e. aguas arriba del sitio de obras), en caso de que la temperatura registre diferencias importantes, es necesario aclimatar los individuos. Por otro lado, es importante identificar, a partir de los resultados de la caracterización y de información bibliográfica, la ictiofauna que reside en las áreas directas e indirectas del proyecto, de esta manera, se obtiene una planificación más precisa de las especies y poder así tener especial cuidado con aquellas especies más vulnerables a la manipulación.	
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, zootecnistas, ingenieros acuícolas, ingenieros agropecuarios, ingenieros pesqueros, y auxiliares de campo de la zona preferiblemente. 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.	
Actividad 4. Rescate de peces Previo al inicio de la actividad de rescate se identificarán las especies de peces registradas para la zona (con la información de los monitoreos iniciales), con el fin de determinar qué	

Programa de Rescate contingente de ictiofauna	PMA-MB-06

especies son de interés científico, protegidas, introducidas, nativas, vedadas o presentan algún tipo de amenaza. Para la pesca de individuos, se propone emplear atarrayas con distintos ojos de malla (0,5 cm, 2,0 cm y 3,0 cm). También emplear equipos acordes al hábitat de rescate, nasas y mallas mosquiteras son muy útiles para sectores confinados, además del uso de la electropesca para cubrir todos los microhábitats posibles.

Se deberá contar con cuatro equipos de trabajo conformados por un profesional, un auxiliar y un pescador de la zona entrenados en actividades de rescate, ubicados aguas abajo de donde se iniciarán las obras, distribuidos cada 250 m a lo largo del tramo de las actividades de rescate. Este personal participará activamente en la recolección de los individuos que queden atrapados en las pozas que se formen y en el traslado de los mismos hasta el sitio de reubicación. Los individuos deben ser transportados en baldes y bolsas plásticas desde el sitio de rescate hasta el sitio de recepción. Además, se deberá contar con la presencia de una camioneta en la zona del proyecto para poder atender cualquier eventualidad durante dicho proceso.

Se definirá en la zona de liberación, un sitio de recepción, necesario para la ubicación de un tanque plástico con capacidad de almacenamiento de 500 l, baldes y aireadores, en los cuales serán dispuestos los individuos rescatados antes de su liberación siendo ideal que los individuos no permanezcan en los tanques más de dos horas. Los individuos maltratados o que presenten heridas serán tratados con yodo y posteriormente almacenados en un tanque con sal marina en una dosis de 5 gr a 8 gr por litro de agua. En acuicultura este tratamiento se realiza para estimular la secreción de mucus de la piel, el cual es un revestimiento que cubre por completo el cuerpo del pez y tiene la función de protegerlo de agentes externos y parásitos, reduce el rozamiento y mejora su desplazamiento en el agua.

Programa de Rescate contingente de ictiofauna	PMA-MB-06

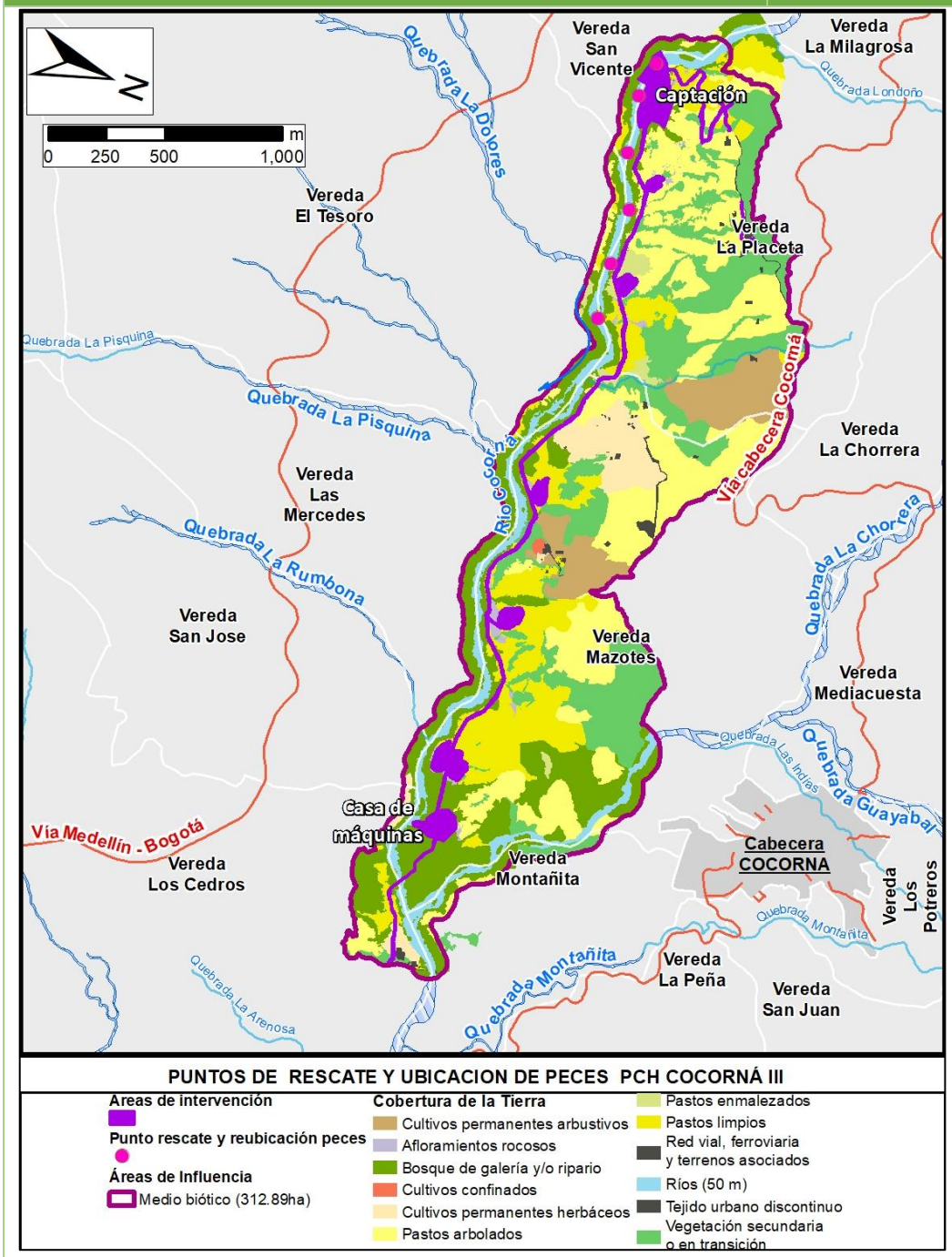


Figura 10-121 Puntos tentativos de rescate y reubicación de individuos

En el sitio de reubicación se establecerá un grupo de trabajo conformado por un profesional y un auxiliar de campo, quienes previamente tomarán registro de los parámetros físicos y

Programa de Rescate contingente de ictiofauna			PMA-MB-06
químicos del agua del contenedor en el que se transportan los peces (Temperatura, pH, Oxígeno disuelto), con el fin de verificar que las variables se encuentren dentro de los valores adecuados para la sobrevivencia de los individuos. En caso de observar diferencias importantes en la temperatura (> 2 o < 2 °C), proceder gradualmente a realizar una aclimatación con agua del sitio donde serán liberados. Es importante tener en cuenta, que, para garantizar el buen desarrollo de las actividades de rescate y evitar la presencia de personal ajeno a estas, se implementará un sistema de carnetización que identifique a todos los rescatistas. Así mismo, se identificarán los vehículos designados para la labor y se dotará a todo el personal con los elementos necesarios para el mismo, diferenciando aquellos que realicen su trabajo en tierra o en agua (morral, camiseta o camibuso, chaleco, gorra o pava, casco, guantes, botas, gafas, chaleco salvavidas, capa impermeable), los cuales estarán estampados con el logo de la empresa responsable del rescate.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Socialización con la comunidad • Vinculación de población de la zona como mano de obra no calificada en las labores de rescate (capturar peces, conteo, proceso de transporte y liberación).			
Personal requerido:		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional ambiental (Ingeniero ambiental, biólogo, ecólogo, ingeniero pesquero, ingeniero acuícola o profesional que acredite experiencia en recursos hidrobiológicos) con el fin de Coordinar el plan de rescate desde su inicio hasta su final. • Auxiliares de campo (profesional, técnico y/o tecnólogo que acredite experiencia en el muestreo de recursos hidrobiológicos) con el objeto de apoyar a la coordinación general del plan de rescate desde su inicio hasta su final. Toma de registros diarios, supervisión del desarrollo de la actividad. • Población de la comunidad para realizar labores de recolección de ejemplares, conteo y transporte hasta aguas arriba de la zona de intervención del cauce principal del río.		Profesional Biólogo o residente ambiental.	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Evaluación de la eficiencia del programa de rescate y reubicación de la fauna íctica	**Análisis del porcentaje de mortalidad de peces** $PMP = \left(\frac{NPM}{NPC}\right) \times 100$ Donde: PMP: Porcentaje de mortalidad de peces NPM: Número de peces muertos	Porcentaje inferior al 5%	Diaria durante los días que dure el rescate

Programa de Rescate contingente de ictiofauna			PMA-MB-06
	NPC: Número de peces capturados		
	Análisis del porcentaje de supervivencia de peces $$PSP = \left(\frac{NPL}{NPC}\right) \times 100$$ Donde: PSP: Porcentaje de supervivencia de peces NPL: Número de peces liberados NPC: Número de peces capturados	Porcentaje Superior al 95%	Diaria durante los días que dure el rescate
	Análisis del porcentaje de supervivencia de peces lacerados $$PILR = \left(\frac{NIT}{NPL}\right) \times 100$$ Donde: PILR: Porcentaje de individuos lacerados recuperados NIT: Número de individuos tratados NPL: Número de peces lacerados	Porcentaje inferior al 10%	Diaria durante los días que dure el rescate

Cronograma de actividades

Se requerirá de actividades de rescate durante 10 días consecutivos en las siguientes fases:

- Durante la desviación del río para la construcción de la ataguía, contra-ataguía y del azud.
- Al inicio de las actividades de generación.

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B 1	**B 2**	**B 3**	**B 4**	**B 5**	**B 6**	**B 1**	**B 2**	**B 3**	**B 4**	**B 5**	**B 6**
Revisión zonas de empozamiento												
Capacitaciones al personal de obra												
Actividades de recate y reubicación												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**

Programa de Rescate contingente de ictiofauna										PMA-MB-06
Revisión zonas de empozamiento										
Capacitaciones al personal de obra										
Actividades de recate y reubicación										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional ictiología	Mes	1	1	6.590.015	6.590.015
Ictiólogo auxiliar	Mes	4	1	4.942.511	19.770.044
Técnicos de campo	Mes	4	1	4.118.759	16.475.036
Personal de la zona entrenado	Mes	4	1	1.647.504	6.590.016
Chinchorros y atarrayas	Unidad	4	1	3.000.000	12.000.000
Aireadores	Unidad	10	0,5	150.000	750.000
Viáticos (profesional o trabajador/día)	Día	30	1	120.000	3.600.000
Transporte (Vehículos)	Día	30	1	400.000	12.000.000
Insumos varios por campaña	Global	3	1	1.750.000	5.250.000
Material talleres	Global	3	1	2.500.000	7.500.000
Costo total sin IVA					**90.525.113**

10.1.3 Medio Socioeconómico

10.1.3.1 Programa de información y participación comunitaria

Programa de información y participación comunitaria			**PMA-MS 01**
Objetivo general			
Facilitar espacios de consulta, comunicación, mecanismos PQRS y concertación entre los actores institucionales, comunitarios y económicos con el proyecto, brindando información veraz, clara y oportuna en las fases de construcción, operación, desmantelamiento y abandono.			
Metas			
• Comunicar al menos una vez al mes (durante los 6 meses antes del inicio de la construcción hasta por lo menos 2 años después del inicio de operaciones del proyecto y durante la fase de desmanelameinto y abandono) los planes de manejo, el cronograma de construcción del proyecto, las actividades de operación, las actividades que implican el desmantelamiento y abandono, con la corporación ambiental (CORNARE), el sector económico municipal, organizaciones sociales y ambientales del área de influencia del proyecto, de manera que las acciones del proyecto, las acciones de los Planes de Manejo Ambiental y la estrategia de participación sean comunicadas eficientemente a los actores interesados. • Atender de forma eficaz en los términos estipulados por la legislación vigente, las Preguntas, Quejas, Reclamos, Solicitudes (PQRS) y derechos de petición de los actores socioeconómicos, durante las fases de construcción, operación y desmantelamiento y abandono del proyecto.			
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**
• Oferta hídrica • Dilución de vertimientos • Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación X
	Estudios		Prevención X
	Construcción	X	Mitigación X
	Operación	X	Corrección X
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR			
• Presión demográfica derivada del proyecto (-) • Generación de expectativas (-) • Alteración de las actividades económicas (-) • Alteración a predios por la infraestructura del proyecto (-) • Alteración de actividades de aprovechamiento recreativo del río Cocorná (-) • Conflictos socioambientales (-) • Cambios en los niveles de gobernabilidad (+)			

Programa de información y participación comunitaria	PMA-MS 01
• Molestias a la comunidad (-) • Afectación a infraestructura pública y privada (-) • Alteración al tránsito y movilidad (motorizado y no motorizado) (-)	
METODOLOGÍA	
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y Equipos)	
• Espacio para reuniones • Material didáctico • Material divulgativo • Material digital • Estrategia de comunicación implementada en medios locales	
Lugar de aplicación	
Municipio de Cocorná-veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta, La Milagrosa y San Miguel).	
Población a beneficiar	
• Comunidad del área de influencia • Mesa ambiental del municipio de Cocorná • Comunidades educativas del municipio de Cocorná y veredas del área de influencia • Juntas de Acción Comunal (JAC) • Organizaciones sociales del municipio de Cocorná • Grupos ecológicos • Gremios económicos • Propietarios del área de influencia • Instituciones públicas del municipio de Cocorná	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de construcción	
1. Encuentros con actores económicos	
• Realizar una reunión de diagnóstico con los actores económicos de las veredas San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Mazotes, La Placeta y Montañita con miras a identificar necesidades de mano de obra, frecuencias del transporte de cosechas, insumos, vías utilizadas y otros aspectos que pueden ser afectados durante la etapa de construcción, especialmente en temporada de cosecha o producción. • Realizar una reunión para establecer acuerdos entre los actores económicos y representantes sobre los protocolos de movilidad, contratación de mano de obra, entre otros, para disminuir los impactos sobre las actividades económicas.	

Programa de información y participación comunitaria	PMA-MS 01
2. Encuentro con propietarios afectados por obras y servidumbres	
• Realizar una reunión con propietarios de predios que serán intervenidos por las obras civiles y servidumbres del proyecto, para comunicarles los diseños definitivos, métodos de construcción, ubicación e informales los alcances de los Planes de Manejo Ambiental y cronogramas de obra del proyecto. Así mismo, se socializarán los mecanismos de atención a PQRS y se levantará información respecto a las condiciones de seguridad de la zona. • realizar una reunión con los propietarios de predios que serán intervenidos en la se acuerden la intervención sobre los predios, la movilidad y aspectos de seguridad que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del proyecto. • Comunicación semanal con los propietarios de predios intervenidos para hacer la recepción y gestión de PQRS y comunicación de los avances de obra en su predio.	
3. Encuentros con autoridades locales	
• Antes de iniciar la ejecución de obras civiles, establecer reuniones informativas sobre los diseños definitivos del proyecto, las actividades derivadas de las obras y los Planes de Manejo Ambiental, con la corporación Ambiental CORNARE, la administración municipal de Cocorná, policía nacional y personería municipal. • Durante la construcción establecer reuniones informativas trimestrales sobre la atención a PQRS, avances de las obras y la ejecución de Planes de Manejo Ambiental con la corporación Ambiental CORNARE, la administración municipal de Cocorná, policía nacional y personería municipal.	
4. Encuentros con comunidad y organizaciones sociales	
• Por lo menos 6 meses antes de iniciar la ejecución de obras civiles, establecer reuniones informativas sobre los diseños definitivos del proyecto, las actividades derivadas de las obras y los Planes de Manejo Ambiental, con las Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio de Cocorná. • Coordinar el cronograma de obra con los actores sociales y económicos del municipio, especialmente su plan de movilidad y tránsito y de contratación de mano de obra local • Durante la construcción establecer reuniones informativas trimestrales sobre la atención a PQRS, avances de las obras y la ejecución de Planes de Manejo Ambiental con las Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio de Cocorná. Se realizará énfasis en la protección de la fauna local.	
5. Atención y gestión de PQRS	
• Crear un canal de comunicación para la atención a Preguntas, Quejas, Reclamos y Solicitudes (PQRS) de los actores del área de influencia (actores económicos, propietarios, veeduría ciudadana, institucionalidad, comunidad, organizaciones sociales y terceros intervinientes) • Presencia continua de un profesional del área social en los frentes de obra para la recepción y gestión de PQRS	
6. Estrategia de comunicaciones	

Programa de información y participación comunitaria	PMA-MS 01
• Diseñar una estrategia de comunicación para divulgación de actividades, construcción, cierres viales, suspensiones de servicios públicos y otra información de interés. Los medios utilizados deben ser concertados con la comunidad e institucionalidad local. • Imprimir de manera visible el cronograma de obra e instalarlo en centros educativos, sedes comunitarias, equipamientos deportivos, de manera que la población del área de influencia esté al tanto constantemente del avance de la obra. • Ejecución de la estratega de comunicación en medios locales: periódicos, emisoras, perifoneo, cartelera, cartillas, volantes, etc.	
7. Encuentros con comunidad académica y Juntas de Acción Comunal de las veredas Mazotes, La Placeta y Los Cedros	
• Antes del inicio de la ejecución de obras civiles, realizar un encuentro con la comunidad educativa de las veredas Mazotes, La Placeta y los Cedros para socializar los cronogramas de obras y posibles afectaciones a la infraestructura, actividades académicas y actividades recreativas realizadas en los Centros Educativos Rurales.	
Fase de operación	
1. Encuentros con autoridades locales	
• Realizar una reunión con actores institucionales (CORNARE, administración municipal de Cocorná) para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.	
2. Encuentro con comunidad en general de las veredas del área de influencia y organizaciones sociales, económicas y ambientales	
• Realizar una reunión con comunidad y organizaciones sociales del área de influencia del proyecto para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.	
3. Atención y gestión de PQRS	
• Elaborar un informe de la recepción y gestión de PQRS durante la fase de construcción del proyecto. • Presentar el informe de PQRS a personería municipal, organizaciones sociales y comunitarias, Corporación ambiental y administración municipal. • Crear y socializar un espacio para la gestión de PQRS durante la fase de operación	
Fase de desmantelamiento y abandono	
• Crear y socializar un espacio para la gestión de PQRS durante la fase de operación • Para esta fase se deberá diseñar una estrategia de información y participación comunitaria de acuerdo con las condiciones al momento del inicio de la fase.	
Mecanismos y estrategias participativas	

Programa de información y participación comunitaria			PMA-MS 01
Las actividades deben realizarse mediante encuentros didácticos, charlas, foros, talleres, salidas de campo, con fechas convenidas por el proyecto con los actores institucionales y comunitarios. Deben realizarse durante el tiempo que implique la construcción y desde el inicio de la fase de generación de energía, con encuentros periódicos para la evaluación de los logros y avances. Los encuentros pedagógicos estarán a cargo del equipo socio-ambiental de los contratistas, que deben contar con metodologías de evaluación del proceso que den cuenta de la convocatoria y los aprendizajes de los actores participantes en los encuentros. Así mismo, se debe llevar registro de asistencia, registro fotográfico y acta que dé cuenta de los contenidos compartidos en cada actividad, entre otras.			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional social • Auxiliar social		Constructora y operadora del proyecto a través de su equipo social y ambiental.	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia y duración de la medición**
Comunicar al menos una vez al mes (durante los 6 meses antes del inicio de la construcción hasta por lo menos 2 años después del inicio de operaciones del proyecto y durante la fase de desmanelameinto y abandono) los planes de manejo, el cronograma de construcción del proyecto, las actividades de operación, las actividades que implican el desmantelamiento y abandono, con la corporación ambiental (CORNARE), el sector económico municipal, organizaciones sociales y ambientales del área de influencia del proyecto, de manera que las acciones del proyecto, las acciones de los	**Porcentaje de ejecución de encuentros** $\mathrm{PE}(\%) = \frac{ER}{EP} * 100$ PE: porcentaje de ejecución de encuentros programados con actores económicos ER: encuentros realizados EP: encuentros programados	90%	Mensual (durante las etapas de preconstrucción y construcción)
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$	60%	En cada encuentro participativo

Programa de información y participación comunitaria			PMA-MS 01
Planes de Manejo Ambiental y la estrategia de participación sean comunicadas eficientemente a los actores interesados.	SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria de actores económicos NyRA: Número de los asistentes NyRC: Número de las personas convocadas		
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos del encuentro participativo con actores económicos PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de participantes del encuentro participativo	75%	En cada encuentro participativo
Atender de forma eficaz en los términos estipulados por la legislación vigente, las Preguntas, Quejas, Reclamos, Solicitudes (PQRS) y derechos de petición de los actores socioeconómicos, durante las fases de construcción, operación, y desmantelamiento y abandono del proyecto.	**Atención a PQRS** $\mathrm{PQRS}(\%) = \frac{PQRST}{PQRSP} * 100$ PQRS: Porcentaje de PQRS Tramitadas PQRST: Número de PQRS tramitadas PQRSP: Número de PQRS presentadas	100%	Quincenal
	Eficacia en el trámite de PQRS $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$	100%	Quincenal

Programa de información y participación comunitaria			PMA-MS 01
	EPQRS: Porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: Total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.		

Cronograma de actividades

Bimestre fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Realizar una reunión de diagnóstico con actores económicos			
Reunión con actores económicos			
Realizar una reunión con propietarios de predios que serán intervenidos por las obras civiles y servidumbres del proyecto			
Reunión con propietarios de predios que serán intervenidos			
Reunión informativa con CORNARE, la administración municipal de Cocorná, policía nacional y personería municipal.			
Reunión informativa con Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio.			
Encuentro con la comunidad educativa de las veredas			

Programa de información y participación comunitaria												PMA-MS 01
Mazotes, La Placeta y los Cedros.												
Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B 1	**B 2**	**B 3**	**B 4**	**B 5**	**B 6**	**B 1**	**B 2**	**B 3**	**B 4**	**B 5**	**B 6**
Comunicación semanal con propietarios de predios intervenidos												
Durante la construcción establecer reuniones informativas trimestrales sobre la atención a Preguntas, Quejas, Reclamos y Solicitudes (PQRS), avances de las obras y ejecución de Planes de Manejo Ambiental (PMA) con CORNARE, la administración municipal, policía nacional y personería municipal.												
Durante la construcción establecer reuniones informativas trimestrales sobre la atención a PQRS, avances de las obras y la ejecución de PMA con Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio de Cocorná.												
Crear un canal de comunicación para la atención a PQRS de los actores del área de influencia												
Presencia continua de un profesional del área social en los frentes de obra para la recepción y gestión de PQRS												
Diseñar una estrategia de comunicación para divulgación de actividades												
Ejecución de la estrategia de comunicación en medios locales												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Realizar una reunión con actores institucionales (CORNARE, administración municipal de										

Programa de información y participación comunitaria											PMA-MS 01
Cocorná) para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.											
Realizar una reunión con comunidad y organizaciones sociales del área de influencia del proyecto para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.											
Elaborar un informe de la recepción y gestión de PQRS durante la fase de construcción del proyecto.											
Presentar el informe de PQRS a personería municipal, organizaciones sociales y comunitarias, Corporación ambiental y administración municipal											
Crear y socializar un espacio para la gestión de PQRS durante la fase de operación											

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional social para ejecución del PMA	Mes	34	0,3	6.590.015	67.218.153
Auxiliar social para ejecución del PMA	Mes	30	0,3	4.942.511	44.482.599
Profesional ambiental para ejecución del PMA	Mes	24	0,2	6.590.015	31.632.072
Reunión de diagnóstico con actores económicos	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000
Reunión con propietarios de predios que serán intervenidos por las obras civiles y	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000

Programa de información y participación comunitaria					PMA-MS 01
servidumbres del proyecto					
Antes de la construcción, establecer reuniones informativas con la Corporación Ambiental CORNARE, administración municipal de Cocorná, policía nacional y personería municipal.	Reunión	2	-	1.250.000	2.500.000
Antes de la construcción, establecer reuniones informativas con Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio.	Reunión	2	-	1.250.000	2.500.000
Antes de la construcción realizar un encuentro con la comunidad académica de las veredas Mazotes, La Placeta y los Cedros	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000
Realizar un diagnóstico participativo que incluya a las comunidades educativas de las veredas del área de influencia.	Document o diagnóstic o	1	-	1.250.000	1.250.000
Comunicación semanal con propietarios de predios intervenidos	Plan celular	30	-	60.000	1.800.000
Durante la construcción establecer reuniones	Reunión	8	-	1.250.000	10.000.000

Programa de información y participación comunitaria					PMA-MS 01
informativas trimestrales sobre la atención a PQRS, avances de las obras y ejecución de PMA con la corporación Ambiental CORNARE, administración municipal de Cocorná, policía nacional y personería municipal.					
Durante la construcción establecer reuniones informativas trimestrales sobre la atención a PQRS, avances de las obras y la ejecución de PMA con Juntas de Acción Comunal y organizaciones sociales del municipio de Cocorná.	Reunión	8	-	1.250.000	10.000.000
Diseño y ejecución de estrategia de comunicación para divulgación de actividades en medios locales.	Global	1	-	16.000.000	16.000.000
Reunión con actores institucionales (CORNARE, administración municipal de Cocorná) para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000
Realizar una reunión con comunidad y	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000

Programa de información y participación comunitaria					PMA-MS 01
organizaciones sociales del AI para socializar la culminación de las obras de construcción e inicio de la fase de operación.					
Crear y socializar un espacio para la gestión de PQRS durante la fase de operación	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000
Total					**194.882.827**

10.1.3.2 Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia			**PMA-MS 02**	
Objetivo general				
Promover la integración del sector educativo del área de influencia del proyecto en el circuito educativo ambiental municipal, en coordinación con la institucionalidad educativa y autoridad ambiental, de manera que el proyecto patrocine la ejecución y gestión de proyectos educativo-ambientales que tengan impacto sobre la cuenca del Río Cocorná. Articularse con los proyectos de educación e intervención ambiental que la Corporación Ambiental CORNARE tenga en la cuenca del río Cocorná en los que se encuentren vinculadas las comunidades como el proyecto CERCANOS.				
Metas				
• Fortalecer técnica y presupuestalmente al circuito educativo ambiental (Comité interinstitucional de educación ambiental Municipal, de Proyectos ciudadanos de educación ambiental, de los Proyectos ambientales escolares y Mesas ambientales) del municipio de Cocorná. • Fortalecimiento técnico y presupuestal de proyectos de la Corporación Ambiental en la cuenca del río Cocorná en los que participe la comunidad como el proyecto CERCANOS.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Conflictos socioambientales (-) • Cambios en los niveles de gobernabilidad (+)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y Equipos)				
• Espacio para reuniones • Material didáctico • Material divulgativo • Material digital • Estrategia de comunicación implementada en medios locales				
Lugar de aplicación				

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	PMA-MS 02
Municipio de Cocorná	
Población a beneficiar	
• Comunidad del área de influencia • Mesa ambiental del municipio de Cocorná • Comunidades educativas del municipio de Cocorná y veredas del área de influencia • Juntas de Acción Comunal (JAC) • Organizaciones sociales del municipio de Cocorná • Grupos ecológicos • Comunidad en general	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de construcción	
1. Fortalecimiento del circuito de educación ambiental en el área de influencia	
• Realizar un diagnóstico participativo que incluya a las comunidades educativas de las veredas del área de influencia para evidenciar las principales potencialidades y limitantes ambientales de la cuenca. • Con base en la información recabada en el diagnóstico participativo, diseñar una estrategia de educación ambiental en los centros educativos rurales del área de influencia del proyecto, enfocada a temas socio-ambientales que respondan a las necesidades locales, teniendo como base la política Pública nacional de Educación ambiental, los planteamientos del Circuito de Educación Ambiental de Cocorná, de la Mesa Ambiental de Cocorná y el Plan de Acción Institucional de CORNARE. • Implementar la estrategia diseñada en articulación con la institucionalidad que se sume al proceso, de manera que se cumpla el objetivo de fortalecer el circuito de educación ambiental integrando a cada una de las comunidades educativas del área de influencia y en instituciones educativas de la cabecera municipal de Cocorná. • Acompañar la presentación de proyectos para la solución de problemáticas ambientales del área de influencia a la convocatoria de formulación de “Proyectos ciudadanos de educación ambiental –PROCEDA” dispuesta por la Corporación Ambiental CORNARE.	
2. Apoyo técnico y presupuestal a los proyectos de la CAR en la cuenca del río Cocorná	
• Realizar un diagnóstico y difusión de los proyectos de la CAR en la cuenca del río Cocorná indicando sus objetivos, alcances y criterios para la participación comunitaria a los habitantes del área de influencia del proyecto. • Diseñar una estrategia de articulación institucional y comunitaria que permita a los habitantes del área de influencia participar en proyectos de la CAR como CERCANOS y otras iniciativas que se encuentren al momento de la construcción.	

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	PMA-MS 02
• Fortalecer técnica y presupuestalmente iniciativas que tenga la CAR para la protección de la oferta ambiental que impliquen educación ambiental y participación de las comunidades como el proyecto CERCANOS.	
Fase de operación	
1. Fortalecimiento del circuito de educación ambiental en el área de influencia.	
• Acompañamiento técnico durante los primeros dos años de la fase de operación al Circuito de Educación Ambiental. • Implementar un rubro presupuestal dedicado al apoyo de los proyectos de educación ambiental implementados por el Circuito de Educación Ambiental, no menor al 60% de su valor total.	
2. Fortalecimiento de las iniciativas de la CAR en la cuenca del río Cocorná	
• Darle continuidad al apoyo presupuestal y técnico de los proyectos de la CAR en el río Cocorná que cuenten con participación comunitaria y educación ambiental como el proyecto CERCANOS.	
Fase de desmantelamiento y abandono	
• Para esta fase se deberá diseñar una estrategia de información y participación comunitaria de acuerdo con las condiciones al momento del inicio de la fase.	
Mecanismos y estrategias participativas	
Las actividades deben realizarse mediante encuentros didácticos, charlas, foros, talleres, salidas de campo, diagnósticos participativos, con fechas convenidas por el proyecto con los actores institucionales y actores comunitarios. Deben realizarse durante el tiempo que implique la construcción y al menos dos años más desde el inicio de la fase de generación de energía, con encuentros para la evaluación de los logros y avances. Los encuentros pedagógicos estarán a cargo del equipo socio-ambiental del proyecto que debe contar con metodologías de evaluación del proceso de convocatoria y los aprendizajes de los actores participantes. Así mismo, se debe llevar registro de asistencia, registro fotográfico y acta que incluyan información de los contenidos compartidos en cada actividad, entre otros soportes.	

Personal requerido	Responsable de la ejecución
• Profesional en educación ambiental • Profesional social • Auxiliar social	Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental.

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia y duración de la medición

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia			PMA-MS 02
Fortalecer técnica y presupuestalmente al circuito educativo ambiental (Comité interinstitucional de educación ambiental Municipal, de Proyectos ciudadanos de educación ambiental, de los Proyectos ambientales escolares y Mesas ambientales) del municipio de Cocorná.	**Grado de fortalecimiento del circuito de educación ambiental** Apoyo a la creación del circuito de educación ambiental (CIDEAM)= Medio Apoyo del proyecto a 2 iniciativas del CIDEAM= Alto Apoyo del proyecto entre 4 a 5 iniciativas del CIDEAM=Muy Alto	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)
	Apoyo a dos iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental [1] $\mathrm{IF}(\%) = \frac{IFA}{2} * 100$ IF: porcentaje de apoyo a las iniciativas de fortalecimiento del circuito de educación ambiental IFA: iniciativas de fortalecimiento del circuito de educación ambiental apoyadas por el proyecto.	60%	Una vez (al inicio de la fase de operación)
	Porcentaje de recursos aportados a dos iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental $\mathrm{RAI}(\%) = \frac{RA}{RT} * 100$	60%	Una vez (al inicio de la fase de operación)

[1] Tal como se enunció en las actividades, se trata de un apoyo igual o mayor al valor del 60% del costo total de la iniciativa

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia			PMA-MS 02
	$\mathrm{RAI}(\%) = \frac{RA}{RT} * 100$ RAI: porcentaje recursos aportados a iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental priorizadas (2) RA: recursos aportados por el proyecto a iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental priorizadas (2) RT: recursos totales requeridos para la ejecución de iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental priorizadas (2)		
Fortalecimiento técnico y presupuestal de proyectos de la Corporación Ambiental en la cuenca del río Cocorná en los que participe la comunidad como el proyecto CERCANOS.	**Porcentaje de recursos aportados iniciativas de la CAR sobre la cuenca del río Cocorná** $\mathrm{RAI}(\%) = \frac{RA}{RT} * 100$ RAI: porcentaje recursos aportados a iniciativas de educación ambiental y la CAR RA: recursos aportados por el proyecto a ser aportados a iniciativas de educación ambiental y la CAR RT: recursos programados por el proyecto a ser aportados a iniciativas	100%	Anual (durante las fases de construcción u operación)

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia			PMA-MS 02
	de educación ambiental y la CAR		

Cronograma de actividades

Bimestre fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Realizar un diagnóstico participativo que incluya a las comunidades educativas de las veredas del área de influencia.			

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**
Con base en la información recabada en el diagnóstico, diseñar una estrategia de educación ambiental												
Implementar la estrategia diseñada de manera que se cumpla el objetivo de fortalecer el circuito de educación ambiental												
Acompañar la presentación de proyectos para la solución de problemáticas ambientales del área de influencia a la convocatoria de formulación de “Proyectos ciudadanos de educación ambiental – PROCEDA”												
Diseñar una estrategia de articulación institucional y comunitaria que permita a los habitantes del área de influencia participar en proyectos de la CAR como CERCANOS y otras iniciativas que se encuentren al momento de la construcción.												
Realizar un diagnóstico y difusión de los proyectos de la CAR en la cuenca del río Cocorná indicando sus												

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia													PMA-MS 02
objetivos, alcances y criterios para la participación comunitaria													
Fortalecer técnica y presupuestalmente iniciativas que tenga la CAR para la protección de la oferta ambiental que impliquen educación ambiental y participación de las comunidades como el proyecto CERCANOS.													

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Implementar un rubro presupuestal dedicado al apoyo de los proyectos de educación ambiental implementados por el Circuito de Educación Ambiental, no menor al 60% de su valor total.										
Darle continuidad al apoyo presupuestal y técnico de los proyectos de la CAR en el río Cocorná que cuenten con participación comunitaria y educación ambiental como el proyecto CERCANOS.										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Realizar diagnóstico participativo que incluya a las comunidades educativas de las veredas del área de influencia	Documento diagnóstico	1	-	1.250.000	1.250.000

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia					PMA-MS 02
Con base en la información recabada en el diagnóstico, diseñar una estrategia de educación ambiental	Estrategia de educación ambiental	1	-	3.000.000	3.000.000
Implementar la estrategia, de manera que se cumpla el objetivo de fortalecer el circuito de educación ambiental	Taller	4	-	1.250.000	5.000.000
Acompañar la presentación de proyectos para la solución de problemáticas ambientales del área de influencia a la convocatoria de formulación de “Proyectos ciudadanos de educación ambiental – PROCEDA”	Taller	2	-	1.250.000	2.500.000
Implementar un rubro presupuestal dedicado al apoyo de los proyectos de educación ambiental implementados por el circuito de educación ambiental, no menor al 60%	Proyectos apoyados financiera mente	2	-	50.000.000	100.000.000

Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia					PMA-MS 02
de su valor total.					
Darle continuidad al apoyo presupuestal y técnico de los proyectos de la CAR en el río Cocorná que cuenten con participación comunitaria y educación ambiental como el proyecto CERCANOS.	1 persona	1	5 años	500.000 pesos mes durante 5 años	30.000.000
Costo total sin IVA				**$141.750.000**	

10.1.3.3 Programa de manejo de contratación de mano de obra local

Programa de manejo de contratación de mano de obra local			**PMA-MS 03**	
Objetivo general				
Implementar un programa de generación de empleo directo e indirecto que contribuya con el desarrollo económico y social de la población del área de influencia.				
Metas				
• Divulgar la oferta laboral que ofrece el proyecto garantizando el acceso a la información de las comunidades existentes en el área de influencia con dos (2) meses de anticipación a su construcción y mediante mensajes claros difundidos a través de los tres (3) medios de mayor influencia en el territorio (prensa, radio, llamadas telefónicas, avisos parroquiales, reuniones, entre otras). • Seleccionar y vincular al menos el 20% de la mano de obra no calificada de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto. • Conciliar los cronogramas de contratación de personal con al menos el 70% de los propietarios y actores económicos de la zona.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Presión demográfica derivada del proyecto (-) • Afectación a piezas del patrimonio arqueológico (-) • Generación de expectativas (-) • Generación de empleo (+) • Demanda de bienes y servicios locales (+) • Alteración de las actividades económicas (-) • Molestias a la comunidad (-)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y Equipos)				
• Papelería • Equipo de Cómputo • Oficina				

Programa de manejo de contratación de mano de obra local	PMA-MS 03
Lugar de aplicación	
Municipio de Cocorná	
Población a beneficiar	
Dos (2) personas por familia que se encuentre en el rango de la población económicamente activa, priorizando, en primer lugar, las veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta), en segundo lugar, las personas de las veredas cercanas al área de influencia y, en tecer lugar, a las personas del municipio de Cocorná.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de construcción	
1. Construcción de protocolo para la contratación de mano de obra local	
• Establecer como política un límite de contratación de dos (2) personas de cada grupo familiar (hogar), con el objetivo de evitar la escaces de mano de obra agrícola y que sean desatendidas las actividades económicas tradicionales de la región. • Privilegiar la contratación de mano de obra de las veredas del área de influencia, seguidamente, veredas vecinas y en tercer lugar de la cabecera municipal. • Construcción de protocolos y lineamientos para la selección de personal con criterios de equidad de género y estableciendo los roles de las organizaciones comunitarias en el proceso, concertando con los actores económicos los cronogramas de obra. • Conformación de un comité de empleo con organizaciones sociales y comunitarias, representantes del sector económico local, entre otros, para impulsar un banco de hojas de vida de los habitanes del área de influencia. • Diseñar y ejecutar la estrategia de comunicaciones para la oferta de puestos de trabajo mediante los canales más efectivos identificados con el comité de empleo, detallando el proyecto, su duración, los roles requeridos y los perfiles ofertados en el área de influencia, incluyendo la mano de obra calificada y no calificada. • Establecer un sitio para la recepción de hojas de vida en la cabecera municipal de Cocorná y en un sitio central del área de influencia. • Una vez contratada la mano de obra, verificar la afiliación al sistema general de seguridad social y demás requisitos de ley.	
Fase de operación	
1. Contratación de mano de obra	
• Diseñar y ejecutar la estrategia de comunicaciones para la oferta de puestos de trabajo mediante los canales más efectivos identificados con el comité de empleo, detallando el proyecto, su duración, los roles requeridos y los perfiles ofertados en el área de influencia, incluyendo la mano de obra calificada y no calificada. • Establecer un sitio para la recepción de hojas de vida en la cabecera municipal de Cocorná y en el área de influencia.	

Programa de manejo de contratación de mano de obra local	PMA-MS 03
• Privilegiar la contratación de mano de obra de las veredas del área de influencia, seguidamente, veredas vecinas y, en tercer lugar, de la cabecera municipal. • Una vez contratada la mano de obra, verificar la afiliación al sistema general de seguridad social y demás requisitos de ley.	
Fase de desmantelamiento y abandono	
Se deberán concertar los mecanismos de contratación de mano de obra con actores económicos, institucionales, comunitarios y organizaciones sociales del área de influencia del proyecto. Se deberán mantener las siguientes actividades: • Difusión de la oferta de empleos en tres medios locales • Conformación de un comité de empleo con actores locales • Privilegiar la contratación de la población del área de influencia • Establecer sitios en el área de influencia y cabecera municipal para la recepción de hojas de vida • En todo caso se seguirán las exigencias de la normatividad colombiana vigente al momento de ejecutar esta fase	
Mecanismos y estrategias participativas	
Conformación de un comité de empleo para apoyar la convocatoria y selección de la mano de obra local, que estará integrado principalmente por representantes de las Juntas de Acción Comunal de las veredas del área de influencia, representantes de la empresa constructora, de la empresa operadora y de la empresa encargada de realizar el desmantelamiento y abandono de las obras civiles del proyecto.	

Personal requerido	Responsable de la ejecución
• Profesional Social • Auxiliar social • Profesional en salud y seguridad en el trabajo	Contratistas del proyecto a través de su equipo social

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia y duración de la medición
Divulgar la oferta laboral que ofrece el proyecto garantizando el acceso a la información de las comunidades existentes en el área de influencia con 2 meses de anticipación a su construcción y mediante mensajes claros difundidos a través de los tres (3) medios de mayor influencia en el territorio (prensa, radio, llamadas telefónicas, avisos	**Difusión en tres medios locales de las vacantes ofrecidas en el área de influencia.** Número de medios de comunicación locales en los que se ofrecen las vacantes.	3 medios de comunicación	Una vez, a partir de la emisión de los mensajes comunicativos

Programa de manejo de contratación de mano de obra local			PMA-MS 03
parroquiales, reuniones, entre otras).			
Conformación de un comité de empleo con organizaciones sociales y comunitarias, representantes del sector económico local, entre otros, para impulsar un un banco de hojas de vida de los habitanes del área de influencia	**Representatividad de la participación en el comité de empleo** $\mathrm{RP}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$ RP: porcentaje de participación de organizaciones comunitarias y actores económicos en el comité de empleo X1: número de organizaciones comunitarias y actores económicos participantes del comité de empleo X2: número de organizaciones comunitarias y actores económicos identificados en el área de influencia	70%	Una vez, conformado el comité de empleo
Seleccionar y vincular al menos el 20% de la mano de obra calificada y no calificada de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto.	**Porcentaje de personal contratado del área de influencia** $\mathrm{PAI}(\%) = \frac{PCAI}{PCON} * 100$ PAI: porcentaje de personal contratado de las unidades territoriales del área de influencia PCAI: número de personas contratadas del área de influencia	20%[2]	Mensual (durante la fase de construcción)

[2] El criterio de cumplimiento dependerá de la idoneidad de la mano de obra del área de influencia para ocupar las vacantes disponibles.

Programa de manejo de contratación de mano de obra local			PMA-MS 03
	PCON: número total de personas contratadas por el proyecto		
Conciliar los cronogramas de contratación de personal con al menos el 70% de los propietarios y actores económicos de la zona.	**Porcentaje de propietarios y actores económicos socializados** $$\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$$ PS: porcentaje de propietarios y actores económicos del área de influencia de caracterización a detalle que participan en la socialización en el cronograma de obra y proceso de contratación de mano de obra local X1: número de participantes en las socializaciones realizadas X2: número total de propietarios del área de influencia	70%	Una vez conformado el comité de empleo

Cronograma de actividades			
Bimestre fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Establecer como política de contratación de mano de obra local un límite de contratación de dos personas de cada grupo familiar.			
Conformación de un comité de empleo con organizaciones sociales y comunitarias, representantes del			

Programa de manejo de contratación de mano de obra local				PMA-MS 03
sector económico local, entre otros, para impulsar un un banco de hojas de vida de los habitanes del AI.				
Diseñar y ejecutar la estrategia de comunicaciones en el municipio para la oferta de puestos de trabajo				
Establecer un sitio para la recepción de hojas de vida en la cabecera municipal de Cocorná y en el área de influencia.				
Privilegiar la contratación de mano de obra de las veredas del AI, las veredas cercanas y la cabecera municipal.				

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Una vez contratada la mano de obra, verificar la afiliación al sistema general de seguridad social y demás requisitos de ley.												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Diseñar y ejecutar la estrategia de comunicaciones para la oferta de puestos de trabajo mediante los canales más efectivos										

Programa de manejo de contratación de mano de obra local										PMA-MS 03
identificados con el comité de empleo.										
Establecer un sitio para la recepción de hojas de vida en la cabecera municipal de Cocorná y en el AI.										
Privilegiar la contratación de mano de obra de las veredas del AI, seguidamente, veredas vecinas y en tercer lugar de la cabecera municipal.										
Una vez contratada la mano de obra, verificar la afiliación al sistema general de seguridad social y demás requisitos de ley.										

Costos estimados de ejecución

Los costos de este plan de Manejo se encuentran contenidos en el presupuesto de las actividades de construcción del proyecto.

10.1.3.4 Programa de capacitación ambiental al personal de obra

Programa de capacitación ambiental al personal de obra			**PMA-MS 04**	
Objetivo general				
Capacitar al personal de obra en temas ambientales, manejo adecuado de residuos sólidos, uso eficiente y ahorro del agua, participación, arqueología preventiva, cuidado de fauna y flora, para que su formación contribuya con las buenas prácticas ambientales y sociales en las fases de construcción, operación y desmantelameinto y abandono.				
Metas				
• Capacitar al 100% del personal vinculado respecto a los protocolos sociales y ambientales, uso eficiente y ahorro del agua, gestión adecuada de los residuos sólidos, el adecuado manejo de la oferta ambiental, bioingeniería, la atención al usuario, el trato con la comunidad y el manejo de piezas del patrimonio arqueológico, con aprobación de un examen de suficiencia de al menos el 70% de los participantes.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Presión demográfica derivada del proyecto (-) • Afectación a piezas del patrimonio arqueológico (-) • Generación de expectativas (-) • Demanda de bienes y servicios locales (+) • Alteración de las actividades económicas (-) • Molestias a la comunidad (-) • Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos (-) • Alteración al tránsito y movilidad (motorizado y no motorizado) (-) • Cambio en los niveles de ruido ambiental (-) • Alteración en los niveles de contaminación atmosférica (-) • Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje (-) • Generación de residuos sólidos (-). • Alteración a las coberturas vegetales (-) • Incremento de los fenómenos de ahuyentamiento de fauna (-)				

Programa de capacitación ambiental al personal de obra	PMA-MS 04
• Alteración a la conectividad ecológica (-) • Modificación al hábitat de fauna terrestre (-)	
METODOLOGÍA	
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y Equipos)	
• Papelería • Equipo de Cómputo • Oficina • Video Beam • Cámara fotográfica • Material pedagógico	
Lugar de aplicación	
Frentes de obra del proyecto.	
Población a beneficiar	
Mano de obra contratada para la construcción, operación y el desmantelamiento y abandono del proyecto Cocorná 3.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de construcción	
2. Capacitación de mano de obra del proyecto	
• Capacitación a todo el personal contratado por la obra en los Planes de Manejo Ambiental y los compromisos adquiridos ante la Autoridad Ambiental y las comunidades. • Capacitación a los trabajadores sobre el cuidado, preservación y responsabilidad social con la oferta natural y el respecto a la propiedad privada. • Capacitación en legislación ambiental, con énfasis en los derechos y deberes que tienen los ciudadanos (trabajadores del proyecto y comunidad en general) con respecto a la conservación de la oferta natural. • Capacitación en seguridad laboral y cuidado de sí mismo. • Capacitación en arqueología preventiva y mecanismo de información para prevenir posibles pérdidas del patrimonio arqueológico. • Capacitación en mecanismos de participación y direccionamiento de PQRS al personal encargado. • Capacitación en bioingeniería. • Capacitación en la correcta disposición de residuos sólidos (descapote, residuos del proyecto, disposición final, sitios propuestos, acopio y uso de residuos sólidos). • Capacitación en el uso eficiente y ahorro del agua	
Fase de operación	

Programa de capacitación ambiental al personal de obra	PMA-MS 04
2. Capacitación a las comunidades aledañas	
• Capacitación a todo el personal contratado en los Planes de Manejo Ambiental y los compromisos adquiridos ante la Autoridad Ambiental y las comunidades • Capacitación en legislación ambiental, con énfasis en los derechos y deberes que tienen los ciudadanos (trabajadores del proyecto y comunidad en general) con respecto a la conservación de la oferta natural. • Capacitación en seguridad laboral y cuidado de sí mismo. • Capacitación en mecanismos de participación y direccionamiento de PQRS al personal encargado.	
Fase de desmantelamiento y abandono	
• Capacitación a todo el personal contratado en los Planes de Manejo Ambiental y los compromisos adquiridos ante la Autoridad Ambiental y las comunidades. • Capacitación en torno al cuidado, preservación y responsabilidad social con la oferta natural y el respecto a la propiedad privada. • Capacitación en legislación ambiental, con énfasis en los derechos y deberes que tienen los ciudadanos (trabajadores del proyecto y comunidad en general) con respecto a la conservación de la oferta natural. • Capacitación en seguridad laboral y cuidado de sí mismo. • Capacitación en direccionamiento de PQRS al personal encargado. • Capacitación en la correcta disposición de residuos sólidos (descapote, residuos del proyecto, disposición final, sitios propuestos, acopio y uso de residuos sólidos). • Capacitación en el uso eficiente y ahorro del agua	
Mecanismos y estrategias participativas	
Las actividades de capacitación al personal de obra deben realizarse mediante charlas, foros, talleres, en los sitios de trabajo. Las charlas estarán a cargo del equipo ambiental del contratista y deben contar con metodologías claras de evaluación del proceso para que se puedan obtener indicadores de los aprendizajes de los trabajadores. Así mismo, se debe llevar cuidadoso registro de asistencia y fotográfico.	
Personal requerido	**Responsable de la ejecución**
• Profesional Social • Auxiliar social • Profesional en salud y seguridad en el trabajo • Arqueólogo	Constructora del proyecto a través de su equipo social, de salud y seguridad en el trabajo y arqueología.

Meta	Indicador	Criterio de cumplimiento	Frecuencia y duración de la medición

Programa de capacitación ambiental al personal de obra		PMA-MS 04	
Capacitar al personal vinculado al proyecto respecto a los protocolos sociales y ambientales, el adecuado manejo de la oferta ambiental, bioingeniería, la atención al usuario, el trato con la comunidad y el manejo de piezas del patrimonio arqueológico, con aprobación de un examen de suficiencia de al menos el 70% de los participantes	**Porcentaje de capacitación mano de obra** $\text{CPO}(\%) = \frac{PCAP}{PCON} * 100$ CPO: porcentaje de personal de obra capacitado PCAP: número de personal de obra capacitado PCON: número de personal de obra contratado	100%	Mensual (durante la fase de construcción)
	Eficacia de la capacitación $\text{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personal de obra que aprueba sistema de evaluación PC: personal de obra capacitado	70%	Mensual (durante la fase de construcción)

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**
Capacitación a todo el personal contratado por la obra en los Planes de Manejo Ambiental y los compromisos												

Programa de capacitación ambiental al personal de obra													PMA-MS 04
adquiridos ante la autoridad ambiental y las comunidades.													
Capacitación en torno al cuidado, preservación y responsabilidad social con la oferta natural.													
Capacitación en legislación ambiental													
Capacitación en arqueología preventiva y mecanismo de información para prevenir posibles pérdidas del patrimonio arqueológico.													
Capacitación en direccionamiento de PQRS al personal encargado.													
Capacitación en bioingeniería													
Capacitación en la correcta disposición de residuos sólidos (descapote, residuos del proyecto, disposición final, sitios propuestos, acopio y uso de residuos sólidos).													
Capacitación en el uso eficiente y ahorro del agua													

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Capacitación a todo el personal contratado en los Planes de Manejo Ambiental y los compromisos adquiridos ante la Autoridad Ambiental y las comunidades										

Programa de capacitación ambiental al personal de obra											PMA-MS 04
Capacitación en legislación ambiental, con énfasis en los derechos y deberes que tienen los ciudadanos (trabajadores del proyecto y comunidad en general) con respecto a la conservación de la oferta natural.											
Capacitación en seguridad laboral y cuidado de sí mismo.											
Capacitación en mecanismos de participación y direccionamiento de PQRS al personal encargado.											

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1	6.590.015	19.770.045
Auxiliar social	Mes	30	0,1	4.942.511	14.827.533
Ingeniero con experiencia en bioingeniería	Mes	24	0,1	6.590.015	15.816.036
Recurso humano para capacitaciones ambientales	Unidad	14	-	1.250.000	17.500.000
Material para capacitaciones ambientales	Global	14	-	300.000	4.200.000
Refrigerios para capacitaciones ambientales	Unidad	240	-	8.000	1.920.000
Alquiler de espacio para capacitaciones	Unidad	14		300.000	4.200.000
Costo total sin IVA				**78.233.615**	

10.1.3.5 Programa de manejo de daños a terceros

Programa de manejo a daños a terceros	PMA-MS 05
Objetivo general	
Prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los daños a terceros (infraestructura pública o privada) ocasionados por las actividades del proyecto durante las etapas de construcción y desmantelamiento y abandono de la obra. Establecer lineamientos para la entrega de infraestructura vial y uso de las servidumbres del proyecto una vez se realice su desmantelamiento y abandono.	
Metas	
• Informar al 100% de los propietarios, organizaciones comunitarias e instituciones encargadas de la infraestructura pública o privada cercana a las obras civiles del proyecto los alcances de las obras, los posibles impactos, los Planes de Manejo Ambiental y el mecanismo de atención de preguntas, quejas, reclamos y solicitudes (PQRS). • Concertar con el 100% de los propietarios las estrategias de compensación de infraestructura productiva afectada por las obras del proyecto. • Determinar, mediante actas de vecindad y entorno, el estado inicial del 100% de la infraestructura pública y privada que puede verse afectada por la construcción del proyecto. • Revisar periódicamente (al menos cada mes o cuando una situación extraordinaria lo amerite) la infraestructura identificada en la zona y registrar si se han producido afectaciones en la infraestructura pública o privada por la construcción del proyecto. • Mitigar, corregir o compensar el 100% de las afectaciones generadas por las obras civiles del proyecto sobre la infraestructura pública y privada, si se determina que la afectación es realizada directa o indirectamente por la construcción de las obras o la circulación de maquinaria del proyecto. • Obtener paz y salvo de daños que ocasione el contratista de construcción para el 100% de predios por fuera de las áreas de servidumbre, una vez finalizadas las actividades de obra en el predio. • Mitigar y corregir el 100% de las afectaciones a la infraestructura de los Centros Educativos Rurales La Placeta, Mazotes y Los Cedros. • Realizar entrega del 100% de las obras viales del proyecto a la administración municipal o propietarios del área de influencia para su gestión posterior a la fase de desmantelamiento y abandono.	

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA		TIPO DE MEDIDA	
No aplica			Potenciación	
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación		Corrección	X

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	X
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración de las actividades económicas (-) • Alteración a predios por la infraestructura del proyecto (-) • Molestias a la comunidad (-) • Afectación a infraestructura pública y privada (-)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y Equipos)				
• Papelería • Cámara fotográfica • GPS • Impresora.				
Lugar de aplicación				
Veredas San Vicente, Los Cedros, Mazotes, La Placeta: Predios intervenidos por las obras del proyecto, infraestructura pública y privada del área de intervención.				
Población a beneficiar				
• Propietarios, poseedores, mejoratarios y residentes en los predios, los cuales serán directamente intervenidos por la franja de servidumbre del proyecto. • Propietarios, poseedores, mejoratarios, comunidad académica de las veredas La Placeta, Mazotes y Los Cedros cuyas infraestructuras se vean afectadas.				
Procedimiento de desarrollo				
Actividades y medidas de manejo ambiental				
Fase de Pre-contrucción				
1. Inventario de infraestructura pública y privada				
• Realizar una reunión para la construcción del cronograma de trabajo con los propietarios potencialmente afectados en la que se indiquen los pormenores de la construcción y se elaboren las actas de vecindad y con encargados de infraestructuras públicas para la firma de actas de entorno. • Levantamiento de actas de vecindad con propietarios de viviendas, infraestructura productiva o cualquier construcción cercana a las obras del proyecto, zonas de depósito o los corredores de movilidad de maquinaria pesada. El resultado debe ser un acta firmada por el propietario que incluya las coordenadas de la infraestructura, registro fotográfico del frente, interior, parte trasera y los lados de la infraestructura (mostrando a detalle agrietamientos u otros daños previos al inicio de las obras). • Levantamiento de actas de entorno con infraestructura pública como escuelas, canchas, caminos, carreteras que se encuentran cercanas a las obras del proyecto,				

Programa de manejo a daños a terceros	PMA-MS 05
zonas de depósito o corredores de movilidad de maquinaria pesada. El resultado debe ser un acta firmada por el encargado delegado por las instituciones sociales o municipales para el acompañamiento de la inspección, que incluya las coordenadas de la infraestructura, registro fotográfico del frente, parte trasera, los lados y parte interna (mostrando a detalle agrietamientos u otros daños previos al inicio de las obras) para la infraestructura puntual y registro fotográfico del recorrido completo por la infraestructura lineal (vías y caminos). • Conformación de un comité de seguimiento periódico de las PQRS y el estado general de la infraestructura intervenida por el proyecto con representantes de la comunidad, propietarios y actores económicos. • Realizar una reunión de socialización en cada vereda con la comunidad educativa (padres de familia, profesores, estudiantes, Juntas de Acción Comunal) para socializar el plan de contingencia y los Planes de Manejo Ambiental, concertar y socializar las medidas que se tomarán para mitigar la posible afectación de la infraestructura escolar de las veredas La Placeta, Mazotes y Los Cedros. • Socializar con la comunidad educativa y ejecutar un plan de manejo del tráfico y seguridad que contemplen las actividades educativas de los Centros Educativos de Los Cedros, La Placeta y Mazotes, de acuerdo con las necesidades de intervención de cada una de estas infraestructuras.	
Fase de construcción	
2. Compensación de la infraestructura privada afectada por el proyecto	
• Se le exigirá al contratista la expedición, por parte de una compañía de seguros, de la póliza de responsabilidad civil para atender cualquier daño o contingencia que ampare los inmuebles y demás infraestructura (pública o privada) que pueda ser afectada por el proyecto. • Un profesional del área social y un ingeniero civil deben realizar recorridos mensuales verificando el estado de la infraestructura pública y privada, anexando la información a las actas de vecindad y de entorno. • Un profesional del área social y un ingeniero civil deben realizar recorridos semanales verificando el estado de los Centros Educativos Rurales de las veredas La Placeta, Mazotes y Los Cedros cuando se encuentren frentes de obra a menos de 500 metros de estas infraestructuras (presentar informe escrito de las observaciones obtenidas). • En caso de presentarse un insuceso, el contratista contactará a los propietarios del bien afectado, vivienda o infraestructura anexa, y se evaluará el grado y valor del daño. • Se elaborará un informe sobre los diferentes daños o afectaciones, las reclamaciones realizadas por terceros, monto del pago y tiempo de atención o solución de la afectación. • Se realizará la reparación, compensación o reubicación de infraestructura afectada por el proyecto. • Posteriormente, se emitirá un Paz y Salvo, el cual debe ser firmado por la persona que padeció la afectación.	
3. Cierre de actas de vecindad y entorno	

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
• Una vez terminada la construcción, realizar recorridos de campo con los propietarios y encargados de infraestructura pública y privada para dar cierre a las actas de vecindad y de entorno, comprobando que no hubo afectación o, en caso contrario, que se hicieron todas las correcciones necesarias y que por tanto la infraestructura pública y privada quedó en un estado mejor al presentado antes de iniciar las obras de construcción. • Se debe entregar un informe a la comunidad académica con el estado inicial y final de la infraestructura de los Centros Educativos Rurales de las veredas Mazotes, La Placeta y Los Cedros. Se debe anexar una copia del informe a la secretaría de educación de Cocorná.			
Fase de desmantelamiento y abandono			
4. Verificación del estado de infraestructura pública y privada			
• Realizar un inventario con la identificación del estado de infraestructura pública y privada en áreas cercanas al proyecto y los accesos viales utilizados para el desmantelamiento y abandono • Realizar apertura y cierre de las actas de vecindad y entorno de la infraestructura pública y privada.			
5. Entrega de obras viales o a propietarios o administración municipal			
• Realizar un encuentro con la administración municipal y propietarios del área de influencia para hacer entrega de la infraestructura vial de acuerdo con la legislación vigente a la fecha.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Socialización personalizada con cada propietario o encargado de predio de los impactos puntuales sobre la infraestructura y las compensaciones a las que haya lugar. • Elaboración y diligenciamiento de actas de vecindad y entorno • Cierre de actas de vecindad y entorno • Informes detallados del estado inicial y final de los Centros Educativos Rurales • Comité de seguimiento al estado de la infraestructura.			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
Profesional social, auxiliar social, ingeniero civil		Constructora del proyecto a través de su equipo ambiental y social.	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia y duración de la medición**
Informar al 100% de los propietarios, organizaciones comunitarias e instituciones encargadas de la infraestructura pública o privada cercana	**Porcentaje de propietarios y encargados de infraestructura pública socializados** $\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$	100%	Mensual (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
a las obras civiles del proyecto los alcances de las obras, los posibles impactos, los Planes de Manejo Ambiental, y el mecanismo de atención de preguntas, quejas, reclamos y solicitudes (PQRS).	PS: porcentaje de propietarios y organizaciones sociales socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura X1: número de propietarios de infraestructura privada y encargados de infraestructura pública socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura X2: número total de propietarios infraestructura privada y encargados de infraestructura pública		
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de la socialización con propietarios y encargados de infraestructura PSC: cantidad de propietarios y	75%	Mensual (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
	encargados de infraestructura satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de propietarios y encargados de infraestructura participantes en la socialización		
Concertar con el 100% de los propietarios las estrategias de compensación de infraestructura productiva afectada por las obras del proyecto.	**Porcentaje de infraestructuras privadas compensadas o reubicadas** $IC(\%) = \frac{IAC}{TIA} * 100$ IC: Porcentaje de infraestructuras compensadas o reubicadas IAC: cantidad de infraestructuras privadas afectadas que son compensadas o reubicadas TIA: total de infraestructuras privadas afectadas	100%	Mensual (durante la fase de construcción hasta lograr la meta)
Determinar, mediante actas de vecindad y entorno, el estado inicial del 100% de la infraestructura pública y privada que puede verse afectada por la construcción del proyecto en el área de caracterización a detalle socioeconómica.	**Porcentaje de actas de entorno realizadas** $AE(\%) = \frac{AER}{IPC} * 100$ AE: porcentaje de actas de entorno realizadas AER: número de actas de entorno sobre infraestructura pública y comunitaria realizadas IPC: número total de infraestructuras públicas y comunitarias en el	100%	Mensual (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
	área de caracterización a detalle		
	Porcentaje de actas de vecindad $AV(\%) = \frac{AVR}{PAI} * 100$ AV: porcentaje de actas de vecindad realizadas AVR: número de actas de vecindad realizadas sobre predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto PAI: número total de predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto	100%	Mensual (durante la fase de construcción)
Revisar periódicamente (al menos cada mes o cuando una situación extraordinaria lo amerite) la infraestructura identificada en la zona y registrar si se han producido afectaciones en infraestructura pública o privada por la construcción del proyecto.	**Porcentaje de cumplimiento de los recorridos mensuales para la verificación de afectaciones** $PCRM(\%) = \frac{RM}{MD} * 100$ PCRM: porcentaje de cumplimiento de los recorridos mensuales para verificación de afectaciones sobre infraestructura pública o privada RM: número de recorridos realizados MD: número de meses transcurridos desde el inicio de la construcción del proyecto	100%	Mensual (durante la fase de construcción)
Evaluar y corregir el 100% de las afectaciones generadas por las obras civiles del proyecto sobre la infraestructura pública y	**Corrección a afectación sobre infraestructura pública y privada** $\mathrm{EPQRS}(\%)$	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
privada, si se logra determinar que la afectación es realizada directamente por la construcción de las obras o la circulación de maquinaria del proyecto.	$= \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas a la infraestructura pública o privada requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.		
	Porcentaje de cierre de actas de vecindad o entorno $\mathrm{AC}(\%) = \frac{AVEC}{AVEF} * 100$ AC: porcentaje de actas de vecindad y entorno cerradas AVEC: número de actas de vecindad y entorno cerradas AVEF: número de actas de vecindad y entorno firmadas	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)
Obtener paz y salvo de daños que ocasione el contratista de construcción para el 100% de predios afectados, una vez finalizadas las actividades de corrección o compensación.	**Porcentaje de Paz y Salvo obtenidos** $\mathrm{PS}(\%) = \frac{PSO}{DT} * 100$ PS: porcentaje de paz y salvos obtenidos PSO: número de paz y salvos obtenidos	100%	Mensual

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
	DT: número de daños a terceros reportados		
Mitigar y corregir el 100% de las afectaciones a la infraestructura y actividades académicas de los Centros Educativos Rurales La Placeta y Los Cedros.	**Porcentaje de cumplimiento de ejecución de obras para mitigar el impacto sobre Centros Educativos Rurales** $\mathrm{OM}(\%) = \frac{OME}{OMP} * 100$ OM: porcentaje obras de mitigación ejecutadas OME: número de obras de mitigación ejecutadas al 100% OMP: total de obras de mitigación programadas	100%	Mensual
	Corrección a afectación sobre Centros Educativos Rurales $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas de los Centros Educativos Rurales PQRSC: Número total de PQRS relacionadas con Centros Educativos Ruralest cerradas. PQRSA: Número total de PQRS relacionadas con Centros Educativos Rurales. que requieren compensación o corrección	100%	Mensual
Realizar entrega del 100% de las obras viales del proyecto a la administración municipal o	**Kilómetros de vía entregados a actores locales**	100%	Una vez (Culminada la fase de

Programa de manejo a daños a terceros			PMA-MS 05
propietarios del área de influencia para su gestión posterior a la fase de desmantelamiento y abandono.	$KME(\%) = \frac{KMVE}{KMVP} * 100$ KME: Porcentaje de kilómetros de vía entregados KMVE: Kilómetros de vía entregados formalmente a actores locales KMVP: Kilómetros de vía construidos por el proyecto		desmantelamiento y abandono)

Cronograma de actividades

Bimestre fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Realizar una reunión para la construcción del cronograma de trabajo con los propietarios potencialmente afectados en la que se indique los pormenores de la construcción y se elaboren las actas de vecindad y con encargados de infraestructuras públicas para la firma de actas de entorno.			
Realizar una reunión de socialización en cada vereda con la comunidad académica			
Levantamiento de actas de vecindad con propietarios			
Levantamiento de actas de entorno			
Conformación de un comité de seguimiento periódico de las PQRS y el estado general de la infraestructura			
Socializar con la comunidad educativa y ejecutar un plan de manejo del tráfico y seguridad para los Centros Educativos.			

Programa de manejo a daños a terceros												PMA-MS 05
Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Se exigirá al contratista adquirir una la póliza de responsabilidad civil para atender cualquier daño o contingencia que ampare los inmuebles y demás infraestructura (pública o privada) que pueda ser afectada por el proyecto.												
Recorridos trimestrales verificando el estado de la infraestructura pública y privada												
Recorridos semanales verificando el estado de los Centros Educativos Rurales, cuando se encuentren frentes de obra a menos de 500 metros.												
Reunión con propietarios de infraestructura afectada por el proyecto para concertar la compensación o reubicación de dicha infraestructura.												
En caso de presentarse un insuceso, el contratista contactará a los propietarios del bien afectado, vivienda o infraestructura anexa, y se evaluará el grado y valor del daño.												
Elaborar un informe sobre los diferentes daños o afectaciones, reclamaciones												

Programa de manejo a daños a terceros												PMA-MS 05
realizadas por terceros, monto del pago y tiempo de atención o solución de la afectación.												
Posteriormente, se emitirá un Paz y Salvo, el cual debe ser firmado por la persona que padeció la afectación.												
Compensación o reubicación de infraestructura afectada por el proyecto.												
Realizar recorridos de campo con propietarios y encargados de infraestructura pública y privada para dar cierre a las actas de vecindad y de entorno												
Entregar un informe a la comunidad académica con el estado inicial y final de los Centros Educativos Rurales de las veredas Mazotes.												

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1	6.590.015	19.770.045
Auxiliar social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1	4.942.511	14.827.533
Realizar una reunión para la construcción del cronograma de trabajo con propietarios del área de influencia para la firma de actas de entorno.	Reunión	1	-	1.250.000	1.250.000

Programa de manejo a daños a terceros				PMA-MS 05	
Realizar una reunión de socialización en cada vereda con la comunidad académica	Reunión	3	-	1.250.000	3.750.000
Levantamiento de actas de vecindad con propietarios	Actas de vecindad firmadas	108	1	140.000	15.120.000
Levantamiento de actas de entorno	Actas de entorno firmadas	9	1	220.000	1.980.000
Conformación de un comité de seguimiento periódico de las PQRS y el estado general de la infraestructura	Reunión	2	1	2.000.000	4.000.000
Socializar con la comunidad educativa y ejecutar un plan de manejo del tráfico y seguridad para los Centros Educativos.	Reunión	3	-	1.250.000	3.750.000
Realizar recorridos de campo con propietarios y encargados de infraestructura pública y privada para dar cierre a las actas de vecindad y de entorno	Actas de vecindad y entorno cerradas	117	1	140.000	16.380.000
TOTAL				**$81.927.579**	

10.1.3.6 Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas	**PMA-MS 06**

Objetivo general

Monitorear la afectación sobre las actividades agropecuarias por la construcción y operación del proyecto, para evaluar las afectaciones y corregirlas o compensarlas cuando sea pertinente. Además, movilizar las cadenas productivas de los actores económicos del municipio mediante la compra directa de bienes y servicios demandados para la puesta en marcha del proyecto.

Metas

- Monitorear, durante la fase de construcción, las afectaciones económicas sobre el 100% de los predios intervenidos por las obras civiles del proyecto con dedicación productiva agrícola o pecuaria, de manera que los impactos sobre estas actividades puedan compensarse
- Corregir, cuando sea pertinente, el 100% de las quejas recibidas mediante la estrategia de PQRS, en lo que respecta a las afectaciones a la actividad agrícola, pecuaria o turística.
- Compra y contratación de al menos el 50% de los bienes y servicios demandados por el proyecto con asociaciones productivas y actores económicos del área de influencia o del municipio de Cocorná, siempre y cuando exista la oferta y los precios estén acordes con el mercado.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	
	Construcción	X	Mitigación	
	Operación	X	Corrección	X
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	X

IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR

- Generación de expectativas (-)
- Demanda de bienes y servicios locales (+)
- Alteración de las actividades económicas (-)
- Alteración a predios por la infraestructura del proyecto (-)
- Afectación al tránsito y la movilidad (-)

METODOLOGÍA

RECURSOS FÍSICOS (Materiales y equipos)

- Maquinaria de construcción
- Papelería

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas	PMA-MS 06
• Material divulgativo • impresoras.	
Lugar de aplicación	
Área de influencia del proyecto, predios intervenidos por las obras del proyecto, veredas Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta	
Población a beneficiar	
Habitantes del área de influencia, propietarios de predios intervenidos por obras civiles, actores económicos del área de influencia, actores económicos del municipio de Cocorná, asociaciones productivas, JAC.	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de Pre-Construcción	
1. Incremento de la demanda de bienes y servicios	
• Identificación de cadenas productivas de bienes y servicios en el municipio de Cocorná del área de influencia, para ser utilizadas durante las distintas fases del proyecto. • Acompañamiento técnico que permita incentivar alianzas entre emprendimientos locales para el fortalecimiento de cadenas productivas. • Formación en temas de economía solidaria, emprendimiento e innovación (talleres, diplomados, cursos, articular esta formación con las cooperativas locales).	
Fase de Construcción	
2. Compra de bienes y servicios a las asociaciones productivas del municipio de Cocorná	
• Promoción y apoyo a proyectos de economía solidaria dedicados a la agricultura y al aprovechamiento de los productos no maderables del bosque, de acuerdo con los planes de manejo del medio biológico del presente EIA. • Contratación de servicios con organizaciones productivas de la zona • Identificación de la oferta de bienes y servicios de las asociaciones productivas y las Juntas de Acción Comunal del municipio de Cocorná, especialmente por aquellas ubicadas en el área de influencia del proyecto, que puedan ser usados por éste en su etapa de construcción u operación. • Compra de bienes y servicios ofertados por asociaciones productivas del municipio de Cocorná, priorizando la compra a las asociaciones establecidas en las veredas del área de influencia del proyecto, siempre que la oferta, calidad y precios sean adecuados. • Vinculación de las familias campesinas del área de influencia directa en los planes de reforestación, conservación y gestión de la biodiversidad	
3. Identificación, compensación y corrección de las afectaciones sobre las actividades económicas.	
• Inventario y valoración económica de los cultivos o actividades económicas que pueden verse afectados por la instalación de obras civiles del proyecto. • Corregir o compensar las afectaciones sobre los cultivos, actividades económicas o el mercado laboral ocasionados por la construcción del proyecto.	

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas			**PMA-MS 06**
Fase de operación			
4. Compensar o corregir los impactos sobres las actividades económicas causados en la fase de operación			
• Compensar o corregir, cuando sea pertinente, las afectaciones realizadas por la operación del proyecto sobre las actividades económicas del área de influencia.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Ejecución de una estrategia de comunicación respecto a las compensaciones y corrección de impactos por aprovechamiento de áreas de cultivos. • Promoción y capacitación en economía solidaria. • Capacitación en aprovechamiento de los productos no maderables del bosque • Capacitación a los lavaderos de carros en buenas prácticas de consumo de agua, manejo de residuos sólidos y en tratamiento de aguas residuales, entre otros.			
Personal requerido			**Responsable de la ejecución**
• Ingeniero Forestal, economista o zootecnista • Profesional social • Auxiliar social			Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental.
Meta	**Indicadores**	**Frecuencia de medición y duración**	**Criterio de cumplimiento**
Monitorear, las afectaciones económicas sobre el 100% de los predios intervenidos por las obras civiles del proyecto con dedicación productiva agrícola o pecuaria, de manera que los impactos sobre estas coberturas puedan compensarse.	**Porcentaje predios afectados monitoreados** $\text{PAM}(\%) = \frac{PM}{PA} * 100$ PAM: Porcentaje de predios afectados por obras civiles monitoreados PM: Número de predios monitoreados PA: Número total de predios afectados	100%	Mensual (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas			PMA-MS 06
Corregir, el 100% de las quejas recibidas mediante la estrategia de PQRS, en lo que respecta a las afectaciones a la actividad agrícola, turística, pecuaria generadas por el desarrollo del proyecto.	**Corrección a afectación a actividad económica** $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ PQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas a actividad económica requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)
Compra y contratación de al menos el 50% del valor de los bienes y servicios demandados por el proyecto con asociaciones productivas y actores económicos del AI o del municipio de Cocorná, siempre y cuando exista la oferta y los precios estén acordes con el mercado.	**Porcentaje Bienes y servicios locales comprados y contratados por el proyecto** $\mathrm{PBySL}(\%) = \frac{BySL}{ByST} * 100$ PBySL: Porcentaje de bienes y servicios locales adquiridos por el proyecto BySL: costo de los bienes y servicios contratados localmente ByST: costo total de los bienes y servicios contratados por el proyecto	50%	Mensual (durante la fase de construcción)

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas	PMA-MS 06

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Preconstrucción						
Actividad	AÑO 1					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Identificación de cadenas productivas de bienes y servicios en las unidades territoriales del municipio y el área de influencia que puedan proveer las demandas de bienes y servicios del proyecto.						
Formación en economía solidaria, emprendimiento, innovación y formalización empresarial para los actores comunitarios y asociaciones productivas del área de influencia.						

Programa de manejo a la afectación sobre las actividades económicas	PMA-MS 06

Actividad	Bimestre Fase de Construcción											
	AÑO 1						AÑO 2					
	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6
Promoción y apoyo a proyectos de economía solidaria dedicados a la agricultura y al aprovechamiento de los productos no maderables del bosque, de acuerdo con los planes de manejo del medio biológico del presente EIA.												
Contratación de servicios con organizaciones productivas de la zona												
Identificación de la oferta de bienes y servicios de las asociaciones productivas y las Juntas de Acción Comunal del municipio de Cocorná, especialmente por aquellas ubicadas en el AI del proyecto, que puedan ser usados por éste en su etapa de construcción u operación												
Vinculación de las familias campesinas del AI en los planes de reforestación, conservación y gestión de la biodiversidad.												

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1	6.590.015	19.770.045

Auxiliar social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1	4.942.511	14.827.533
Ingeniero forestal, economista	Mes	24	0,1	6.590.015	15.816.036
Identificación de cadenas productivas de bienes y servicios en las unidades territoriales del área de influencia	Inventario de bienes y servicios que pueden servir al proyecto	1	1	6.000.000	6.000.000
Formación en economía para los actores comunitarios y asociaciones productivas del área de influencia.	Talleres con organizaciones comunitarias y líderes de la zona	6	1	2.000.000	12.000.000
Cuantificación de la mano de obra requerida para el desarrollo de las actividades económicas pre- existentes al proyecto	Cuantificación de mano de obra con los propietarios de predios del AI	1	1	6.000.000	6.000.000
Vinculación de familias de la zona en los planes y otras acciones ambientales ejecutadas por el proyecto[4].	-	-	-	-	0
Contratación de servicios con organizaciones sociales de la zona.	Inventario de servicios, organizaciones prestadoras y capacidad.	1	1	6.000.000	6.000.000

Cuantificación de la mano de obra requerida para el desarrollo de las actividades económicas pre- existentes al proyecto	Cuantificación de mano de obra con los propietarios del área de influencia	1	1	6.000.000	6.000.000
Inventario de los cultivos que pueden verse afectados por la instalación de obras civiles	Inventario de individuos arbóreos productivos en las zonas de cultivos afectadas por el proyecto	1	1	6.000.000	6.000.000
Corregir las afectaciones sobre los cultivos y el mercado laboral ocasionados por la construcción del proyecto[3]	Número de predios afectados por lucro cesante	-	-	-	Incluido dentro del costo de negociación de predios y servidumbres
Espacios de socialización periódica con representantes de la PCH y actores económicos y sociales del municipio para dar cuenta del cronograma de obra y el avance en la ejecución de los PMA	Espacios de socialización	4	-	2.000.000	8.000.000
Costo Total sin IVA	**100.413.615**				

[3] Los costos asociados se encuentran en el costo de las obras del proyecto, se deberá incluir un rubro que se ejecutará siempre que se demuestre el lucro cesante por alguna actividad económica.

10.1.3.7 Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná			**PMA-MS 07**	
Objetivo general				
Monitorear las afectaciones sobre los charcos asociados al proyecto Cocorná III, con el fin de establecer información que permita mitigar, corregir y compensar las posibles afectaciones generadas por la operación del proyecto sobre los sitios de recreo y turismo, además de mejorar sus accesos viales y capacitar a la población para el desarrollo de un turismo sustentable.				
Metas				
• Monitorear, hacer seguimiento y evaluación, durante las temporadas de transición y estiaje, a las posibles afectaciones que el proyecto hidroeléctrico ocasione al 100% de los charcos priorizados. • Aumentar por lo menos en el 80% la calidad de las vías de acceso a charcos priorizados. • Formar a los jóvenes interesados del municipio de Cocorná en turismo, agro turismo, ecoturismo y turismo sostenible.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
• Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	X
	Estudios	X	Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	X
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	X
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración de actividades de aprovechamiento recreativo del río Cocorná (-) • Conflictos socioambientales (-)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y equipos)				
• Material de obra para construcción • Maquinaria • Equipos de cómputo • Papelería para diseño y gestión de talleres de capacitación.				
Lugar de aplicación				
Área de influencia Socioeconómica del proyecto (veredas San Vicente, El Tesoro, Las Mercedes, San José, Los Cedros, Montañita, La Placeta y Mazotes)				
Población a beneficiar				
Habitantes del área de influencia, habitantes del municipio de Cocorná, Asociaciones turísticas, Asociaciones productivas, población turista.				

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná	PMA-MS 07
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
1. Monitorear, hacer seguimiento y evaluación a las posibles afectaciones que se le ocasionen a los charcos en el tramo de caudal reducido	
• Priorizar, mediante reuniones con los actores locales y las asociaciones turísticas, los charcos de mayor apropiación social y que cuenten con accesibilidad para cualquier persona, sin importar sus habilidades, esta condición sólo la cumple el conjunto de charcos El Pisquinal (puente colgante, tramo de caudal reducido del proyecto). Es necesario aclarar que el charco El Toro y el charco El Diablo (que se encuentran aguas abajo de Captación), no tienen acceso público, para ingresar se debe solicitar autorización del propietario del predio por donde se puede ingresar. Por esta razón, no son charcos de uso recreativo. • Realizar en la fase de pre construcción, 2 monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados, en temporadas climáticas de transición y verano: incluye levantamiento topobatimétrico del charco, concentración de sedimentos en suspensión, aforo líquido, registro fotográfico, aforo del número de visitantes, entre otra información, que sirva para la elaboración de un informe de caracterización de la línea base de los charcos antes de la intervención del tramo con caudal reducido. • Realizar, el primer año de operación, 2 monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los mismos charcos caracterizados en la fase de pre-construcción, en condiciones climáticas similares a las presentadas en dicha fase, con el fin de poder comparar los resultados obtenidos antes y después de iniciada la fase de operación de la PCH. En fase de operación se deben monitorear como mínimo las mismas variables analizadas en la fase de pre-construcción. En caso de que en el primer año de operación no se presenten condiciones climáticas similares, por la presencia de algún fenómeno climático o por períodos de estiaje o invierno intensos, el monitoreo se deberá posponer hasta el año siguiente o hasta el momento que se tengan condiciones climáticas comparables con el primer muestreo realizado. • Los resultados obtenidos con los monitoreos y seguimientos y, con el estudio de comparación, se deberán entregar a la autoridad ambiental, a la autoridad municipal y a las asociaciones turísticas y ambientales del municipio de Cocorná.	
2. Construcción de obras civiles y paisajísticas para el mejoramiento de la funcionalidad de los charcos para las actividades recreativas y turísticas (fase de operación)	
Usando los datos arrojados por el monitoreo y seguimiento[4] sobre la funcionalidad para las actividades recreativas de los charcos con mayor apropiación social hacer, como mínimo, las siguientes actividades: • Diseño de un plan de corrección, mitigación y compensación de las afectaciones causadas por el proyecto a las actividades turísticas asociadas al tramo de caudal reducido del proyecto Cocorná III, en coordinación con los proyectos que para la zona estén contemplados en el Plan de Desarrollo turístico municipal.	

[4] Datos arrojados por los monitoreos a la funcionalidad de los charcos durante la temporada de transición y de estiaje, durante las fases de pre-contrucción y operación del proyecto.

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná	PMA-MS 07
• Socialización y retroalimentación participativa de las medidas de manejo formuladas, ante la comunidad en general del área de influencia y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río Cocorná. • Socialización y retroalimentación de las medidas diseñadas ante la corporación ambiental CORNARE y ante la alcaldía del municipio de Cocorná. • Ejecución de las medidas planteadas en el plan de corrección, mitigación y compensación, incluyendo obras de paisajismo y de infraestructura que mejoran el disfrute de los charcos priorizados.	
3. Mejoramiento de infraestructura de caminos comunitarios que conduzcan a lugares con uso turístico sobre el río Cocorná (fase de construcción)	
• Elaboración de un diagnóstico de las condiciones de accesibilidad para los lugares recreativos ubicados sobre el río Cocorná, en el tramo con caudal reducido, el cual deberá describir en detalle el estado de los caminos comunitarios existentes. • Construcción de actas de entorno de cada uno de los caminos identificados que conducen hacia los charcos asociados al tramo de caudal reducido. • Diseño de mejoramiento infraestructural de los accesos y caminos que conducen a los charcos con mayor apropiación social en concordancia con los proyectos trazados por el Plan de Desarrollo Turístico municipal[5]. • Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los accesos y caminos de ingreso a los charcos, ante la comunidad en general del área de influencia y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río Cocorná. • Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los accesos y caminos de ingreso a los charcos, a la alcaldía del municipio de Cocorná y a la Corporación Ambiental. • Ejecución del mejoramiento de los caminos de acceso que conducen a los charcos asociados al tramo de caudal reducido del Proyecto.	
4. Fortalecer el plan de desarrollo turístico del municipio de Cocorná (fase de operación)	
• Generar un convenio con el municipio de Cocorná y con el SENA para garantizar la permanencia y la continuidad de capacitaciones o programas técnicos con énfasis en formación en agro-eco-turismo. • Generar 10 patrocinios en etapa lectiva por cada cohorte del programa en procesos de formación agro-eco-turística ofrecida por el SENA en el municipio, durante los primeros 5 años de operación del proyecto.	
Mecanismos y estrategias participativas	
• Diagnósticos participativos • Diagnósticos comunitarios • Talleres y capacitaciones	

[5] Apropiación social establecida en el documento de caracterización del paisaje y en el componente cultural de la caracterización socioeconómica.

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná		PMA-MS 07	
• Estrategia de Comunicación			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional Ambiental • Ingeniero civil • Profesional Social • Auxiliar social		Empresa constructora y empresa operadora a través del Profesional Ambiental o el Profesional Social	
Metas	**Indicadores**	**Frecuencia de medición y duración**	**Criterio de cumplimiento**
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados, en temporadas climáticas de transición y verano.	**Porcentaje charcos monitoreados** $\mathrm{PCM}(\%) = \frac{CM}{CA} * 100$ PCM: Porcentaje de charcos afectados por la operación del proyecto que son monitoreados CM: Número de charcos monitoreados CA: Número total de charcos priorizados	1 vez en temporada de transición 1 vez en temporada de estiaje Tanto en fase de estudios como de operación	100%
Mejorar los accesos y caminos de ingreso a los charcos priorizados.	**Porcentaje de longitud mejorada de accesos y caminos de ingreso a charcos** $\mathrm{MCAC}(\%) = \frac{CM(metros\ linea}{CAC\ (metros\ line} * 100$ MCAC: Porcentaje de mejoramiento de	Semestral durante la fase de construcción	80%

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná		PMA-MS 07	
	caminos y accesos a charcos CM: longitud de caminos mejorados CAC: longitud de caminos de ingreso a charcos identificada para mejorar		
Formar a los jóvenes interesados del municipio de Cocorná en turismo, agro turismo, ecoturismo y turismo sostenible	**Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria** $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria NyRA: Número de asistentes NyRC: Número de las personas convocadas	En cada cohorte	90%
	Eficacia de la capacitación $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: número de personas que aprueba sistema de evaluación PC: personal capacitado	Semestral	80%

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná	PMA-MS 07

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de Preconstrucción

Actividad	AÑO 1					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Priorizar, mediante reuniones con los actores locales y las asociaciones turísticas, los charcos de mayor apropiación social y que cuenten con accesibilidad.						
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados, en temporadas climáticas de transición y verano.						
Sistematizar los datos arrojados por el seguimiento y comunicarlos a la autoridad ambiental, a la autoridad municipal y a las asociaciones turísticas y ambientales del municipio de Cocorná.						

Bimestre Fase de Construcción

Actividad	AÑO 1						AÑO 2					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Elaboración de diagnóstico de las condiciones de accesibilidad para los lugares recreativos ubicados sobre el río Cocorná, en el tramo con caudal reducido.												
Construcción de actas de entorno de cada uno de los caminos identificados que conducen hacia los charcos asociados al tramo de caudal reducido.												
Diseño de mejoramiento infraestructural de los caminos que conducen a los charcos con mayor apropiación social[6]												
Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los												

[6] Apropiación social establecida en el documento de caracterización del paisaje y en el componente cultural de la caracterización socioeconómica.

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná							PMA-MS 07					
caminos de ingreso a los charcos, ante la comunidad del AI y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río Cocorná.												
Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los caminos de ingreso a los charcos, a la alcaldía del municipio de Cocorná y a la Corporación Ambiental.												
Ejecución del mejoramiento de los caminos de acceso que conducen a los charcos asociados al tramo de caudal reducido.												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados, en temporadas climáticas de transición y verano.*										
Sistematizar los datos arrojados por el seguimiento, realizar la comparación entre los resultados antes y después de iniciar la operación y comunicarlos a la autoridad ambiental, autoridad municipal y a las asociaciones turísticas y ambientales del municipio*										
Diseño de un plan de corrección, mitigación y compensación de las afectaciones causadas por el proyecto a las actividades turísticas asociadas al tramo de caudal reducido*										
Socialización y retroalimentación de las										

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná										PMA-MS 07
medidas diseñadas, ante la corporación ambiental CORNARE, la alcaldía del municipio de Cocorná y ante la comunidad del AI y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río Cocorná*										
Ejecución de las medidas planteadas en el plan de corrección, mitigación y compensación, incluyendo las obras de paisajismo que mejoran el disfrute de los charcos priorizados										
Generar un convenio con el municipio de Cocorná y con el SENA para procurar la permanencia y la continuidad de capacitaciones o programas técnicos con énfasis en formación en agro-eco-turismo*										
Generar 10 becas por cada cohorte o ciclo formativo del programa de Formación Agro-eco-turística ofrecido por el SENA en el municipio, durante los primeros 5 años después de iniciada la operación de la central. *										
*: Todas estas actividades se deberán ejecutar entre el primer y segundo año de operación de la PCH.										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional social para la ejecución del PMA	Mes	30	0.1	6,590,015	19,770,045
Auxiliar social para la ejecución del PMA	Mes	30	0.1	4,942,511	14,827,533

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná				PMA-MS 07	
Priorizar con actores locales y asociaciones turísticas, los charcos de mayor apropiación social y que cuenten con accesibilidad.	Global	1	1	1,250,000	1,250,000
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados	Global	1	1	18,000,000	18,000,000
Elaboración de diagnóstico de las condiciones de accesibilidad para los lugares recreativos ubicados sobre el río Cocorná, en el tramo con caudal reducido.	Unidad	1	1	6,000,000	6,000,000
Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los caminos de ingreso a los charcos, ante la comunidad del AI y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río.	Unidad	1	1	1,250,000	1,250,000
Socialización y retroalimentación participativa de los diseños de mejoramiento de los caminos de ingreso a los charcos, a la alcaldía municipal y a la Corporación Ambiental.	Unidad	1	1	1,250,000	1,250,000
Diseño y ejecución de obras de mejoramiento de los caminos de acceso que conducen a los charcos asociados al tramo de caudal reducido.	Global	1	1	100,000,000	100,000,000
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos	Global	1	1	18,000,000	18,000,000

Programa de manejo a la afectación de las actividades recreativas sobre el río Cocorná				PMA-MS 07	
priorizados (fase operación)					
Diseño y ejecución de un plan de corrección, mitigación y compensación de las afectaciones causadas por el proyecto a las actividades turísticas asociadas al tramo de caudal reducido.	Global	1	1	100,000,000	100,000,000
Socialización y retroalimentación del plan de corrección, mitigación y compensación diseñado para el manejo de las afectaciones causadas a las actividades turísticas asociadas al tramo de caudal reducido, ante CORNARE, la alcaldía del municipio y ante la comunidad del AI y las asociaciones que tengan actividades turísticas comprobadas sobre el río.	Global	2	1	1,250,000	2,500,000
Generar 10 becas (contrato de aprendizaje lectivo del SENA) para el programa de formación agro-eco-turística ofrecida por el SENA en el municipio.	Beca	10	5	5,883,942	294,197,100
Costo Total sin IVA					**577,044,678**

10.1.3.8 Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			**PMA-MS 08**	
Objetivo general				
Incrementar la gobernabilidad local a través de la ejecución de acciones sociales, ambientales, educativas y de participación, que permita la relación del proyecto con los actores del área de influencia y la institucionalidad, para gestionar los conflictos ambientales de la zona.				
Metas				
• Garantizar espacios para que la ciudadanía realice el seguimiento y evaluación al 100% de las etapas del proceso de destinación y ejecución de los recursos generados por la inversión de no menos del 1% y transferencias del sector eléctrico ejecutados por el municipio y la Corporación Ambiental Regional. • Propiciar el monitoreo y seguimiento a la ejecución de los planes de manejo generados en el documento del PMA, asociado a la licencia ambiental del proyecto. • Fortalecer la capacidad institucional del municipio para que gestione los conflictos socioambientales generados por los proyectos hidroeléctricos presentes en el territorio. • Generar herramientas para que las comunidades gestionen participativamente los conflictos ambientales que se presentan en el área de influencia del proyecto, mediante la formación en instrumentos de participación ciudadana, instrumentos de planeación y legislación ambiental.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
No aplica			Potenciación	X
	Estudios		Prevención	X
	Construcción	X	Mitigación	X
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono	X	Compensación	
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Conflictos socioambientales (-) • Cambios en los niveles de gobernabilidad (+)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y equipos)				
• Equipos de cómputo, proyector, impresora, papelería • Material divulgativo				
Lugar de aplicación				
Municipio de Cocorná				

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales	PMA-MS 08
Población a beneficiar	
Actores sociales y económicos del municipio, organizaciones sociales, organizaciones ambientales, organizaciones turísticas, JAC, Acueductos comunitarios, Alcaldía de Cocorná, CORNARE	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de pre-construcción	
1. Formación en mecanismos de participación ciudadana en trámites ambientales	
• Generar no menos de 3 espacios de capacitación respecto a las cargas impositivas de los proyectos que requieren licencia ambiental en los que se enuncia la destinación, ejecución y mecanismos para la veeduría de los recursos por inversión de no menos del 1%, transferencias del sector hidroeléctrico, tasa por el uso del agua y Planes de Manejo Ambiental (PMA). • Generar no menos de 3 espacios de capacitación a organizaciones sociales y comunitarias sobre mecanismos e instrumentos de participación ciudadana en proyectos de planificación territorial y ambiental tales como Planes de ordenameitno Territorial (EOT), Planes de Desarrollo Municipal (PDM), Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Planes de Ordenación de Cuencas (POMCA) y participación en los procesos de licenciamiento ambiental de proyectos de desarrollo inducido. • Generar no menos de un (1) taller de formación en veedurías ciudadanas.	
Fase de construcción	
• Generar no menos de 1 foro en articulación con la Corporación Ambiental Regional, la Administración Municipal y la comunidad en general, para comunicar la destinación de la inversión de las cargas impositivas de los proyectos con licencia ambiental en el municipio de Cocorná y el seguimiento de la ejecución de los Planes de Manejo Ambiental (PMA).	
Fase de operación	
2. Formación en gestión de conflictos ambientales	
• Generar no menos de 5 escenarios de formación, fortalecimiento de la capacidad institucional y articulación de los actores económicos con los actores comunitarios de la zona, para la gestión de conflictos ambientales del Municipio, tales como la gestión del riesgo, control de la cacería furtiva, deterioro de vías, erosión, daños a terceros, acceso al agua, gestión de bocatomas de acueductos y manejo de los vertimientos de aguas residuales, entre otros.	
Fase de desmantelamiento y abandono	
Generar no menos de 5 escenarios de formación sobre apropiación de las obras civiles que el proyecto deja instalados en el territorio, la implementación de acciones para la gestión social de las áreas reforestadas por el plan de manejo de compensación forestal, el	

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
fortalecimiento de la gestión institucional para definir cómo reemplazar los recursos de trasferencias del sector eléctrico que dejará de percibir una vez desmantelado el proyecto, entre otras consideraciones necesarias para la apropiación social e institucional de las áreas abandonadas por el proyecto. Aproximadamente tres años antes de iniciar esta fase, se formularán con todo su detalle las medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales que se puedan generar, con su respectivo cronograma de ejecución. Estas medidas deberán cumplir con la normatividad ambiental vigente para esa fecha.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Diagnósticos participativos • Talleres para compartir conocimientos comunitarios • Talleres de formación académica • Foros • Asambleas comunitarias			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional Social • Auxiliar social • Profesional Educación ambiental		Constructora del proyecto y operador del proyecto a través de su equipo social y ambiental.	
Meta	**Indicadores**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia de medición y duración**
Garantizar el seguimiento y evaluación al 100% de las etapas del proceso de destinación y ejecución de los recursos generados por la inversión de no menos del 1% y transferencias del sector eléctrico ejecutados por el municipio y la Corporación Ambiental Regional.	**Seguimiento y evaluación comunitaria (veeduría ciudadana)** Capacitación y garantías a la veeduría ciudadana=medio 70% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por	Medio	Una vez instalada una veeduría

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
	la veeduría ciudadana=alto 100% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=muy alto		
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria para la veeduría ciudadana NyRA: Número de asistentes por sector (económico, comunitario e institucional) NyRC: Número de personas convocadas	70%	En cada encuentro participativo

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
	por sector (económico, comunitario e institucional)		
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo TP: total de participantes de cada encuentro participativo	75%	En cada encuentro participativo
Propiciar el monitoreo y seguimiento a la ejecución de los planes de manejo generados en el documento del PMA,	**Seguimiento y evaluación comunitaria**	Medio	Una vez convocada la veeduría

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
asociado a la licencia ambiental del proyecto.	**(veeduría ciudadana)** Capacitación y garantías a la veeduría ciudadana=medio 70% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=alto 100% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=muy alto		
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las	70%	En cada encuentro participativo

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
	comunicaciones y la convocatoria para la veeduría ciudadana NyRA: Número de los asistentes por sector (económico, comunitario e institucional) NyRC: Número de las personas convocadas por sector (económico, comunitario e institucional)		
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy	75%	En cada encuentro participativo

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
	satisfechos con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo TP: número total de participantes de cada encuentro participativo		
Fortalecer la capacidad institucional del municipio para que gestione los conflictos socioambientales generados por los proyectos de generación hidroeléctrica presentes en el territorio.	**Seguimiento y evaluación de los conflictos socioambientales:** Creación de escenario de participación para la gestión de conflictos socioambientales con actores comunitarios, institucionales y el sector económico= medio 70% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación =alto 100% de los conflictos socioambientales son	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales			PMA-MS 08
	tramitados en el espacio de participación =muy alto		
Generar herramientas para que las comunidades gestionen participativamente los conflictos ambientales que se presentan en el AI del proyecto, mediante la formación en instrumentos de participación ciudadana, instrumentos de planeación y legislación ambiental.	**Seguimiento y evaluación de los conflictos socioambientales:** Creación de escenario de participación para la gestión de conflictos socioambientales con actores comunitarios, institucionales y el sector económico= medio 70% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación =alto 100% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación =muy alto	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)

Cronograma de actividades

Bimestre Fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Generar no menos de 3 espacios de capacitación respecto a las cargas impositivas de los proyectos			

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales	PMA-MS 08

que requieren licencia ambiental en los que se enuncia la destinación, ejecución y mecanismos para la veeduría de los recursos por inversión de no menos del 1%, transferencias del sector hidroeléctrico, tasa por el uso del agua y PMA.			
Generar no menos de 3 espacios de capacitación a organizaciones sociales y comunitarias sobre mecanismos e instrumentos de participación ciudadana en proyectos de planificación territorial y ambiental tales como Planes de Desarrollo Municipal (PDM), Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Planes de Ordenación de Cuencas (POMCA) y participación en los procesos de licenciamiento ambiental de proyectos de desarrollo inducido.			
Generar no menos de 1 taller de formación en veedurías ciudadanas			

Bimestre Fase de construcción												
Actividades	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**B8**	**B9**	**B10**	**B11**	**B12**
Generar no menos de 1 foro en articulación con la Corporación Ambiental Regional, la Administración Municipal y la comunidad, para comunicar la destinación de la inversión de las cargas impositivas de los proyectos con licencia ambiental en el municipio de Cocorná y el seguimiento de la ejecución de los PMA.												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Generar no menos de 5 escenarios de formación, fortalecimiento de la capacidad institucional y articulación de los actores económicos con los actores comunitarios de la zona, para la gestión de conflictos ambientales del área de influencia del proyecto, tales como la gestión del riesgo,										

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales										PMA-MS 08
control de la cacería furtiva, deterioro de vías, erosión, daños a terceros, acceso al agua, gestión de bocatomas de acueductos y manejo de los vertimientos de aguas residuales, entre otros.										
Año Fase de Desmantelamiento y abandono										
Escenarios de formación sobre apropiación de las obras civiles que el proyecto deja instalados en el territorio, la implementación de acciones para la gestión social de las áreas reforestadas por el plan de manejo de compensación forestal, el fortalecimiento de la gestión institucional para definir cómo reemplazar los recursos de trasferencias del sector eléctrico que dejará de percibir una vez desmantelado el proyecto, entre otras consideraciones necesarias para la apropiación social e institucional de las áreas abandonadas por el proyecto.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación (meses)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1%	6.590.015	19.770.045
Auxiliar social para la ejecución del PMA	Mes	30	0,1%	4.942.511	14.827.533
Profesional ambiental	Mes	24	0,1%	6.590.015	15.816.036
Espacios de capacitación respecto a las cargas	Taller	3	1	3.000.000	9.000.000

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales					PMA-MS 08
impositivas de los proyectos que requieren licencia ambiental en los que se enuncia la destinación, ejecución y mecanismos para la veeduría de los recursos por inversión de no menos del 1%, transferencias del sector hidroeléctrico, tasa por el uso del agua y PMA.					
Espacios de capacitación a organizaciones sociales y comunitarias sobre mecanismos e instrumentos de participación ciudadana en proyectos de planificación territorial y ambiental tales como Planes de Desarrollo Municipal (PDM), Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Planes de Ordenación de Cuencas (POMCA) y participación en los procesos de licenciamiento	Taller	3	1	3.000.000	9.000.000

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales					PMA-MS 08
ambiental de proyectos de desarrollo inducido.					
Taller de formación en veedurías ciudadanas	Taller	1	1	3.000.000	3.000.000
Foro en articulación con la Corporación Ambiental Regional, la Administración Municipal y la comunidad en general, para comunicar la destinación de la inversión de las cargas impositivas de los proyectos con licencia ambiental en el municipio de Cocorná y el seguimiento de la ejecución de los PMA	Foro	1	1	3.000.000	3.000.000
Generar no menos de 5 escenarios de formación, fortalecimiento de la capacidad institucional y articulación de los actores económicos con los actores comunitarios de la zona, para la gestión de conflictos ambientales del	Taller	5	1	3.000.000	15.000.000

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales					PMA-MS 08
área de influencia del proyecto, tales como la gestión del riesgo, control de la cacería furtiva, deterioro de vías, erosión, daños a terceros, acceso al agua, gestión de bocatomas de acueductos y manejo de los vertimientos de aguas residuales, entre otros.					
Escenarios de formación sobre apropiación de las obras civiles que el proyecto deja instalados en el territorio, la implementación de acciones para la gestión social de las áreas reforestadas por el plan de manejo de compensación forestal, el fortalecimiento de la gestión institucional para definir cómo reemplazar los recursos de trasferencias del sector eléctrico que	Taller	5	1	3.000.000	15.000.000

Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales					PMA-MS 08
dejará de percibir una vez desmantelado el proyecto, entre otras consideraciones necesarias para la apropiación social e institucional de las áreas abandonadas por el proyecto.					
Costo total sin IVA				**$104.413.615**	

10.1.3.9 Programa de manejo para el fomento de la producción panelera

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera			**PMA-MS 09**	
Objetivo general				
Mejoramiento de las condiciones de producción y asociatividad de los cultivadores de caña y productores de panela de las veredas del área de influencia del proyecto mediante la ejecución de programas de asesoría técnica y mejoramiento de la infraestructura productiva.				
Metas				
• Asesorar técnicamente a los cultivadores de caña y dueños de trapiche del área de influencia en prácticas de cultivo (siembra, corte, abono, variedades), producción (buenas prácticas ambientales, de salubridad, de seguridad, estándares productivos, empaque) comercialización y asociatividad. • Apoyar presupuestalmente la tecnificación de un (1) trapiche ubicado en las veredas el área de influencia para mejorar su productividad y aumentar la comercialización, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y trabajo de las familias productoras de la zona.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	x
	Estudios		Prevención	
	Construcción	X	Mitigación	
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	X
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración de las actividades económicas (-) • Generación de expectativas (-)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y equipos)				
• Papelería • Equipos de cómputo • Espacios para reunión • Insumos y maquinaria para la elaboración de panela.				
Lugar de aplicación				
Veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta, La Milagrosa y San Miguel).				
Población a beneficiar				

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera	PMA-MS 09
Cultivadores de caña y productores de panela de las veredas del área de influencia del proyecto	
Procedimiento de desarrollo	
Actividades y medidas de manejo ambiental	
Fase de pre-construcción	
1. Diagnóstico	
• Diagnóstico de actores locales y regionales (organizaciones sociales, asociaciones municipales, asociaciones veredales, cooperativas, productores) que trabajan con el cultivo de caña y la elaboración de panela en el municipio. • Diagnóstico de los diversos actores con proyectos de apoyo al cultivo de la caña y elaboración de panela del municipio de Cocorná. • Diagnóstico de actores académicos (universidades, investigadores, centros de estudio) con trabajo e investigaciones en el tema de paisaje cultural, patrimonio campesino, paisaje cañero, productividad. • Realizar en coordinación con la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO) y las Juntas de Acción Comunal de las veredas Mazotes, La Placeta, San Vicente, El Tesoro, Las Mercedes, San José y Los Cedros un mapeo de actores cultivadores de caña y productores de panela.	
Fase de cosntrucción	
1. Asistencia técnica a cultivadores de caña, productores y comercializadores de panela	
• Creación y apoyo presupuestal al desarrollo de una feria panelera municipal en la que se comercialicen los productos realizados por las asociaciones paneleras, se brinde asistencia técnica y se resalte la experiencia de los actores locales • Visita y asesorar en siembra, producción y comercialización, a los actores de la cadena panelera existentes en el área de influencia, incorporando los saberes locales.	
Fase de Operación	
1. Apoyo a un proyecto de tecnificación de trapiche	
• Realizar una capacitación a las familias beneficiadas en capacidades organizativas, cadenas productivas y de comercialización, prácticas ambientales, cultivos y producción de panela. Esto se deberá hacer en coordinación de la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO). • Dotar de insumos y maquinaria 1 trapiche para la tecnificación de la producción de panela (fondos, mesones, adecuaciones de infraestructura, material de empaque, etc.). Esto se deberá hacer en coordinación de la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO) y siguiendo los estándares de los manuales y la legislación generada para estos casos por el INVIMA.	
Mecanismos y estrategias participativas	

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera			PMA-MS 09
• Reuniones con actores locales y regionales • Asesorías técnicas personalizadas • Capacitaciones • Feria panelera • Estrategia de Comunicación			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
• Profesional social • Auxiliar social • Agrónomo o ingeniero agropecuario		Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia y duración de la medición**
Asesorar técnicamente a los cultivadores de caña y dueños de trapiche del área de influencia en prácticas de cultivo (siembra, corte, abono, variedades), producción (buenas prácticas ambientales, de salubridad, de seguridad, estándares productivos, empaque) comercialización y asociatividad.	**Porcentaje de ejecución de asesorías técnicas:** $\mathrm{PAT}(\%) = \frac{PyCA}{PyCT} * 100$ PAT: Porcentaje de asesorías técnicas PyCA: Número productores y cultivadores asesorados PyCT: Número de productores y cultivadores del área de influencia	50%	Mensual (Durante la fase de construcción)
Apoyar presupuestalmente la tecnificación de un (1) trapiche ubicado en las veredas del AI para mejorar su productividad y aumentar la comercialización, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y trabajo de las familias productoras de la zona.	**Apoyo a la tecnificación de trapiches:** $\mathrm{TT}(\%) = \frac{TTP}{TPr} * 100$ TT: porcentaje de trapiches tecnificados TTP: trapiches tecnificados con apoyo del proyecto TPr: número de trapiches priorizados	100% (1 trapiches)	Al finalizar la fase de construcción del proyecto
	Variación en los ingresos de las familias beneficiadas con la	10%	Al finalizar la fase de construcció

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera			PMA-MS 09
	tecnificación de trapiches: $\mathrm{VI}(\%) = \frac{IP2 - IP1}{IP1} * 100$ VI: porcentaje de variación de los ingresos de las familias beneficiadas por la tecnificación de trapiches IP1: ingresos antes de la tecnificación del trapiche IP2: ingresos después de la tecnificación de trapiche.		n del proyecto

Cronograma de actividades

Bimestre fase de pre-construcción			
Actividad	**B1**	**B2**	**B3**
Diagnóstico de actores locales y regionales (organizaciones sociales, asociaciones municipales, asociaciones veredales, cooperativas, productores) que trabajan con el cultivo de caña y la elaboración de panela en el municipio.			
Diagnóstico de los diversos actores con proyectos de apoyo al cultivo de la caña y elaboración de panela del municipio de Cocorná.			
Diagnóstico de actores académicos (universidades, investigadores, centros de estudio) con trabajos e investigaciones en el tema de paisaje cultural, patrimonio campesino, paisaje cañero, productividad.			
Realizar en coordinación con la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO) y las Juntas de Acción Comunal de las veredas Mazotes, La Placeta, San Vicente, El Tesoro, Las Mercedes, San José y Los Cedros un mapeo de actores cultivadores de caña y productores de panela.			

Bimestre Fase de Construcción												
Actividad	**AÑO 1**						**AÑO 2**					
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera												PMA-MS 09
Creación y apoyo presupuestal al desarrollo de una feria panelera municipal en la que se comercialicen los productos realizados por las asociaciones paneleras, se brinde asistencia técnica y se resalte la experiencia de los actores locales												
Visita y asesorar en siembra, producción y comercialización, a los actores de la cadena panelera existentes en el área de influencia, incorporando los saberes locales.												
Realizar una capacitación a las familias beneficiadas en capacidades organizativas, cadenas productivas y de comercialización, prácticas ambientales, cultivos y producción de panela. Esto se deberá hacer en coordinación de la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO).												

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Dotar de insumos y maquinaria 1 trapiche para la tecnificación de la producción de panela (fondos, mesones, adecuaciones de infraestructura, material de empaque, etc.). Esto se deberá hacer en coordinación de la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO) y siguiendo los estándares de los manuales y la legislación generada para estos casos por el INVIMA.										

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera	PMA-MS 09

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Social	Mes	30	0,1	6.590.015	19.770.045
Auxiliar Social	Mes	30	0,1	4.942.511	14.827.533
Agrónomo o ingeniero agropecuario	Mes	24	0,1	6.590.015	15.816.036
Creación y apoyo presupuestal al desarrollo de una feria panelera municipal.	Feria panelera	1	-	15.000.000	15.000.000
Realizar visitas a predios con cultivos de caña y entables paneleros identificando los mecanismos de cultivo, producción y comercialización y realizando asesoría técnica para el mejoramiento de estos procesos.	Asesorías técnicas (2 por cada predio)	56	-	60.000	3.360.000
Realizar una capacitación a las familias beneficiadas en capacidades organizativas, cadenas productivas y de comercialización, prácticas ambientales, cultivos y producción de panela.	Talleres	1	-	1.250.000	1.250.000

Programa de manejo para el fomento de producción Panelera					PMA-MS 09
Dotar de insumos y maquinaria a un (1) trapiche para la tecnificación de la producción de panela (fondos, mesones, adecuaciones de infraestructura, material de empaque, etc.).	Trapiches tecnificados	1	-	225.000.000[7]	225.000.000
Costo total sin IVA				**$295.023.615**	

[7] Dentro de este monto se considera la dotación completa y adecuaciones a la infraestructura para la tecnificación de un trapiche que pueda producir panela con registro sanitario

10.1.3.10 Programa de manejo para el fomento de la memoria y patrimonio campesino

Programa de manejo para el fomento de la memoria y el patrimonio campesino			**PMA-MS 10**	
Objetivo general				
Apoyar los programas generados por la Alcaldía Municipal de Cocorná en memoria histórica en las veredas del área de influencia.				
Metas				
• Apoyar a los proyectos culturales de la Alcaldía Muncipal mediante el aporte del salario durante 6 meses de un profesional de la disciplina histórica para desarrollar procesos de memoria histórica en las veredas del área de influencia del proyecto.				
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A GESTIONAR	**FASE EN LA QUE SE DESARROLLA EL PROGRAMA**		**TIPO DE MEDIDA**	
Recreación, turismo y apreciación del paisaje			Potenciación	
	Estudios		Prevención	
	Construcción		Mitigación	
	Operación	X	Corrección	
	Desmantelamiento y abandono		Compensación	X
IMPACTOS A MANEJAR/GESTIONAR				
• Alteración de las actividades económicas (-) • Generación de expectativas (-)				
METODOLOGÍA				
RECURSOS FÍSICOS (Materiales y equipos)				
• Papelería • Equipos de cómputo • Espacios para reunión • Insumos y maquinaria para la elaboración de panela.				
Lugar de aplicación				
Veredas del área de influencia del medio Socioeconómica del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)				
Población a beneficiar				
Comunidad en general del área de influencia del proyecto				
Procedimiento de desarrollo				
Actividades y medidas de manejo ambiental				

Programa de manejo para el fomento de la memoria y el patrimonio campesino			**PMA-MS 10**
Fase de Operación			
1. Memoria			
• Apoyo presupuestal a un profesional de las disciplian histórica durante 6 meses para desarrollar proceos d ememoria histórica en las veredas del área de influencia.			
Mecanismos y estrategias participativas			
• Convenio con alcaldía municipal			
Personal requerido		**Responsable de la ejecución**	
• Historiador		Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental	
Meta	**Indicador**	**Criterio de cumplimiento**	**Frecuencia y duración de la medición**
Apoyar a los proyectos culturales de la Alcaldía Muncipal mediante el aporte del salario durante 6 meses de un profesional de la disciplina histórica para desarrollar procesos de memoria histórica en las veredas del área de influencia.	**Apoyo a procesos en memoria histórica** Realización del convenio para apoyo a procesos de memoria histórica con Alcaldía Municipal = Medio Ejecución del convenio de apoyo a los procesos de memoria histórica en las eredad del área de influencia = Alto Informe con resultado de ejecución del convenio y socializada en las Instituciones Educativas del área de influencia = Muy Alto	100% (Muy Alto)	1 vez al terminar la investigación

Programa de manejo para el fomento de la memoria y el patrimonio campesino	PMA-MS 10

Cronograma de actividades

Quinquenio Fase de Operación										
Actividad	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
Apoyar mediante el aporte del salario durante 6 meses a un profesional de la disciplina histórica para desarrollar procesos de memoria histórica en las veredas del área de influencia.										

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Historiador	Mes	6	1	6.590.015	39’540.090
Costo total sin IVA				**$39’540.090**	

10.1.3.11 Programa de Manejo Arqueológico

En el informe de prospección de arqueología preventiva presentado ante el ICANH y aprobado por la resolución 1042 de 2020 “*Por la cual se aprueba y autoriza la implementación del Plan de Manejo Arqueológico para el proyecto PCH Cocorná III*” se presenta toda la información que describe las medidas propouestas para manejar los posibles impactos en los hallazgos arqueológicos. (Ver anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 20 Componente Arqueológico)

10.2 Plan de seguimiento y monitoreo

El Plan de Monitoreo y Seguimiento -PMS- es una herramienta que permite verificar que las medidas implementadas para el control ambiental sean efectivas y que se evidencien progresos en la prevención, reducción, mitigación o compensación de los impactos. Tiene como objetivo dar continuidad a las acciones ejecutadas en los Planes de Manejo Ambiental, facilitar el análisis de eficacia de las mismas frente a los impactos previstos y evaluar el cumplimiento de metas para posteriormente realizar ajustes, si es necesario.

El Plan de Monitoreo y Seguimiento está orientado a los impactos que requieren de algún tiempo para ser reparados o un control periódico para verificar su comportamiento (con respecto al estimado inicialmente) a medida que avanza el proyecto. El seguimiento debe responder a las variaciones del entorno en el área de influencia, de manera que refleje los efectos reales del proyecto sobre los componentes socioambientales del territorio en que se asienta.

Los Planes de Monitoreo y Seguimiento (PMS), los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y la evaluación Ambiental, deben asegurar la gestión ambiental continuada y eficaz sobre los medios físico, biótico y socioeconómico del Área de Influencia del Proyecto. Al igual que los PMA, los PMS deben ser diseñados y ejecutados con el apoyo de profesionales especializados de cada componente sobre el que se generan impactos y guarda relación con su temporalidad, intensidad y variables que se calificaron mediante la evaluación ambiental.

En todo caso, además de ejecutar continuamente los controles y monitoreos, es necesario soportar este seguimiento con el respectivo análisis que indique si se evidencia una mejora, si el impacto no avanza, y si se da cumplimiento de la legislación colombiana en materia ambiental. Para garantizar su cumplimiento y control, las actividades de los programas del Plan tienen un responsable, una periodicidad de evaluación y unas metas que deben ser evaluadas periódicamente para determinar el desempeño ambiental del proyecto y la efectividad de las acciones para el manejo de impactos.

Así mismo, con los PMS se busca no solo el seguimiento y monitoreo a los PMA, sino que también se proponen indicadores adicionales que permiten monitorear los componentes ambientales identificados, a fin de tener una visión holística de la calidad del medio y su tendencia.

En la Tabla 10-13 se presenta el listado de los programas que serán implementados desde la etapa pre-constructiva hasta la etapa de operación del proyecto, de acuerdo con cada uno de los medios (físico, biótico y socioeconómico y cultural).

Tabla 10-13. Listado de programas ambientales del Plan de Monitoreo y Seguimiento

Programa	Código
Plan de Monitoreo y Seguimiento del Medio Físico	
Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y Ruido	PMS-MF-01
Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua	PMS-MF-02
Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo Integral de Residuos Sólidos	PMS-MF-03
Programa de monitoreo y seguimiento de material sobrante de excavación, adecuación, operación y conformación de zonas de depósito	PMS-MF-04
Programa de Monitoreo y seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de Erosión	PMS-MF-05
Programa de Monitoreo de Bioingeniería	PMS-MF-06
Programa de Monitoreo y Seguimiento del Suelo	PMS-MF-07
Programa de Monitoreo y Seguimiento a la Gestión del Recurso Hídrico	PMS-MF-08
Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo del Tránsito Vehicular	PMS-MF-09
Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos	PMS-MF-10
Plan de Monitoreo y Seguimiento del Medio Biótico	
Programa de Monitoreo y Seguimiento de la cobertura vegetal	PMS-MB-01
Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles de especies arbóreas	PMS-MB-02
Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal	PMS-MB-03
Programa de Monitoreo y Seguimiento de manejo de fauna terrestre	PMS-MB-04
Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	PMS-MB-05
Plan de Monitoreo y Seguimiento del Medio Socioeconómico y Cultural	
Seguimiento al programa de información y participación comunitaria	PMS-MS-01
Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	PMS-MS-02
Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra	PMS-MS-03
Seguimiento al estado de infraestructura pública y privada	PMS-MS-04
Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación actividades económicas	PMS-MS-05
Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná	PMS-MS-06
Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales	PMS-MS-07
Seguimiento al fomento de la cultura campesina con la producción de panela	PMS-MS-08

10.2.1 Medio abiótico

10.2.1.1 Programa de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire y ruido

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y el Ruido	**PMS-MF-01**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Aire
Objetivo general Verificar la efectividad de las medidas de manejo ambiental propuestas por el proyecto, en el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente para concentración de contaminantes atmosféricos y niveles de ruido ambiental.	
Objetivos específicos • Verificar el cumplimiento de los valores máximos permisibles estipulados en la Resolución 2254 de 2017 de MinAmbiente, para las concentraciones de contaminantes en el aire y evaluar la evolución de la calidad del aire en las áreas aledañas a la zona de intervención del proyecto y en cercanías a receptores sensibles. • Verificar el cumplimiento de los valores máximos permisibles estipulados en la Resolución 627 de 2006 de MinAmbiente, para los niveles de ruido ambiental y evaluar la evolución de los niveles de ruido ambiental en las áreas aledañas a la zona de intervención del proyecto y en cercanías a receptores sensibles.	
PMA Asociados • Programa de Manejo de la Calidad del Aire y Ruido (PMA-MF-01)	
Lugar de aplicación Puntos donde fueron realizados los monitoreos de la línea base, receptores sensibles, zonas de intervención (casa de máquinas, captación, conducción y vías de acceso).	
Etapas del proyecto Fase de construcción	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional ambiental encargado de la gestión ambiental; este a su vez, actuando mediante la subcontratación de una o varias empresas especializadas y acreditadas para la toma y análisis de muestras de calidad del aire y ruido ambiental.	
Actividades **1. Monitoreos de la calidad del aire** Se realizará un seguimiento de la calidad del aire realizando monitoreos de la siguiente manera: • Durante el primer semestre de la construcción se realizará una campaña de monitoreo de calidad del aire, en los mismos puntos de monitoreo de la campaña de línea base. Los resultados de esta serán usados para definir la periodicidad de los monitoreos. • En caso de que, al analizar los resultados de las muestras, se obtenga un promedio igual o superior al 80% de la norma anual de calidad del aire (Resolución 2254 de 2017, o la que la modifique o sustituya), las campañas de monitoreos serán realizadas semestralmente durante la etapa de construcción. En caso contrario, las campañas de monitoreo se realizarán anualmente durante la etapa de construcción.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y el Ruido	PMS-MF-01

- Los monitoreos (toma y análisis de muestras) deben ser realizados por empresas acreditadas por el IDEAM. Éstas deben seguir los métodos de referencia o métodos equivalentes contenidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Resolución 2154 de 2010) o más actualizados (Métodos EPA y/o EEA), publicados por el IDEAM y aprobados por el Ministerio de Ambiente.
- Las campañas de monitoreo incluirán mediciones de los contaminantes criterio monitoreados en la línea base (PM2.5, PM10 NO_2, SO_2, O_3, CO), y como mínimo una estación meteorológica portátil que registre las variables dirección y velocidad del viento, presión barométrica, precipitación, temperatura y humedad relativa.
- Los resultados de los monitoreos de la calidad del aire serán comparados con los estándares máximos admisibles, establecidos por el artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 o la norma que la modifique o sustituya.

2. Monitoreos de los niveles de ruido ambiental

Se realizará un seguimiento del ruido ambiental realizando monitoreos de la siguiente manera:

- Durante el primer semestre de la construcción, se realizará un monitoreo de ruido ambiental, en conjunto con las mediciones de calidad del aire; en los mismos puntos donde se llevó a cabo el monitoreo de línea base. Los resultados que se obtengan serán usados para definir la periodicidad de los monitoreos posteriores. De esta forma, en caso de que los niveles de ruido superen por un 30% los niveles registrados durante la línea base, los monitoreos se realizarán semestralmente, en caso contrario éstos se ejecutarían anualmente durante la etapa de construcción.
- Durante las mediciones de ruido ambiental se requiere registrar las variables dirección y velocidad del viento, presión barométrica, precipitación, temperatura y humedad relativa, en al menos una estación meteorológica portátil.
- Los monitoreos (toma y análisis de muestras) deben ser realizados por empresas acreditadas por el IDEAM. Éstas deben seguir las metodologías estipuladas en la Resolución 627 de 2006 de MinAmbiente o la que la modifique o sustituya.

Los resultados de los monitoreos de ruido ambiental serán comparados con los límites máximos permisibles, de acuerdo con el sector y los horarios de medición, establecidos en el artículo 17 de la Resolución 627 de 2006.

- **Otras actividades**
- Se llevará registro de la información de los vehículos llegados al proyecto, consignando también la información de la certificación técnico-mecánica y su vigencia.

Se registrará en formatos físicos, en los lugares de ingreso o salida del proyecto, información de las volquetas en circulación, especialmente su uso de carpas cuando estén transportando material. Los formatos serán digitalizados y consolidados.

Indicadores

Dentro de los indicadores se abordan tanto el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental como al seguimiento y monitoreo de la calidad del medio. Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario realizar las actividades previamente descritas, las cuales están orientadas principalmente a realizar los monitoreos de calidad

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y el Ruido				PMS-MF-01
del aire y ruido, con lo cual se podrá evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente en esta materia. Adicionalmente, los resultados de los monitoreos permitirán evaluar la pertinencia de las actividades propuestas y ejecutadas con el PMA-MF-01; estas actividades se evaluarán a la luz del cumplimiento de la normatividad en materia de calidad del aire y ruido, siendo indicios de baja eficacia el incumplimiento de la norma o la tendencia a sobrepasar los límites máximos permisibles antes de finalizada la etapa de construcción. Tal como se indica en las actividades, los monitoreos de calidad del aire y ruido inicialmente se desarrollarán en el primer semestre de la fase de construcción. De acuerdo con los resultados obtenidos para calidad del aire, y siguiendo la normatividad vigente (Resolución 2254 de 2017 del MADS), se realizarán monitoreos con una frecuencia no menor a un monitoreo por año. Por otro lado, de la comparación de los resultados de ruido ambiental con los niveles registrados en línea base y con los niveles máximos permisibles, se determinará si los monitoreos se deben realizar semestral o anualmente.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evitar que se emitan gases y partículas contaminantes por el mal estado mecánico de los vehículos	**Certificación Técnico-Mecánica** $TcM(\%) = \frac{VTcM}{VOp} * 100\%$ TcM: Porcentaje de certificación técnico-mecánica $VTcM$: Vehículos con certificación técnico-mecánica vigente VOp: Vehículos en operación	100%	Al ingreso al proyecto de cada vehículo y un (1) día después del vencimiento de su certificado, durante la etapa de construcción	Se realizará una base de datos con información de los vehículos, en la cual se consignará también la información de la certificación técnico-mecánica y su vigencia. La información será consolidada para generar el valor del indicador.
Evitar emisiones de material particulado por el transporte del material del proyecto	**Uso de carpa en volquetas** $PVC = \frac{VCC}{VCT} * 100\%$ PVC: Porcentaje de volquetas en circulación con carpa VCC: Número de volquetas circulando con material, usando carpa VCT: Número total de volquetas circulando con material	100%	Cada que se esté movilizando dentro del área del proyecto y como requisito de entrada y salida a esta área, durante la etapa de construcción	Se dispondrá formatos físicos en los lugares de entrada y salida, y disponible para las personas autorizadas dentro del área del proyecto, en donde se registre información de las volquetas y se diligencie el uso de carpa en estas. Estos formatos serán digitalizados y consolidados para

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y el Ruido				PMS-MF-01
				generar el valor del indicador.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Verificar el cumplimiento de los valores máximos permisibles estipulados en la Resolución 2254 de 2017 de MinAmbiente, para las concentraciones de contaminantes en el aire y evaluar la evolución de la calidad del aire en las áreas aledañas a la zona de intervención del proyecto y en cercanías a receptores sensibles	Concentración de contaminantes atmosféricos en el área de influencia del proyecto	Resultados de la caracterización de la calidad del aire y el ruido ambiental, de las campañas de monitoreo desarrolladas en los años 2018 y 2020, en zona de Captación, tramo medio y zona de casa de máquinas.	Semestral/Anual* durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito y/o digital con el reporte de resultados de concentración de contaminantes atmosféricos y su comparación con respecto a la línea base.
Verificar el cumplimiento de los valores máximos permisibles estipulados en la Resolución 627 de 2006 de MinAmbiente, para los niveles de ruido ambiental y evaluar la evolución de los niveles de ruido ambiental en las áreas aledañas a la zona de intervención del proyecto y en cercanías a receptores sensibles	Nivel de ruido ambiental	Resultados de la caracterización de la calidad del aire y el ruido ambiental, de las campañas de monitoreo desarrolladas en los años 2018 y 2020, en zona de Captación, tramo medio y zona de casa de máquinas	Semestral/Anual* durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito y/o digital con el reporte de resultados de niveles de ruido ambiental y su comparación con respecto a la línea base.
*La periodicidad dependerá de los resultados de los monitoreos y su comparación con la línea base y normativa ambiental respectiva, tal como se indica en las actividades de este programa.				

10.2.1.2 Programa de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua	**PMS-MF-02**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Hidrología
Objetivo general Verificar la efectividad de las medidas de manejo ambiental propuestas por el proyecto, a partir del monitoreo de la calidad del agua en corrientes superficiales, y del seguimiento al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente con relación a vertimientos líquidos.	
Objetivos específicos • Verificar el cumplimiento de los valores límites permisibles estipulados en la Resolución 0631 de 2015 del MADS, para los distintos vertimientos realizados sobre fuentes de agua superficiales, a fin de evaluar la efectividad de la operación de los diferentes sistemas de tratamiento de agua residual implementados por el proyecto. • Evaluar la evolución de la calidad del agua de las fuentes superficiales susceptibles de recibir impactos por la ejecución de las diferentes actividades desarrolladas por el proyecto.	
PMA Asociados • Programa de Manejo de la Calidad del Agua (PMA-MF-02)	
Lugar de aplicación En los cuerpos de agua receptores de vertimientos líquidos (ver Tabla 10-14), y en los diferentes sistemas de tratamiento de agua residual que se implementarán.	
Etapas del proyecto Fases de construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional ambiental encargado de la gestión ambiental; este a su vez, actuando mediante la subcontratación de una o varias empresas especializadas y acreditadas para la toma y análisis de muestras de calidad del agua.	
Actividades • **Monitoreos de la calidad del agua en fuentes superficiales** A fin de llevar a cabo un seguimiento y monitoreo a la calidad del medio, se realizará la medición de variables fisicoquímicas y microbiológicas que permitan el cálculo de Índices de Calidad del Agua (ICA) y Contaminación (ICO); a partir de las metodologías propuestas por Cornare & UdeA (2011) y Ramírez et al. (1997), respectivamente. Las mediciones se llevarán a cabo en el río Cocorná, en los tres (3) puntos de monitoreo establecidos previamente en el desarrollo de la caracterización del recurso hídrico (Captación, Intermedio y Descarga), cuyos resultados serán empleados como línea base. Ver Tabla 10-14.	

Tabla 10-14. Puntos de monitoreo de calidad del agua en el Río Cocorná

Punto de monitoreo	Latitud	Longitud
Captación	06°02'35,2" N	75°12'45,4" W
Intermedio	06°02'33,1" N	75°11'45,6" W
Descarga	06°02'36,3" N	75°10'53,1" W

Los monitoreos de calidad del agua serán realizados semestralmente en fase de construcción y anualmente durante los dos primeros años de la operación del proyecto. Se acompañarán del aforo de caudal líquido en el sitio de medición. Se deberá presentar un informe que contenga los métodos y técnicas empleadas en las campañas de muestreo, como también, el análisis de los Índices de Calidad del Agua y Contaminación, a partir de la correlación entre el conjunto de datos fisicoquímicos y microbiológicos. Dichos monitoreos serán llevados a cabo por empresas acreditadas por el IDEAM tanto para la toma de muestras como para el análisis de las mismas. Las variables a monitorear son las establecidas en los términos de referencia, priorizando aquellas que permitan establecer el cálculo de los índices de calidad, y el cumplimiento de los criterios u objetivos de calidad que se tengan contemplados para la corriente.

- **Monitoreos de la calidad del vertimiento de aguas residuales domésticas y no domésticas**

Durante la etapa de construcción deberá realizarse semestralmente una caracterización de los vertimientos de aguas residuales no doméstica, proveniente del lavado de vehículos y maquinaria, con la finalidad de evaluar la eficiencia del sistema y además el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 del MADS. Durante las campañas de muestreo de calidad del agua del río Cocorná, serán realizados los monitoreos a los vertimientos de ARnD, con el objetivo de correlacionar los datos y al mismo tiempo optimizar la destinación del recurso humano. De igual manera, se llevará a cabo la caracterización de agua residual tratada con fines de recirculación, cuyos sistemas de tratamiento estarán ubicados en la zona de lavado de planta de concreto y zona de lavado de vehículos y maquinaria. Todas las caracterizaciones realizadas deberán estar acompañadas de los respectivos aforos de caudal, a fin de que se puedan establecer los caudales de agua residual generada, tratada, recirculada y vertida. Para este propósito también se contará con medidores de agua instalados en los sitios de consumo y recirculación del recurso, de los cuales se tendrá registro en bitácora.

Por su parte, durante la etapa de operación deberá realizarse una (1) caracterización de las aguas residuales domésticas (ARD) provenientes de las casetas ubicadas en zona de casa de máquinas y en zona de captación. Una vez se garantice el cumplimiento del artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015, se procederá con el respectivo mantenimiento dependiendo de la frecuencia de colmatación del sistema de tratamiento.

Los monitoreos de la calidad del agua de los vertimientos serán realizados por empresas acreditadas por el IDEAM tanto para la toma de muestras como para el análisis de las mismas, y se deberá presentar un informe de resultados que contenga los métodos y técnicas empleadas.

- **Inspecciones periódicas a los sistemas de gestión de los vertimientos**

Se realizará un cronograma de mantenimiento de los componentes del sistema de tratamiento de los vertimientos, según las especificaciones técnicas de los fabricantes de

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua	PMS-MF-02

los equipos y los manuales de operación entregados por los constructores del sistema de tratamiento. Para ello, se debe tener en cuenta el sistema eléctrico, unidades de almacenamiento, tratamiento y bombeo, equipos asociados a la disposición final de aguas residuales tratadas y acople de líneas de flujo relacionadas con el transporte de las aguas residuales a tratar, tratadas y recirculadas.

Indicadores

Los indicadores propuestos para el manejo y seguimiento de la calidad del agua, se plantearon considerando el cumplimiento de las normas ambientales, tanto en la calidad de los vertimientos, la cual está regida por la Resolución 0631 de 2015 del MADS, como en la calidad del medio (fuentes hídricas receptoras), con referencia a los objetivos o criterios de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental. Así mismo, los indicadores se enfocan en el seguimiento a la prevención y manejo eficiente del recurso hídrico, evitando el vertimiento de aguas residuales domésticas en etapa de construcción y recirculando la mayor cantidad posible de agua residual no doméstica en esta misma etapa.

De esta forma, dentro de los indicadores se aborda tanto el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental, como el seguimiento y monitoreo de la calidad del medio; obteniéndose indicadores representativos de la eficacia en las medidas de la gestión de las aguas residuales y los respectivos impactos generados sobre el medio.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Reducir la carga contaminante de los vertimientos generados por las actividades asociadas al proyecto, mediante un tratamiento adecuado que permita el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente para descargas a fuentes de agua superficial (Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS).	**Cumplimiento de la Resolución 631 de 2015 para vertimientos** $CRV(\%) = \frac{X_C}{X_M} * 100$ CRV: Porcentaje de parámetros que cumplen con la Resolución 631 de 2015 para Vertimientos. X_C: Número de parámetros monitoreados en el vertimiento con valores menores o iguales al máximo permitido en la Resolución 631 de 2015. X_M: Número total de parámetros monitoreados exigidos en la Resolución 631 de 2015.	100%	Semestral durante la etapa de construcción (ARnD), y una vez en el primer año de la fase de operación (ARD)	Se generará informe escrito de la medición del indicador, a partir de resultados de laboratorio que contienen la caracterización de vertimientos. En dicho informe se identificarán además aquellos parámetros de calidad del agua que incumplen o están cercanos al límite máximo permisible contemplado en la normatividad, a fin de establecer los ajustes oportunos y pertinentes que se deben realizar en los respectivos sistemas de tratamiento.

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua				PMS-MF-02
	Nota: Se debe monitorear la totalidad de los parámetros exigidos en la Resolución 631 de 2015 del MADS; según le aplique a cada vertimiento, doméstico o no doméstico.			
Minimizar el vertimiento de aguas residuales generadas por las actividades asociadas al proyecto, evitando la descarga de aguas residuales domésticas durante la etapa de construcción y recirculando parte del agua residual no doméstica generada en esta misma fase.	**Agua Residual no Doméstica (ARnD) que es recirculada** $PRec(\%) = \frac{V_R}{V_G} * 100$ $PRec$: Porcentaje de agua residual no doméstica que es recirculada. V_R: Volumen de agua residual no doméstica generada que es recirculada. V_G: Volumen total de agua residual no doméstica generada. Nota: Este indicador está propuesto para las ARnD provenientes del lavado de vehículos y maquinaria que serán tratadas con el sistema compuesto por desarenador, trampa de grasas, filtro de carbón activado y desinfección, lo que permitiría su recirculación en en las etapas de enjuague inicial y jabonado.	30%	Mensual durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito detallando el porcentaje de agua residual recirculada, a partir de los aforos obtenidos en las caracterizaciones de agua residual y mediciones reportadas en bitácora ambiental de consumo de agua del proyecto. Se verificará si los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos, permiten aumentar la cantidad de agua a recircular en las actividades del proyecto, y se indicarán las respectivas acciones a seguir.
	Agua Residual Doméstica dispuesta con un gestor autorizado $ARDGA(\%) = \frac{X_D}{X_G} * 100$	100%	Mensual, se llevará a cabo durante toda la fase de construcción.	El equipo de Gestión Ambiental del proyecto solicitará los certificados de disposición final por parte de la empresa

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua				PMS-MF-02
	$ARDGA$: Porcentaje de agua residual doméstica proveniente de unidades sanitarias portátiles dispuesta con gestor autorizado. X_D: Cantidad de agua residual doméstica (ARD) proveniente de unidades sanitarias dispuesta con gestor autorizado. X_G: Cantidad total de ARD generada en unidades sanitarias portátiles.			contratista que prestará el servicio de alquiler de los baños móviles. Dichos certificados reposarán en la bitácora ambiental del proyecto y se emplearán para verificar que la totalidad del agua residual doméstica generada en dichas unidades móviles sea dispuesta con gestores autorizados; de lo contrario se tomarán las acciones a las que haya lugar para garantizar la correcta disposición de los residuos.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evaluar la evolución de la calidad del agua de las fuentes superficiales susceptibles de recibir impactos por la ejecución de las diferentes actividades desarrolladas por el proyecto.	Índices de Calidad del Agua (ICA) y Contaminación (ICO) Metodologías propuestas por Cornare & UdeA (2011) y Ramírez et al. (1997), respectivamente	Resultados de la caracterización del recurso hídrico, de las campañas desarrolladas en los años 2015 y 2018, en zona de Captación, tramo Intermedio y zona de Descarga en el río Cocorná.	Semestral durante la etapa de construcción y anualmente durante los dos primeros años de la operación del proyecto	Se generará informe escrito con el cálculo de los Índices propuestos y su comparación con respecto a la línea base. Este análisis deberá integrarse con los resultados de caracterización de los vertimientos del proyecto, las posibles fuentes de contaminación externas, y los objetivos o criterios de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental para el cuerpo de agua receptor.

10.2.1.3 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo de residuos sólidos

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo de Residuos Sólidos	**PMS-MF-03**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Suelo
Objetivo general Verificar la efectividad de las medidas que se implementarán en el Plan de Manejo Ambiental, en lo que respecta al manejo y disposición final de los residuos sólidos ordinarios, reciclables, peligrosos y materiales sobrantes de construcción, para lograr el cumplimiento de lo estipulado en la normatividad ambiental vigente.	
Objetivos específicos • Separar los residuos generados, desde la fuente. • Realizar una correcta disposición de los residuos no aprovechables generados por el proyecto. • Realizar una correcta disposición de los residuos peligrosos (RESPEL) generados por el proyecto. • Aprovechar la mayor cantidad de material reciclable/aprovechable posible. • Realizar un almacenamiento temporal de residuos seguro y en condiciones adecuadas, en los casos que sea necesario. • Realizar un correcto manejo del material de construcción, evitando consumos innecesarios, aprovechando la mayor cantidad posible, y disponiendo adecuadamente la cantidad sobrante	
PMA Asociados • Programa de Manejo de Residuos Sólidos (PMA-MF-10)	
Lugar de aplicación Frentes de obra, oficinas y talleres, zonas de acopio de residuos sólidos	
Etapas del proyecto Fases de construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional ambiental encargado de la gestión ambiental del proyecto.	
Actividades **1. Residuos aprovechables, no aprovechables, y peligrosos** • Para el seguimiento de la generación y disposición de estos residuos, debe llevarse un registro mensual de la cantidad generada, con el fin de obtener los indicadores de gestión ambiental. • Se debe monitorear la correcta separación en la fuente, es decir, desde los recipientes que se emplearán para depositar los residuos.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo de Residuos Sólidos	PMS-MF-03

- Se debe verificar que el gestor de residuos peligrosos cumpla con el respectivo permiso otorgado por la Autoridad Ambiental para el aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final de dichos residuos.
- Mantener actualizada la información del registro de generadores RESPEL anualmente.
- Revisar el cumplimiento del Decreto 1609 de 2002 sobre el transporte de materiales peligrosos, para los vehículos que transportan los residuos peligrosos.
- Verificar periódicamente que los lugares de almacenamiento o acopio temporal de los residuos se encuentran ordenados, iluminados, ventilados, libres de plagas, señalizados y que sean de acceso restringido.
- Conservar las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los respectivos receptores.

2. Residuos de construcción (RCD)

- Registrar mensualmente la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) generados, almacenados, aprovechados y entregados para disposición final.
- Verificar el cumplimiento de la reglamentación vigente en lo que respecta al almacenamiento temporal y disposición final de RCD, por parte del ejecutor del proyecto y el gestor de RCD, respectivamente.
- Realizar seguimiento al plan de manejo de RCD presentado ante la Autoridad Ambiental, y en caso de ser necesarias llevar a cabo las modificaciones sugeridas por dicha entidad.
- Cumplir las metas de aprovechamiento planteadas en el artículo 19 de la Resolución 472 de 2017.

Indicadores

Dentro de los indicadores se aborda el seguimiento y monitoreo de los planes de manejo ambiental. Las actividades previamente mencionadas son necesarias para el cálculo de los indicadores y están orientadas a disminuir la generación de residuos, de manera que se pueda maximizar su aprovechamiento y cumplir con las metas propuestas en el Programa de Manejo de Residuos Sólidos (PMA-MF-10) y la normatividad vigente.

Las revisiones del correcto almacenamiento y disposición final se realizarán de manera mensual, durante las fases de construcción y operación para residuos sólidos ordinarios, y en construcción para residuos de construcción.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Separar los residuos generados, desde la fuente.	**Revisión de los puntos ecológicos del proyecto** $PRSep_i(\%) = \frac{ResSep_i}{ResGen_i} * 100\%$	100%	Mensual durante Construcción y semestral durante Operación	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente el estado de los

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo de Residuos Sólidos				PMS-MF-03
	$PRSep_i$: Porcentaje de residuos de tipo i separados $ResSep_i$: Peso de residuos de tipo i separados en su respectivo recipiente $ResGen_i$: Peso total de residuos de tipo i generados i: Tipo de residuos: aprovechables, orgánicos aprovechables, no aprovechables, peligrosos			puntos ecológicos con respecto a la separación de residuos. Esta base de datos se podrá integrar con las bases de datos de almacenamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos.
Realizar un almacenamiento temporal de residuos, seguro y en condiciones adecuadas, en los casos que sea necesario.	**Almacenamiento de residuos sólidos** $Alm(\%) = \frac{WAlm}{WRS} * 100\%$ Alm: Porcentaje de residuos sólidos almacenados $WAlm$: Peso de residuos sólidos almacenados de acuerdo con las medidas de manejo mencionadas anteriormente WRS: Peso de residuos sólidos generados	100%	Mensual durante Construcción y Operación	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente el almacenamiento de residuos sólidos con relación a la cantidad de residuos generados. Esta base de datos se podrá integrar con las bases de datos de separación y disposición final de los diferentes tipos de residuos.
Realizar una correcta disposición de los residuos no aprovechables generados por el proyecto.	**Disposición final de residuos no aprovechables** $NApr(\%) = \frac{WR_NApr}{WRNAprGen} * 100\%$ $NApr$: Porcentaje de residuos sólidos no Aprovechables dispuestos WR_NApr: Peso de residuos sólidos no Aprovechables entregados a recolector autorizado	100%	Mensual durante Construcción y Operación	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente la cantidad de residuos ordinarios entregados a un gestor autorizado con respecto a la cantidad de residuos ordinarios generados. Esta base de datos se

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo de Residuos Sólidos				PMS-MF-03
	$WRNAprGen$: Peso de residuos sólidos no Aprovechables generados			podrá integrar con las bases de datos de separación, almacenamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos.
Aprovechar la mayor cantidad de material reciclable / aprovechable posible.	**Manejo de residuos aprovechables** $Apr(\%) = \frac{WRApr}{WRAprGen} * 100\%$ Apr: Porcentaje de residuos sólidos Aprovechables aprovechados $WRRec$: Peso de residuos sólidos Aprovechables aprovechados $WRRGen$: Peso de residuos sólidos Aprovechables generados	50%	Mensual durante Construcción y Operación	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente la cantidad de residuos reciclables aprovechados con respecto a la cantidad de residuos reciclables generados. Esta base de datos se podrá integrar con las bases de datos de separación, almacenamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos.
Realizar una correcta disposición de los residuos peligrosos generados por el proyecto.	**Disposición final de residuos peligrosos** $RESPEL(\%) = \frac{WRESPEL}{WRPGen} * 100\%$ $RESPEL$: Porcentaje de residuos sólidos peligrosos dispuestos adecuadamente $WRESPEL$: Peso de residuos sólidos peligrosos entregados a gestor autorizado $WRPGen$: Peso de residuos sólidos peligrosos generados	100%	Mensual en Construcción y semestral en Operación	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente la cantidad de residuos peligrosos entregados a un gestor autorizado con respecto a la cantidad de residuos peligrosos generados. Esta base de datos se podrá integrar con las bases de datos de separación, almacenamiento y disposición final

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Manejo de Residuos Sólidos				PMS-MF-03
				de los diferentes tipos de residuos.
Realizar un correcto manejo del material de construcción, evitando consumos innecesarios, aprovechando la mayor cantidad posible, y disponiendo adecuadamente la cantidad sobrante.	**Manejo de RCD** $RCDAprv(\%) = \frac{WRCD}{WMtOb} * 100\%$ $RCDAprv$: Porcentaje de aprovechamiento de RCD $WRCD$: Peso de RCD utilizados por el proyecto $WMtOb$: Peso total de los materiales usados en obra	2% en el primer año 4% en el segundo año	Verificación de cumplimiento anual, con verificaciones parciales definidas en el plan de manejo de los RCD presentado a la Autoridad Ambiental; durante la etapa de construcción	Se generará una base de datos digital donde se reporte mensualmente la cantidad de residuos de construcción aprovechados con respecto a la cantidad de materiales usados en la obra. Esta base de datos se podrá integrar con las bases de datos de separación, almacenamiento y disposición final de los diferentes tipos de residuos.

10.2.1.4 Programa de monitoreo y seguimiento de material sobrante de excavación, adecuación, operación y conformación de zonas de depósito

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Material Sobrante de Excavación, Adecuación, Operación y Conformación de Zonas de Depósito.	**PMS-MF-04**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Suelo y geotecnia
Objetivo general Verificar la efectividad de las medidas que se implementarán en el Plan de Manejo Ambiental, en lo que respecta al manejo y disposición final del material sobrantes de excavación, para lograr el cumplimiento de lo estipulado en la normatividad ambiental vigente.	
Objetivos específicos • Verificar que el material sobrante de excavación se disponga en las zonas de depósito contemplados por el proyecto. • Monitorear la conformación de la zona de depósitos durante la fase de construcción.	
PMA Asociados • Programa de Manejo de Materiales Sobrantes de Excavación, Adecuación, Operación y Conformación de Zonas de Depósito (PMA-MF-06)	
Lugar de aplicación Zonas de depósito, frentes de obra y obras superficiales en el área de influencia del proyecto	
Etapas del proyecto Fase de construcción	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de la ejecución del programa de seguimiento y monitoreo de Material Sobrante de Excavación, Adecuación, Operación y Conformación de Zonas de Depósito será la empresa encargada de ejecutar el proyecto a través del profesional ambiental y civil.	
Actividades 1. Material sobrante de excavaciones • Se debe revisar que las zonas a intervenir si sean las planteadas y se encuentren demarcadas, ya sea con cinta de precaución o tela sarán. • Verificar que se realicen los filtros en aquellas zonas de depósito con forma de vaguada o de flujo intermitente, una vez verificado esto, se podrá iniciar la conformación del depósito. • Monitorear que el material a disponer en los llenos y zonas de depósito se encuentre limpio, a fin de evitar que se depositen otro tipo de residuos que puedan contaminar el suelo en el sitio de disposición. • Llevar un registro fotográfico donde se evidencie la compactación del depósito cada 50 cm, las pendientes y las bermas recomendadas. • Se debe llevar un registro del volumen de material sobrante producto de las excavaciones y del volumen total que llega a las zonas de conformación y	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Material Sobrante de Excavación, Adecuación, Operación y Conformación de Zonas de Depósito.				PMS-MF-04
adecuación de los depósitos, de esta manera se verificar que las cantidades que sale de los frentes de obra sea equivalente a la cantidad que llega a los depósitos.				
Indicadores Dentro de los indicadores se aborda tanto el seguimiento y monitoreo de los planes de manejo ambiental como de la calidad del medio. Las actividades previamente mencionadas son necesarias para el cálculo de los indicadores y están orientadas a la correcta conformación de las zonas de depósito de manera que se pueda cumplir con las metas propuestas en el programa de manejo (PMA-MF-06) y la normatividad vigente. Las revisiones del correcto almacenamiento y disposición final se realizan de manera mensual, durante la fase de construcción.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Disponer adecuadamente el 100% del material sobrante de excavación	**Tierra dispuesta en zonas de depósito** $PTDIS\ (\%) = \frac{VTDIS}{VTEX} * 100$ $PTDIS$: Porcentaje de tierra dispuesta en zonas de depósito. $VTDIS$: Volumen de tierra dispuesta en zonas de depósito. $VTEX$: Volumen total de tierra extraída y sobrante.	100%	Mensual, durante construcción	Mensualmente se llevará registro del volumen de material de excavación dispuesto en los depósitos y se comparará con la cantidad de material sobrante extraída en las excavaciones.
Manejar adecuadamente el 100% de las zonas de almacenamiento de materiales sobrantes de excavación	**Manejo de las zonas de almacenamiento** $PZAMALE\ (\%) = \frac{ZACLE}{ZAT} * 100$ $PZAMALE$: Porcentaje de zonas de almacenamiento manejados según los lineamientos establecidos.	100%	Mensual, durante construcción	Se debe revisar los planos y verificar las características técnicas para la conformación de las

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Material Sobrante de Excavación, Adecuación, Operación y Conformación de Zonas de Depósito.				PMS-MF-04
	$ZACLE$: Número de zonas de almacenamiento que cumplen con los lineamientos establecidos. ZAT: Número total de zonas de almacenamiento.			zonas de depósito.

10.2.1.5 Programa de monitoreo y seguimiento de la inestabilidad geotécnica, taludes y control de la erosión

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	**PMS-MF-05**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Geotecnia

Objetivo general

Verificar la efectividad de las medidas de manejo ambiental propuestas por el proyecto, en el cumplimiento de la las metas propuesta con respecto al control de los procesos de inestabilidad de taludes como la aparición de procesos erosivos que se generen durante las actividades constructivas en las zonas de obras y en las zonas de depósito de materiales, que, combinados con factores hidrometeorológicos puedan generar riesgos mayores para la obras o para la infraestructura preexistente sobre las áreas adyacentes a las obras del proyecto

Objetivos específicos

- Evaluar el cumplimiento de los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica.
- Garantizar el mínimo riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras y asegurar la integridad de las mismas
- Medir el avance y la efectividad en la remoción de los deslizamientos que se presentan en las vías de uso por el proyecto.
- Evaluar el número (disminución o aumento) de procesos erosivos que aparecen en taludes de vías y áreas adyacentes a las obras.
- Verificar los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica, los diseños y los procesos de construcción más adecuados, para mantener la estabilidad geotécnica en taludes de las vías, obras y terrenos durante la construcción y operación del proyecto.

PMA Asociados

- Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión (PMA-MF-09)

Lugar de aplicación

Todas las áreas donde se realicen obras que impliquen la conformación de taludes, incluyendo Zodmes, captación, casa de máquinas, conducción, cortes, llenos y vías objeto de adecuación y vías nuevas.

Tabla 10-15 Lugar de aplicación del PMA-MF-08

Zona de intervención	Área (ha)
Área colocación de tubería y obras asociadas	3,04
Área para colocación de conducción	3,04
Área de captación y derivación	3,22
Acceso a captación	0,02

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión			PMS-MF-05
	Área para colocación de conducción	0,07	
	Áreas de trabajo captación	2,71	
	Canal desviación y desarenadores	0,24	
	Captación	0,11	
	Zona de maniobras captación	0,08	
	Área de generación y retorno del caudal	1,53	
	Acceso a casa de máquinas	0,02	
	Área para colocación de conducción	0,02	
	Áreas asociadas a casa de máquinas	1,29	
	Canal descarga	0,05	
	Casa de máquinas	0,08	
	Zona de maniobras casa de máquinas	0,06	
	Áreas de acceso a depósitos	0,10	
	Acceso a depósito 1	0,01	
	Acceso a depósito 2	0,00	
	Acceso a depósito 3	0,01	
	Acceso a depósito 4	0,07	
	Acceso a depósito 6	0,00	
	Áreas de acceso a obras	1,41	
	Acceso a captación	0,78	
	Acceso a casa de máquinas	0,43	
	Variante escuela	0,20	
	Depósitos	3,55	
	Depósito 1	0,34	
	Depósito 2	0,51	
	Depósito 3	0,57	
	Depósito 4	0,73	
	Depósito 5	0,72	
	Depósito 6	0,68	
	Total	**12,84**	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional encargado de la geotecnia del proyecto.			
Actividades			

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión	PMS-MF-05

- **Elaboración de un estudio de suelos y geotecnia de detalle de toda el área a intervenir en las obras del proyecto.**

  En la fase de estudios de detalle se debe realizar una caracterización actualizada y precisa del inventario de procesos morfodinámicos para dar cuenta del estado de la calidad del medio.

  A partir del estudio geotécnico, se calcularán, propondrán y plantearán los parámetros de diseño, obras, mecanismos y actividades de prevención, control, mitigación y compensación de los procesos de inestabilidad geotécnica que puedan desarrollarse a partir de la realización de obras, montajes, instalaciones y/o actividades del proyecto durante todas sus etapas.

- **Monitoreos de la implementación de medidas para la estabilización de cortes permanentes en las áreas de intervención del proyecto.**

  Durante la etapa de construcción deberá realizarse trimestralmente una inspección visual y caracterización de las medidas de intervención sobre las obras, con la finalidad de evaluar la eficiencia de los sistemas de anclajes, drenes, obras de contención y demás medidas de estabilización. Todas las caracterizaciones realizadas deberán estar acompañadas de los respectivos registros fotográficos e informes de verificación, a fin de que se puedan establecer las medidas necesarias en caso de que se requiera la implementación de nuevas medidas de contención.

- **Inspecciones periódicas a las obras para verificar la mitigación y estabilización de procesos erosivos identificados.**

  Se realizará una vez se culmine el establecimiento de las obras y constará de una inspección visual y seguimiento de los sistemas de control de procesos erosivos, en este se deberá dar reporte de los sistemas ineficaces y se platearan medidas alternativas en caso de ser necesarias.

- **Revisión de las obras para el manejo de aguas en las zonas que requieran atención (drenajes, rondas de coronación, filtros cunetas)**

  Se realizará un cronograma de verificación para el respectivo mantenimiento y limpieza de los sistemas de drenajes que vayan a ser instalados, con el fin de evitar el deterioro y mal funcionamiento de estos, para prevenir la activación de procesos erosivos o de remoción de masas, esta verificación se realiza trimestral durante la etapa de construcción.

- **Seguimiento a la remoción y atención de los deslizamientos durante construcción y operación**

  De manera trimestral a partir del establecimiento de los taludes en fase de construcción se deberá verificar la respuesta a los deslizamientos y procesos de inestabilidad que obstaculicen accesos a vías de uso principal dentro del proyecto.

  Se realiza seguimiento entonces a los procesos que generen afectación a la infraestructura del proyecto o privada, a partir de la inspección periódica, los informes de seguimiento y el registro de nuevos eventos.

Indicadores

Los indicadores propuestos abordan el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental. Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario realizar las

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión				PMS-MF-05
actividades previamente descritas, las cuales están orientadas principalmente a identificar, ubicar, revisar e inspeccionar periódicamente las áreas intervenidas por el proyecto. Se plantea el control constante para monitorear la efectividad de las medidas de estabilización de taludes, así como garantizar las medidas de mitigación aplicadas por el proyecto. Adicionalmente, los resultados de los monitoreos permitirán evaluar la pertinencia de las actividades propuestas y ejecutadas con el Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión (PMA-MF-09)				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Cumplir con los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica.	**Taludes con tratamientos según zonificación geotécnica** $PCTSG\ (\%) = \frac{NTSG}{NTC} * 100\%$ $PCTSG$: Porcentaje de cumplimiento en los tratamientos realizados a los taludes según zonificación geotécnica. $NTSG$: Número de taludes con tratamientos según zonificación geotécnica. NTC: Número total de taludes proyectados a tratar	75%	Una vez al comienzo del establecimiento de los taludes en fase de construcción.	Se genera un informe escrito detallando el porcentaje de cumplimiento en los tratamientos realizados a los taludes según la zonificación geotécnica. A partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando en dicho informe el cumplimento o no de la garantía de los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica, y en caso de ser necesario plantear alternativas de control a los puntos problemáticos.

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión				PMS-MF-05
Minimizar el riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras y asegurar la integridad de las mismas	**Estabilidad de Taludes** $PET = \frac{NTI}{NTC} * 100\%$ PET: Porcentaje de inestabilidad de taludes NTI: Número de taludes con problemas de estabilidad NTC: Número total de taludes conformados	5%	Trimestral a partir del establecimiento de los taludes en fase de construcción.	Se genera un informe escrito detallando del porcentaje de inestabilidad de taludes a partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando en el informe el cumplimento o no de la garantía en la reducción de aparición de problemas de inestabilidad, y en caso de ser necesario plantear alternativas de control a los puntos problemáticos
Remover los deslizamientos que se presenten en las vías de uso por el proyecto. Minimizar el riesgo de afectación a los elementos del ambiente e infraestructura aledaños a las obras, asegurar la integridad de las mismas.	**Respuesta a las afectaciones ocasionadas por la inestabilidad de taludes** $PAI = \frac{NAI}{NA} * 100\%$ PAI: Porcentaje de afectaciones con intervenciones apropiadas NAI: Número de afectaciones con intervención NA: Número de afectaciones que se presentaron durante la construcción del proyecto.	90%	Trimestral a partir del establecimiento de los taludes en fase de construcción.	Se genera informe escrito detallando la respuesta a las afectaciones ocasionadas por deslizamientos a partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando en el informe el cumplimento o no de la garantía en la atención a problemas de inestabilidad y en caso de ser necesario

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión				PMS-MF-05
				plantear alternativas de control a los puntos problemáticos
Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras.	**Efectividad en el control de procesos erosivos** $ECPE\ (\%) = \frac{PEC}{PEI} * 100\%$ *ECPE:* Efectividad en el control de procesos erosivos. *PEC:* Número de Procesos erosivos controlados *PEI:* Número de Procesos erosivos identificados en el desarrollo de la construcción	75%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada dos meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación	Se genera un informe escrito detallando del porcentaje efectividad en el control de procesos erosivos a partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando en dicho informe el cumplimento o no de la garantía en la reducción de la aparición de problemas de erosión y en caso de ser necesario plantear alternativas de control a los puntos problemáticos
Verificar los tratamientos recomendados en la zonificación geotécnica, los diseños y los procesos constructivos adecuados para mantener la estabilidad geotécnica en taludes de las	**Efectividad en la prevención y de deslizamientos.** $Epmd\ (\%) = 1 - \frac{Ndr}{Ndi} * 100\%$ *Epmd:* Efectividad en la prevención y mitigación de deslizamientos	80%	Trimestral en la etapa de construcción	Se genera un informe escrito detallando del porcentaje de efectividad en la prevención y de deslizamientos a partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión				PMS-MF-05
vías, obras y terrenos durante la construcción y operación del proyecto.	*Ndr:* Número de deslizamientos reactivados *Ndi:* Número de deslizamientos identificados en los que se proyecta intervención			en dicho informe el cumplimento o no de la garantía en la efectividad en la prevención de problemas de inestabilidad y en caso de ser necesario plantear alternativas de control a los puntos problemáticos
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evaluar la evolución de las zonas geotécnicamente inestables.	Variación de las áreas de la zonificación geotécnica caracterizadas como inestables: Porcentaje (%) de variación comparativa	Resultados de la caracterización geotécnica	Trimestral durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito con el cálculo de las variaciones en las áreas inestables generadas y su comparación con respecto a la línea base. Este análisis deberá integrarse con los resultados de caracterización de los sitios críticos a intervenir por el proyecto.

10.2.1.6 Programa de monitoreo y seguimiento de Bioingeniería

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería	**PMS-MF-06**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Geotecnia, paisaje

Objetivo general

Verificar la efectividad de las medidas de manejo ambiental propuestas por el proyecto para la conformación y estabilización de taludes con obras biomecánicas basadas en guadua para controlar la erosión futura, impedir el avance remontante de los procesos erosivos y presentar la cara expuesta de los taludes de una manera paisajística amigable con el entorno. A su vez verificar la efectividad para capacitar a los pobladores del área de influencia en la realización de estas obras biomecánicas, proponiendo la conformación de un emprendimiento económico, que contribuya a la economía local.

Objetivos específicos

- Verificar la disminución del impacto sobre la calidad visual de paisaje y el control efectivo sobre la producción de sedimentos en función de la efectividad del programa de revegetalización en términos de área exitosamente restablecida con cobertura vegetal.
- Evaluar la efectividad en las medidas de reducción en la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a las obras en función de la cantidad de procesos erosivos controlados.
- Verificar el éxito de la revegetalización de los taludes generados por la construcción de las obras en función de la supervivencia de los individuos del material vegetal sembrado en las obras de bioingeniería.
- Evaluar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería en función de la efectividad en el control de las aguas en los sitios intervenidos.
- Determinar la eficacia de implementar un programa de generación de empleo directo que capacite al personal de obra en temas de bioingeniería.

PMA Asociados

- Programa de Bioingeniería (PMA-MF-12)
- Programa de Manejo y Uso del Suelo (PMA-MF-03)
- Programa de información, participación comunitaria y fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia (PMA-MS-01)
- Programa de manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental al personal de obra (PMA-MS-03)

Lugar de aplicación

Vías de acceso a casa de máquinas, vía de acceso a captación y Zodmes.

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería	PMS-MF-06

Tabla 10-16 Lugar de aplicación del PMA-MF-13

Número de puntos a intervenir	Localización	Cantidades	Tipo de obra a implementar
4	Vía captación	280 m2	Trinchos en vertedero y Trinchos terraza
1	Vía casa de máquinas	80m2	Trinchos vertedero y Trinchos terraza
6	Depósitos (zodmes)	1.674 m	Ronda de Coronación

Etapas del proyecto

Fase de construcción

Responsables de ejecución del PMS

El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional civil o afines que se desempeñe como coordinador de la obra encargado de las obras de bioingeniería.

Actividades Generales

Las actividades se fundamentarán en el monitoreo continuo, con el objeto de recolectar información que permita identificar, evaluar y predecir el comportamiento de los procesos erosivos en los suelos desde el punto de vista geotécnico.

- Antes de iniciar construcción se hará la caracterización detallada de los principales procesos erosivos activos en los taludes sugeridos para la implementación de las obras de bioingeniería mediante la observación de los fenómenos de deslizamientos, con descripción de irregularidades del terreno, estado de los sistemas de drenaje y determinación de sectores donde se puedan presentar movimientos en masa. Los sitios identificados deberán ser geo-posicionados o referenciados y anexados a informes de seguimiento.
- Una vez iniciada la construcción se debe realizar una inspección periódica, para garantizar la estabilidad geotécnica en áreas que hayan sido intervenidas por las medidas de bioingeniería del proyecto, de deberá comprobar que la ejecución de los sistemas de pantallas en guadua guarde las proporciones de enterramiento de horcones y de separación entre terrazas que mejor se adapte al terreno.
- Se deberá verificar la eficacia de los trinchos con vertedero a partir de la inspección visual, se debe garantizar que en presencia de precipitaciones haya una evacuación efectiva de los flujos de agua.
- El monitoreo de los procesos erosivos se realizará desde el inicio de la construcción, mediante el registro de inspecciones visuales. Es recomendable el monitoreo luego de la ocurrencia de eventos sísmicos y de lluvias torrenciales.

Actividades específicas del PMS

- **Monitoreo de la supervivencia del material vegetal sembrado.**

A fin de llevar a cabo un seguimiento y monitoreo a la efectividad de las medidas de revegetalización de taludes, se debe cuantificar la supervivencia del material sembrado en los taludes de las obras de bioingeniería, para ese fin se realiza la medición del número de individuos (plántulas) sobrevivientes, respecto a los individuos sembrados.

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería	PMS-MF-06

Las mediciones se llevan a cabo por el ingeniero agrónomo encargado de la siembra. La frecuencia de la medición se realiza dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda dos meses después.

La metodología de medición se realiza a partir de un recorrido visual y un conteo de individuos en los mismos 11 puntos de implementación de las medidas. Se deberá presentar un informe que contenga los métodos y resultados de la campaña de monitoreo.

- **Monitoreo de la efectividad en el manejo procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a las obras.**

Con el objetivo de verificar la efectividad en el manejo de procesos erosivos se debe realizar un monitoreo sobre las medidas de control implementadas en los procesos previamente identificados que puedan presentan un riesgo potencial a la infraestructura.

Se debe realizar entonces una inspección visual en el área de intervención de obras una vez al final de cada bimestre durante la fase construcción con el fin de identificar la presencia, avance y evolución de los procesos erosivos que puedan poner en riesgo potencial la infraestructura del proyecto.

A partir de esta identificación es el constructor del proyecto el encargado de establecer las medidas correctivas para dichos procesos y en función del establecimiento de dichas medidas se implementa en este plan la verificación de la efectividad de las medidas correctivas sobre los procesos erosivos tratados.

Se asigna un profesional en ingeniería civil para verificar la efectividad de estas medidas durante la etapa de construcción.

El monitoreo se realiza una vez cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada dos meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación.

- **Verificación en la efectividad del manejo de la escorrentía**

Con el fin de garantizar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería se debe evaluar la efectividad de las medidas de manejo en la construcción del proyecto. Se deben cuantificar el número total de sitios intervenidos que requieran manejo de la escorrentía y verificar que proporción de estos lograron el control efectivo de la escorrentía.

Los principales puntos de control de escorrentía corresponden a las 6 rondas de coronación y a los 6 sistemas de filtros en guadua,1 por cada depósito –zodme- respectivamente. En conjunto con los 5 puntos de implementación de los trinchos de guadua en vertedero, ubicados 4 en la vía a captación y 1 en la vía de acceso a casa de máquinas (ver Tabla 10-16).

Se asigna un profesional en ingeniería civil para verificar la efectividad de estas medidas una vez cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de bioingeniería durante la etapa de construcción.

La metodología de monitoreo consiste en una inspección visual y el levantamiento de un informe de cumplimiento y eficacia de la medida implementadas.

- **Evaluación de la disminución en el impacto sobre la calidad visual del paisaje y el control efectivo de la producción de sedimentos**

El monitoreo se centra en la medición del área revegetalizada exitosamente establecida en fusión de la cobertura de área inicial que requiere restablecimiento de capa vegetal y el porcentaje de dicha área que queda efectivamente cubierta por la sección revegetalizada.

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería	PMS-MF-06

La medición se realiza dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción. El encargado de la medición corresponde a el ingeniero agrónomo y la metodología se aplica a partir de un análisis visual a partir de fotografías y análisis de coberturas comparativas.

La localización corresponde a los 11 puntos de implementación de las obras de bioingeniería, en la vía de acceso a casa de máquinas, vía de acceso a captación y zodmes (ver Tabla 10-16).

- **Evaluar la implementación del programa de generación de empleo directo con capacitación al personal de obra en temas de bioingeniería-**

Se evalúa el resultado de la implementación del programa una vez al finalizar la capacitación en función de porcentaje de personal capacitado y eficacia de la capacitación.

El seguimiento está a cargo el profesional administrativo y la metodología de medición es a partir de la revisión de actas de asistencia para el personal capacitado y su continuidad en el proceso de capacitación. Adicionalmente se realiza la revisión de los porcentajes de aprobación de la evaluación final dentro del programa de capacitación con el fin de verificar la eficacia de la capacitación. La elaboración y la metodología para la evaluación final de la capacitación están a cargo del profesional administrativo.

Indicadores

Los indicadores propuestos abordan el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental. Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario realizar las actividades previamente descritas, las cuales están orientadas principalmente a identificar, ubicar, revisar e inspeccionar periódicamente las áreas intervenidas por el proyecto. Se plantea el control constante para monitorear la efectividad de la siembra, así como garantizar las medidas de corrección y mitigación aplicadas por el proyecto. Adicionalmente, los resultados de los monitoreos permitirán evaluar la pertinencia de las actividades propuestas y ejecutadas con el Programa de Bioingeniería PMA-MF-12.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Revegetalización de los taludes generados por la construcción de las obras.	**Porcentaje de supervivencia del material vegetal sembrado en las obras de bioingeniería:** $PIS\ (\%) = \frac{IPS}{IS} * 100\%$ PIS: Porcentaje de sobrevivencia	70%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda un mes después	Se debe generar un informe escrito de la medición del indicador, a partir de los resultados de las dos visitas de evaluación. En dicho informe se identifican además aquellas

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería				PMS-MF-06
	IPS: Número de individuos sobrevivientes. IS: Número de individuos sembrados			especies potencialmente más propensas a no sobrevivir y se realizará un análisis a partir de la adherencia de dichas especies y de los ajustes necesarios en materia de fertilizantes o adecuación del terreno, en caso de ser necesario se plantean especies alternativas con mejor fijación a fin de establecer los ajustes oportunos y pertinentes que se deben realizar en los respectivos sembrados.
Garantizar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería	**Efectividad en el manejo de la escorrentía.** $EFesc\ (\%) = \frac{EMA}{ET} * 100\%$ $EFesc$: Efectividad en el manejo de la escorrentía. EMA: Número de sitios con control de escorrentía efectiva ET: Número total de sitios intervenidos que	90%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de bioingeniería	Se genera informe escrito detallando el porcentaje de efectividad en el manejo de la escorrentía a partir de la inspección visual realizada, consignando en dicho informe el cumplimento o no de la garantía en el manejo de la escorrentía y en caso de ser necesario planteando

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería				PMS-MF-06
	requieran manejo de escorrentía.			alternativas de control a los puntos problemáticos.
Minimizar la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a éstas y las obras.	**Efectividad en el control de procesos erosivos** $ECPE\ (\%) = \frac{PEC}{PEI} * 100\%$ *ECPE:* Efectividad en el control de procesos erosivos. *PEC:* Número de Procesos erosivos controlados *PEI:* Número de Procesos erosivos identificados que represente riesgo potencial a la infraestructura	100%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada dos meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación.	Se genera informe escrito detallando el porcentaje de efectividad en el control de procesos erosivos a partir de las inspecciones visuales realizadas, consignando en dicho informe el cumplimento o no de la garantía en la reducción de la aparición de procesos erosivos y en caso de ser necesario plantear alternativas de control a los puntos problemáticos
Disminuir el impacto sobre la calidad visual del paisaje y controlar la producción de sedimentos	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Mide la efectividad del programa de revegetalización en términos de área exitosamente establecida	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción	Se debe generar un informe escrito de la medición del indicador, a partir de los resultados de las dos visitas de evaluación. En dicho informe se identifican, además aquellas áreas con dificultad para la

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería				PMS-MF-06
	$EAR\ (\%) = \frac{ARE}{ARV} * 100\%$ *EAR (%):* Porcentaje de área revegetalizada *ARE:* Área revegetalizada *ARV:* Área total que requiere revegetalización			revegetalización exitosa y se realizará un análisis a partir de dichas zonas y de los ajustes necesarios en materia de fertilizantes o adecuación del terreno, en caso de ser necesario se plantean especies alternativas con mejor fijación a fin de establecer los ajustes oportunos y pertinentes que se deben realizar en los respectivos sembrados
Implementar un programa de generación de empleo directo, que capacite al personal de obra en temas de bioingeniería, para que contribuya con el desarrollo económico y social de la población del área de influencia.	**Porcentaje de capacitación mano de obra** $\mathrm{CPO}(\%) = \frac{PCAP}{PCON} * 100$ CPO: porcentaje de personal de obra capacitado PCAP: número de personal de obra capacitado PCON: número de personal de obra contratado	90%	Una vez al finalizar la capacitación	Se debe generar un informe final con los resultados de la implementación del programa y los análisis tanto de los resultados de la evaluación como del éxito en la implementación del programa, se debe consignar en dicho informe las conclusiones y los aspectos a mejorar en el proceso.
	Eficacia de la capacitación $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$	80%	Una vez al finalizar la capacitación	

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería				PMS-MF-06
	AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personal de obra que aprueba sistema de evaluación PC: personal de obra capacitado			
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Verificar la disminución del impacto sobre la calidad visual de paisaje y el control efectivo sobre la producción de sedimentos en función de la efectividad del programa de revegetalización en términos de área exitosamente restablecida con cobertura vegetal.	No aplica	No aplica	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda un mes después	No aplica
Evaluar la efectividad en las medidas de reducción en la aparición de procesos erosivos en taludes de vías y áreas adyacentes a las obras en función de la cantidad de procesos erosivos controlados.	No aplica	No aplica	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de bioingeniería	No aplica
Verificar el éxito de la revegetalización de los taludes generados por la construcción de las obras en función de la supervivencia de los individuos del	No aplica	No aplica	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería para el control de la erosión y cada	**No aplica**

Programa de Monitoreo y Seguimiento Bioingeniería				PMS-MF-06
material vegetal sembrado en las obras de bioingeniería.			dos meses durante la etapa de construcción hasta finalizar el primer año de operación.	
Evaluar el adecuado manejo de las aguas lluvias y aguas de escorrentía en las obras de bioingeniería en función de la efectividad en el control de las aguas en los sitios intervenidos.	No aplica	No aplica	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción	No aplica
Determinar la eficacia de implementar un programa de generación de empleo directo que capacite al personal de obra en temas de bioingeniería.	No aplica	No aplica	Una vez al finalizar la capacitación	No aplica

10.2.1.7 Programa de monitoreo y seguimiento del suelo

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.	**PMS-MF-07**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** **Suelo y Usos del Suelo**

Objetivo general

Llevar a cabo un control y seguimiento a las medidas de manejo ambiental propuestas para el componente suelo y usos del suelo, mediante la medición y posterior evaluación de parámetros físicos químicos y agronómicos, en los sitios de intervención estipulados para el proyecto Cocorná III en el PMA-MF-03.

Objetivos específicos

- Verificar el cumplimiento en las labores de separación del suelo orgánico (capa vegetal y horizonte A) de los demás residuos de construcción (RCD) y su correcta disposición para el almacenamiento temporal.
- Evaluar la efectividad en el establecimiento de la cobertura del suelo en los sitios identificados para la intervención con revegetalización y empradización.
- Evaluar la calidad del suelo a partir de las propiedades físicas y químicas del suelo en los sitios que fueron intervenidos por el plan de manejo (PMA-MF-03).
- Verificar el cumplimiento de las actividades de sensibilización a los habitantes del área de influencia socioeconómica, conforme a los alcances propuestos en la estrategia educativo – ambiental del PMA-MF-03.

PMA Asociados

- Programa de Manejo y Uso del Suelo (PMA-MF-03)
- Programa de Bioingeniería (PMA-MF-12)

Lugar de aplicación

En los sitios de obra (ver Tabla 10-17), y en el área de influencia del componente socioeconómico y cultural del proyecto Cocorná III.

Tabla 10-17. Obras que se ejecutarán en el proyecto Cocorná III.

Elemento	Área ocupada (m^2)
Captación	5.443
Conducción	17.832
Casa de Máquinas	2.183
Depósitos	35.507
Vías de acceso (captación, casa de máquinas y depósitos)	14.533
Total	**75.498**

Etapas del proyecto

Fases de construcción y operación

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.	PMS-MF-07

Responsables de ejecución del PMS

El responsable de ejecutar el plan de monitoreo y seguimiento será el dueño del proyecto, a través del profesional encargado de la gestión y la interventoría ambiental; este a su vez, actuando mediante la subcontratación de una o varios laboratorios especializados y acreditados para la toma y análisis de muestras de suelos.

Actividades

- **Inspecciones a los sitios de almacenamiento temporal del suelo.**

  Con motivo de llevar una trazabilidad del suelo orgánico que se almacena temporalmente, para su posterior reutilización en los planes de revegetalización y empradización, se llevará el registro del volumen de suelo que proviene del descapote de cada uno de los diferentes frentes de obra; de este volumen luego se consigna y discrimina el que será reutilizado en las acciones de manejo, del que se dispondrá en los RCD. Adicionalmente, durante la elaboración de los sustratos se deberá registrar el volumen de suelo que se empleó para revegetalizar cada obra y así conocer exactamente el volumen de suelo efectivamente reutilizado.

  En los sitios designados para el acopio del suelo se llevará una inspección visual de cada una de las pilas almacenadas para el re-uso, donde se controlará la existencia de las obras para el manejo de escorrentía, además, de la cobertura plástica que evita la erosión de la pila.

- **Monitoreos al establecimiento de las coberturas vegetales en Taludes, llenos y demás sitios destinados a programas de revegetalización.**

  A fin de realizar un control y seguimiento a las coberturas establecidas mediante los procesos de revegetalización y empradización en las áreas que se intervinieron. Se realizará 30 días después de la siembra un monitoreo del éxito en la medida, tomando como criterio para el caso de las plantas gramíneas (*Brachiaria decumbens*) la densidad de plantas y la cobertura de esta sobre el suelo, para llevar a cabo esta evaluación se sugiere utilizar un marco de un $1m^2$ para realizar de forma aleatoria sobre la obra, un número no menor a 50 observaciones por hectárea.

  Para las plantas usadas en los taludes a manera de barrera y de porte arbustivo se tendrá como parámetro la supervivencia, la cual se lleva a cabo verificando la cantidad de individuos que a la fecha de la revisión permanecen vivos y contrastando este número con la cantidad que fue sembrada inicialmente.

  Se deberán hacer resiembras en los sitios dónde no se cumpla con los criterios mínimos de éxito en la medida fijados en la tabla que se propone en este programa de monitoreo y seguimiento, además se recomienda que durante la fase de operación se realicen estos monitoreos para garantizar la duración de la medida dentro de los estándares propuestos.

- **Monitoreos de la calidad del suelo durante la fase de operación.**

  La línea base para el objeto del manejo ambiental de los suelos dentro del área de impacto directo del proyecto, es el estado en las propiedades físicas, químicas y biológicas que tienen los suelos antes de la intervención, por esto durante la fase de operación se deberán monitorear los parámetros fisicoquímicos y biológicos a través de pruebas de laboratorio para propiedades físicas (Densidad aparente, Contenido de humedad, infiltración y porosidad), químicas (Fertilidad, Salinidad, CIC y Conductividad

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.	PMS-MF-07

eléctrica) y biológica (Microorganismos y Macrofauna), con el fin de verificar que la condición del suelo se aproxime a la inicial sin proyecto.

La periodicidad en el monitoreo será de una en cada quinquenio y se llevarán a cabo en los sitios de obra (ver Tabla 10-14) y a partir de sus resultados se podrán ajustar las medidas contempladas para la fase en el PMA-MF-03.

- **Monitoreo y seguimiento al desarrollo de la estrategia educativo – ambiental para la gestion del suelo.**

  Se planificará a detalle el cronograma y el contenido para el desarrollo de las actividades que componen la estrategia propuesta en el PMA-MF-03 durante el último semestre de la fase de construcción.

  Durante la ejecución de la estrategia se habrá de llevar control en las convocatorias que se realice y la correspondencia con las actividades planteadas en el PMA-MF-03.

Indicadores

Los indicadores que se proponen para el manejo y seguimiento de la calidad del suelo obedecen al desarrollo de las actividades que están propuestas en el marco del Plan de manejo Ambiental PMA-MF-03, y tienen como criterio lo estipulado en los artículos 4, 5, 7 y 9 de la Resolución 0472 de 2017 expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y de Vivienda, así como criterios agronómicos que miden a efectividad en el establecimiento de los tratamientos y con base a estos es que se calificará el desempeño en el cumplimiento de dicho plan durante las fases de construcción, operación, desmantelamiento y abandono del proyecto Cocorná III.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	**Proporción de suelo Almacenado** $PVSA(\%) = \frac{VSA}{VSD} * 100\%$ $PVSA$: Porcentaje de suelo Almacenado VSA: Volumen de suelo almacenado VSD: Volumen de suelo descapotado	90%	Bimensual en la fase de construcción	El Interventor un ambiental generará un informe escrito de la medición del indicador, a partir de las observaciones que se realicen en cada sitio de obra y de acuerdo con los resultados de se harán conclusiones con respecto del estado de cumplimiento de la actividad, a fin de establecer los ajustes oportunos y pertinentes que se deben realizar en los respectivos frentes de obra y sitios de almacenamiento.
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra	**Manejo de las zonas de almacenamiento** $PSAM = \frac{NSAM}{NSA} * 100\%$	100%	Bimensual en la fase de construcción.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.				PMS-MF-07
y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	$PSAM$: Porcentaje de sitios de almacenamiento que cumplen los procedimientos establecidos $NSAM$: Número de sitios de almacenamiento que cumplen con los procedimientos establecidos NSA: Número total de sitios de almacenamiento			
Disminuir la pérdida de la capa vegetal y suelo orgánico, en las actividades de adecuación de los sitios de obra y en la disposición del descapote en los sitios destinados para su almacenamiento temporal.	**Porcentaje de suelo aprovechado** $PVSU = \frac{VSU}{VSA} * 100\%$ $PVSU$: Porcentaje material orgánico aprovechado en revegetalización VSU: Volumen material orgánico aprovechado en revegetalización VSA: Volumen de suelo almacenado	75 %	Bimensual en la fase de construcción.	El interventor ambiental elaborará un informe con los resultados de la medición del indicador, especificando en él de manera clara la proveniencia del suelo y para que obra de revegetalización o empradización se destinó.
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento en de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Mide la efectividad del programa de revegetalización en términos de área exitosamente establecida $EAR\ (\%) = \frac{ARE}{ARV} * 100\%$ $EAR\ (\%)$: Porcentaje de área efectivamente revegetalizada	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción	Quien realice la interventoría o el profesional en agronomía deberá medir este parámetro según lo especifica este PMS, teniendo cuidado de cumplir con el mínimo de observaciones requerido para generar las estadísticas que validen el indicador y generen confianza en la medición. En el informe se deberán de realizar las

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.				PMS-MF-07
	ARE: Área revegetalizada *ARV:* Área total que requiere revegetalización			recomendaciones que se ajusten a las situaciones puntuales que llegasen a presentarse.
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento en de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Porcentaje de supervivencia del material vegetal plantado:** Mide la supervivencia o prendimiento del material vegetal sembrado. $\text{PSMP} = \left(\frac{\text{NPS}}{NPE}\right) \times 100$ *PSMP:* Porcentaje de supervivencia del material vegetal plantado *NPE:* Número de plantas sembradas *NPS:* Número de plantas que sobrevivieron.	70%	Una vez, cuando se termine el proceso de establecimiento de las obras de ingeniería y un mes después una visita de verificación, para dos visitas en total.	Quien realice la interventoría o el profesional en agronomía deberá medir este parámetro según lo especifica este PMS, teniendo cuidado de cumplir con el mínimo de observaciones requerido para generar las estadísticas que validen el indicador y generen confianza en la medición. En el informe se deberán de realizar las recomendaciones que se ajusten a las situaciones puntuales que llegasen a presentarse.
Reducir la susceptibilidad a la erosión en los sitios donde se ubican las obras del proyecto Cocorná III, con el fin de evitar el aumento de la amenaza por movimientos en masa dentro del área de influencia.	**Revegetalización de los taludes y llenos generados por la construcción de las obras.** Para plantas macolladoras (braquiaria y pasto vetiver) mide el éxito del establecimiento en campo. $DP = \frac{Macollas}{A}$ *DP:* Densidad de plantas (macollas) *Macollas:* Número de plantas	80%	Dos veces durante la fase de construcción, la primera a los 30 días de la siembra y la segunda en el último bimestre de la construcción	Quien realice la interventoría o el profesional en agronomía deberá medir este parámetro según lo especifica este PMS, teniendo cuidado de cumplir con el mínimo de observaciones requerido para generar las estadísticas que validen el indicador y generen confianza en la medición. En el informe se deberán de realizar las recomendaciones

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.				PMS-MF-07
	A: Área de taludes llenos y zonas a empradizar; expresada en m^2.			que se ajusten a las situaciones puntuales que llegasen a presentarse.
Generar acciones de sensibilización entorno a la preservación, restauración y los usos sostenibles del suelo dentro del área de influencia socioeconómica y cultural del proyecto, en el marco del cumplimiento de la política para la gestión sostenible del suelo, elaborada por el ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.	**Porcentaje de ejecución de encuentros** $\mathrm{PE}(\%) = \frac{ER}{EP} * 100$ PE: porcentaje de ejecución de encuentros programados ER: encuentros realizados EP: encuentros programados	90%	Mensual (durante la etapa de construcción)	El interventor generará un informe en donde se plasmen y se discutan los resultados de los indicadores, además de contener los logros obtenidos en la actividad, como las impresiones y compromisos que se llegasen a dar entre los actores.
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos del encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de participantes del encuentro participativo	75%	En cada encuentro participativo	

Programa de Monitoreo y Seguimiento del suelo.				PMS-MF-07
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria NyRA: Número de los asistentes NyRC: Número de las personas convocadas	60%	En cada encuentro participativo.	
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evaluar la calidad del suelo a partir de las propiedades físicas y químicas del suelo en los sitios que fueron intervenidos por el plan de manejo (PMA-MF-03).	Características físicoquímicas y biológicas	Resultados de la caracterización del recurso suelo en los estudios de EIA del proyecto Cocorná III.	Quinquenal a partir del inicio de la fase de operación.	Se generará informe escrito con los datos del análisis, el cálculo de la fertilidad del suelo y su comparación con respecto a la línea base. De este informe se podrá también obtener criterios para ajustar acciones que se ajusten a las situaciones puntuales dentro de su periodo de análisis.

10.2.1.8 Programa de monitoreo y seguimiento a la gestión del recurso hídrico

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico	**PMS-MF-08**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Hidrología
Objetivo general Revisar la ejecución y eficacia de las medidas tomadas en los Planes de Manejo referentes a la gestión del recurso hídrico y plantear herramientas para identificar oportunidades de mejora.	
Objetivos específicos • Realizar seguimiento a los consumos de agua del proyecto, a fin de verificar el uso eficiente del recurso. • Verificar el cumplimiento del retorno del caudal ambiental al río Cocorná, necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio. • Monitorear la ejecución y efectividad de las medidas tendientes al control de las afectaciones generadas por la construcción de obras civiles sobre cuerpos de agua.	
PMA Asociados • Programa de Manejo del Recurso Hídrico (PMA-MF-07). • Programa de Manejo de Obras de Cruce en los Cuerpos de Agua (PMA-MF-04).	
Lugar de aplicación Zona de captación y de casa de máquinas, tramo de caudal reducido del río, sitio de descarga del caudal turbinado al río Cocorná, áreas de consumo de agua y zonas de cruce sobre cuerpos de agua.	
Etapas del proyecto Fases de construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de la ejecución del programa de seguimiento y monitoreo a la gestión del recurso hídrico será la empresa encargada de ejecutar el proyecto a través de su profesional ambiental, el cual a su vez, contratará en caso de ser necesario con empresas acreditadas para la ejecución de labores específicas necesarias para el desarrollo de las actividades.	
Actividades 1. Seguimiento y monitoreo al programa de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA) • Se hará una revisión mensual del diligenciamiento de reportes del caudal captado semanalmente, para lo cual, se contará con vertederos en los sitios donde se tienen obras de captación para consumo de agua del proyecto. La actividad estará a cargo del equipo de Gestión Ambiental del Proyecto, procurando que sea una persona distinta quien realiza la lectura del caudal para brindar retroalimentación. Adicionalmente, se contará con medidores ubicados en las unidades destinadas	

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico	PMS-MF-08

para el almacenamiento de agua, los cuales permitirán obtener los consumos de agua para cada actividad.

- Se revisarán los soportes de la inspección de actividades de captación, distribución, uso y recirculación del recurso hídrico. Se le hará seguimiento a las deficiencias encontradas y a las medidas correctivas tomadas.
- Revisión de los soportes de capacitación al manejo de educación ambiental en el cual se discute el uso adecuado y eficiente del recurso hídrico.

2. Seguimiento y monitoreo al caudal ambiental y a los niveles del río Cocorná

Se instalarán instrumentos y/o estaciones limnimétricas antes de la estructura de captación y en la estructura hidráulica para el retorno del caudal ambiental al río Cocorná, esto con el objetivo tanto de validar fácilmente que se esté garantizando el aporte del caudal ambiental después de la captación del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná III, así como de contribuir a la instrumentación hidroclimatológica de la cuenca. Los equipos de hidrometría instalados serán telemétricos y realizarán mediciones del nivel de la lámina de agua cada hora, adicionalmente se contará con regletas, las cuales serán utilizadas en caso de que los instrumentos automáticos no se encuentren en funcionamiento por avería, daño, mantenimiento o calibración. Ver Foto 10-2 y Foto 10-3.

Foto 10-2. Ejemplo de estaciones limnimétricas con sensores ultrasonido

Fuente: Senix Corporation, HSX.

Foto 10-3. Ejemplo de miras o limnímetros instalados en estructuras hidráulicas

Fuente: Agua Consultores S.L

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico	PMS-MF-08

Con base en lo anteriormente planteado, se puede concluir que esta estrategia busca realizar el seguimiento y monitoreo de los niveles y por ende al caudal que fluirá por el tramo del río Cocorná con caudal reducido, por lo cual es complementaria a los planes de monitoreo y seguimiento formulados desde el componente biótico que buscan evaluar la afectación a la fauna acuática del río y plantean además medidas para su mitigación (PMS-MB-05- Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas).

Los registros de caudal ambiental recolectados y enviados por telemetría estarán disponibles para la inspección y validación por parte de la Autoridad Ambiental.

3. Seguimiento y monitoreo a los cruces sobre cuerpos de agua

Inspeccionar que las obras tengan un correcto desarrollo durante la ejecución, es decir que no se contaminen los cuerpos de agua con los materiales de construcción u otras sustancias o elementos asociadas con la implementación de las obras; además se debe realizar registro fotográfico de las obras implementadas sobre los cruces de cuerpos de agua, y verificar periódicamente que los apoyos que se ubican en las márgenes de los afluentes no se erosionen.

Antes y después del proceso constructivo en el respectivo cruce de cuerpo de agua se deben revisar las cotas de la llanura de inundación para un periodo de retorno de 100 años y la cota mínima de cada obra transversal, de manera que se garantice que las inundaciones no afecten la obra que se va instalar en estos sitios (ver el Anexo 7.3.1 y 7.3.2 donde se encuentran las memorias y planos técnicos de las modelaciones de los afluentes intervenidos por las obras). Las verificaciones se realizarán con equipo de topografía teniendo en cuenta el Capítulo 5, Caracterización del Área de Influencia - hidrología.

Finalmente, en los sitios donde exista una interacción entre las estructuras y los afluentes, se debe tomar evidencia fotográfica donde se puedan apreciar las distintas obras de protección como enrocado o algún tipo de cobertura vegetal, de manera que se mitiguen los procesos erosivos.

Indicadores

Los indicadores propuestos están orientados a la verificación del uso eficiente del recurso hídrico en las diferentes actividades del proyecto, como resultado de una adecuada capacitación del personal, y de mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua.

De igual manera, se plantea la instrumentación para el monitoreo del cumplimiento del caudal ambiental, el cual garantizará las condiciones necesarias para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio.

Los indicadores propuestos también buscan la protección de los tributarios al río Cocorná, garantizando que las obras a implementar en los cruces de cuerpos de agua cumplan con los respectivos requerimientos hidráulicos.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico				PMS-MF-08
Garantizar el caudal ambiental necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio.	**Instalación de dispositivos de medición de niveles por telemetría con medición horaria del caudal ambiental retornado al río.** $PIDMN(\%) = \frac{DI}{DPI} * 100$ $PIDMN$: Porcentaje de instalación de dispositivos de medición de niveles por telemetría DI: Dispositivos instalados DPI: Dispositivos planeados para su instalación (un dispositivo en la estructura de salida del caudal ambiental)	100%	Una vez en fase de construcción	Se verificará que el dispositivo para medición de niveles se encuentre debidamente calibrado, así como el envío correcto de los datos por telemetría.
Garantizar el caudal ambiental necesario para mantener los hábitats acuáticos, permitir el sostenimiento de la fauna y flora acuática y facilitar la asimilación de contaminantes; respetando además los usos que la comunidad hace del recurso en la zona de estudio.	**Cumplimiento en el caudal ambiental** $FCAR = \frac{CAMR}{CAMA}$ $FCAR$: Fracción de caudal ambiental retornado. $CAMR$: Caudal ambiental mensual retornado. $CAMA$: Caudal ambiental mensual aprobado por la Autoridad Ambiental	Mayor o igual a uno (>=1)	Mensual en fase de operación	Los equipos de hidrometría instalados serán telemétricos y realizarán mediciones del nivel de la lámina de agua cada hora. Dicha frecuencia de medición permitirá realizar un seguimiento proactivo al cumplimiento de la meta. De igual manera, los registros de caudal ambiental recolectados y enviados por telemetría estarán disponibles para la inspección y validación por parte de la Autoridad Ambiental.

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico				PMS-MF-08
Realizar seguimiento al consumo de agua en las actividades del proyecto para verificar el cumplimiento del caudal concesionado.	**Instalación de medidores de caudal en obras de captación** $PIV(\%) = \frac{VI}{VPI} * 100$ PIV: Porcentaje de instalación de vertederos VI: Vertederos instalados VPI: Vertederos planeados para su instalación (4 vertederos) Nota: Los vertederos se localizarán dentro de las obras de captación correspondietes a las quebradas Sin Nombre N°2 y N°7.	100%	Una vez en fase de construcción	Se deberán presentar registro fotográfico donde se evidencie la instalación de los vertederos, y se deberá aportar documentación con la respectiva hoja de calibración de los mismos.
Realizar seguimiento al consumo de agua en las actividades del proyecto para verificar el cumplimiento del caudal concesionado.	**Cumplimiento en la captación del caudal concesionado** $FCAC = \frac{CTACP}{CACAA}$ $FCAC$: Fracción del caudal de agua captada. $CTACP$: Caudal total de agua captada por el proyecto. $CACAA$: Caudal de agua concesionado por la Autoridad Ambiental.	Menor o igual a uno (<=1)	Mensual en la fase de construcción; y semestral para las concesiones domésticas en fase de operación	De manera mensual en fase de construcción, y semestral en etapa de operación, se revisarán y analizarán los resultados que arroje el diligenciamiento del registro del caudal captado, para hacer el respectivo reporte del indicador en los informes de cumplimiento ambiental.

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico				PMS-MF-08
Evitar el consumo ineficiente de agua en las actividades del proyecto.	**Trabajadores capacitados en el uso racional del agua** $PTCMRA\ (\%) = \frac{TCMRA}{TP} * 100$ $PTCMRA$: Porcentaje de trabajadores capacitados en manejo racional del agua. $TCMRA$: Número de trabajadores capacitados en manejo racional del agua. TP: Número de trabajadores del proyecto.	80%	Semestral en construcción y anual en operación	Revisión de los soportes de capacitación al manejo de educación ambiental.
Evitar el consumo ineficiente de agua en las actividades del proyecto.	**Verificación de mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua.** $PMR\ (\%) = \frac{M_R}{M_P} * 100$ PMR: Porcentaje de mantenimiento y revisiones preventivas y correctivas realizadas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua. M_R: Mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas realizadas a los equipos destinados para la captación, distribución, tratamiento o recirculación de agua. M_P: Mantenimientos y revisiones preventivas y correctivas programadas a los equipos destinados para la captación,	80%	Semestral en construcción y operación	Se llevará bitácora donde se podrá verificar la frecuencia y alcance de mantenimientos y revisiones, para hacer el respectivo reporte del indicador en los informes de cumplimiento ambiental.

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico				PMS-MF-08
	distribución, tratamiento o recirculación de agua.			
Mitigar las afectaciones generadas por la construcción de obras civiles del proyecto, sobre cuerpos de agua.	**Cumplimiento en el correcto manejo de obras en los cuerpos de agua** $PCACMOI(\%) = \frac{X_{CM}}{X_{TI}} * 100$ $PCACMOI$: Porcentaje de cuerpos de agua con un correcto manejo de las obras de intervención. X_{CM}: Número de cuerpos de agua libres de residuos o materiales de construcción en los tramos de intervención X_{TI}: Número total de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto.	100%	Mensual durante la etapa de construcción	Se realizará seguimiento mediante registro fotográfico
Verificar la capacidad hidráulica de las afluentes en los cruces de cuerpos de agua teniendo en cuenta el estudio hidrológico	**Cumplimiento de la capacidad hidráulica de acuerdo al estudio hidrológico** $PCACHEH(\%) = \frac{X_{CC}}{X_{TI}} * 100$ $PCACHEH$: Porcentaje de cruce de cuerpos de agua que cumplen con la capacidad hidráulica de acuerdo al estudio hidrológico X_{CC}: Número de cruces de cuerpos de agua que superan de la cota de inundación teniendo en cuenta el estudio hidrológico y la modelación hidráulica con las obras a implementar. X_{TI}: Número total de cuerpos de agua intervenidos por el proyecto.	100%	Previo a la construcción y después de realizado el cruce de la obra sobre el cuerpo de agua.	Se revisarán los planos de cruces de cuerpos de agua y se verificarán las cotas de las obras y la cota de la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años.

Programa de Monitoreo y Seguimiento a la gestión del recurso hídrico				PMS-MF-08
Prevenir la degradación y erosión causada por el drenaje de aguas de escorrentía.	**Verificación del mantenimiento a estructuras para el manejo de escorrentía** $PMECER(\%) = \frac{NMECER}{NMECEP} * 100$ $PMECER$: Porcentaje de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía realizados. $NMECER$: Número de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía realizados. $NMECEP$: Número de mantenimientos a estructuras de control de escorrentía programados.	80%	Semanal durante la etapa de construcción	Se llevará a cabo registro del estado de los apoyos aferentes a los cruces de cuerpos de agua, y se estimará la presencia de erosión o degradación de los materiales, a fin de realizar el respectivo correctivo

10.2.1.9 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo del tránsito vehicular

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Manejo de Tránsito Vehicular	**PMS-MF-09**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Espacial
Objetivo general Realizar seguimiento a las medidas de manejo del tránsito vehicular en las vías del proyecto y las vías externas utilizadas por vehículos asociados al proyecto.	
Objetivos específicos • Realizar seguimiento de los accidentes presentados cada día en las vías utilizadas por el proyecto. • Verificar la implementación de las medidas de reducción de velocidad en las vías asociadas al proyecto • Realizar un seguimiento a las campañas de educación vial y prevención de accidentes.	
PMA Asociados • Programa de Manejo del Tránsito Vehicular (PMA-MF-05)	
Lugar de aplicación Vía Ramal de Cocorná, vía de la vereda la placeta y la vía de la vereda Los Cedros	
Etapas del proyecto Fase de construcción	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de la ejecución del programa de seguimiento y monitoreo del manejo del tránsito vehicular es el dueño del proyecto a través de los profesionales ambiental y social encargados, respectivamente, de la gestión ambiental y la gestión social del proyecto.	
Actividades 1. Manejo de tránsito • Mantener un registro fotográfico periódico que evidencie la implementación de las medidas de reducción de velocidad en la vía Ramal de Cocorná, vía de la vereda la placeta y la vía de la vereda Los Cedros. • Tener un registro de la fecha cuando vencen la documentación de los vehículos asociados al proyecto, una vez se cumpla ese periodo se debe exigir al día siguiente la documentación al día, de lo contrario se prohíbe el acceso al proyecto de estos vehículos. • Revisar periódicamente que los vehículos asociados al proyecto tengan su respectivo kit de prevención vial, documentación reglamentaria y vigente. • Verificar el estado de la señalización implementada para informar la presencia de obra en la vía, y la entrada y salida de maquinaria; así como la señalización usada para la regulación del tráfico en las zonas más cercanas a la intervención. 2. Educación vial • Llevar registro de las campañas y actividades de educación vial y prevención de accidentes realizadas con la comunidad y con el personal del proyecto.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Manejo de Tránsito Vehicular	PMS-MF-09
• Se debe revisar diariamente los accidentes ocurridos el día anterior, en caso de que se presenten, se procede analizar las causas y aplicar los correctivos necesarios para que no se vuelvan a presentar.	
Indicadores Los indicadores presentados están orientados a realizar seguimiento a las actividades de manejo ambiental en lo que respecta al tránsito vehicular; con esto se podrá evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente y las metas propuestas en el programa de manejo de tránsito vehicular PMA-MF-05. Estos indicadores están enfocados en mantener un registro de las actividades y revisión de las actividades propuestas, su frecuencia está condicionada a la frecuencia en que las actividades sean realizadas.	

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Establecer reglas de tránsito en todas las vías que sean usadas por el proyecto y los vehículos y maquinaria que las transitan	**Vehículos con requisitos operativos** $RqOp(\%) = \frac{VRqOp}{VOp} * 100\%$ $RqOp$: Porcentaje de vehículos con cumplimiento de requisitos operativos $VRqOp$: Vehículos con cumplimiento de requisitos operativos VOp: Vehículos en operación	100%	Mensual durante construcción	Tener el registro de la vigencia de los documentos de cada vehículo y revisar periódicamente que cuenten con los implementos de seguridad.
Disponer señales de tránsito para regular el tráfico de peatones y automotores	**Señalización de vías** $S(\%) = \frac{VS}{VU} * 100\%$ S: Porcentaje de señalización de vías VS: Vías señalizadas VU: Vías usadas por el proyecto	100%	Mensual durante construcción	Verificar que la señalización vertical se encuentre en las zonas estipuladas y se encuentren en buenas condiciones
Evitar accidentes de tránsito en las vías del proyecto	**Actividades de prevención de accidentes**	100%	Mensual durante construcción	Revisar las listas de asistencia de las actividades y

Programa de Monitoreo y Seguimiento de Manejo de Tránsito Vehicular				PMS-MF-09
	$ActPAc(\%) = \frac{ActEJ}{ActPr} * 100\%$ $ActPAc$: Porcentaje de actividades de prevención de accidentes $ActEJ$: Actividades de prevención de accidentes ejecutadas $ActPr$: Actividades de prevención de accidentes programadas			campañas de seguridad vial y prevención de accidentes
Evitar accidentes de tránsito en las vías del proyecto	**Accidentes viales** $NDSAV = \frac{NDT - NDCAV}{NDT} * 100\%$ $NDSAV$= Porcentaje del número de días trabajados sin accidentes viales NDT= Número de días trabajados $NDCAV$= Número de días que se presentó accidentes viales	100%	Diaria durante construcción	Revisar diariamente el número de accidentes presentado al final de la jornada laboral.

10.2.1.10 Programa de monitoreo y seguimiento para el manejo de sedimentos

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos	**PMS-MF-10**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Hidrología
Objetivo general Verificar la eficacia de las maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje y desarenadores del proyecto hidroeléctrico Cocorná III, tendientes a prevenir y mitigar la alteración de la dinámica natural del transporte de sedimentos del río Cocorná en el tramo de intervención del proyecto.	
Objetivos específicos • Realizar monitoreo y seguimiento a la concentración de sedimentos en la descarga del pondaje y desarenador, a fin de verificar la eficacia de las maniobras de evacuación. • Evaluar la evolución de la calidad del agua del agua y transporte de sedimentos del río Cocorná, por medio de la ejecución de campañas de aforos líquidos y sólidos.	
PMA Asociados • Programa de Manejo de Sedimentos (PMA-MF-08)	
Lugar de aplicación Área de influencia del proyecto: Captación, desarenadores, tramo de caudal reducido.	
Etapas del proyecto Fase de estudios, construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El dueño del proyecto, quien a su vez delegará la ejecución de las actividades a su equipo técnico encargado de la Gestión Ambiental del Proyecto, este a su vez, actuando mediante la subcontratación de una o varias empresas especializadas acreditadas para la toma y análisis de muestras.	
Actividades • **Caracterización de sedimentos** Durante las fases de estudios, construcción y operación se realizarán aforos periódicos de sedimentos en el río Cocorná para diferentes condiciones hidrológicas por año, con especial énfasis en las variables caudal líquido y concentración de SST, a realizarse en los mismos sitios donde se ejecutaron en las campañas que permitieron establecer la línea base en la fase de caracterización del proyecto, los cuales se presentan en la Figura 10-122 y Tabla 10-18. Durante la fase de construcción se plantea una ejecución mensual en los meses de hidrologías altas (de mayo a julio y de octubre a diciembre) y una frecuencia bimensual en los meses de hidrologías bajas (de enero a abril y de agosto a septiembre). En periodo operativo se determinará como mínimo una frecuencia semestral para dichos aforos.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos	PMS-MF-10

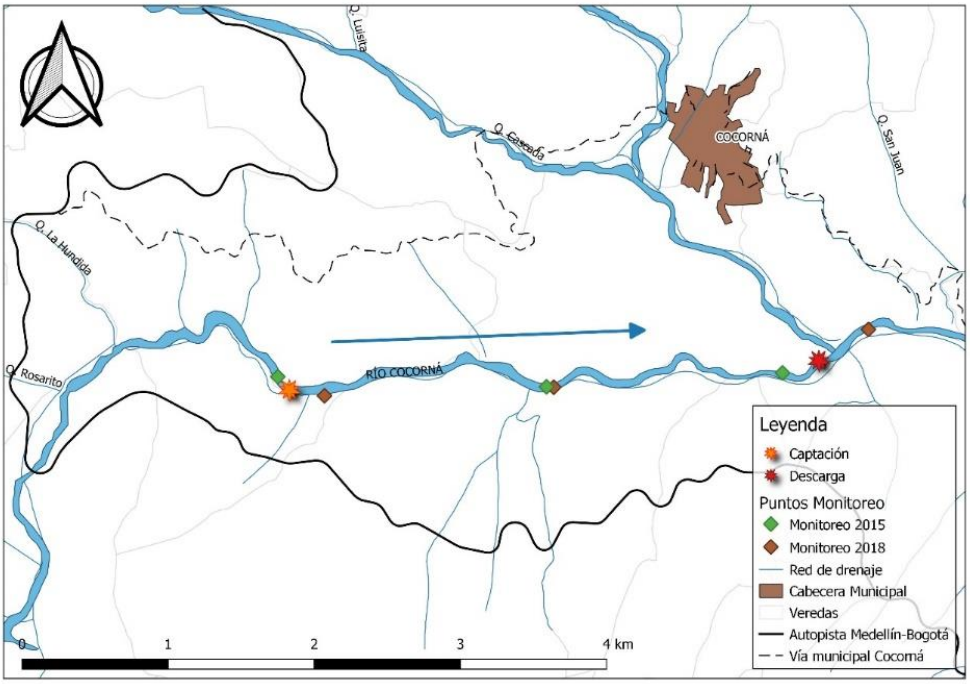


Figura 10-122. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos

Tabla 10-18. Coordenadas Puntos de monitoreo para sedimentos en el Río Cocorná

Punto de monitoreo	Monitoreo	Latitud	Longitud
Captación	Monitoreo 2015	06°02’35,2” N	75°12’45,4” W
	Monitoreo 2018	06°02’31” N	75°12’35” W
Intermedio	Monitoreo 2015	06°02’33,1” N	75°11’45,6” W
	Monitoreo 2018	06°02’33” N	75°11’44” W
Descarga	Monitoreo 2015	06°02’36,3” N	75°10’53,1” W
	Monitoreo 2018	06°02’46” N	75°10’34” W

- **Monitoreos operativos de sedimentos**

Se realizará un monitoreo continuo de la concentración de SST mediante la instalación de sensores telemétricos para medición de turbiedad y/o concentración de sólidos suspendidos totales- SST en el área contigua a la estructura de toma. Adicionalmente, deberá ejecutarse

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos	PMS-MF-10

un procedimiento diario de medición del nivel de sedimento acumulado en el canal de aducción a la compuerta radial de descarga de fondo mediante un pistón de operación manual para definir los ajustes a la programación de las aperturas de la compuerta radial para ejecutar la maniobra de remoción hidráulica de sedimentos.

Adicionalmente, se realizará un seguimiento de las concentraciones alcanzadas por las descargas a través de la descarga de fondo durante y después de los procedimientos de remoción hidráulica de la siguiente manera:

- ✓ Se realizará la medición de los parámetros relacionados con Sedimentos (SST, SDT, SSED y Turbiedad) antes, durante y después del punto de descarga del pondaje, y durante las maniobras de apertura de compuertas según el método de flushing propuesto para el proyecto.
- ✓ Se comparará la concentración máxima alcanzada durante la ejecución de la maniobra contra las máximas concentraciones alcanzadas naturalmente en el río en las crecientes.
- ✓ Se realizará en los 5 días posteriores a la ejecución de la maniobra de remoción, el monitoreo de las condiciones de la biota aguas abajo del azud y se documentará en las fichas respectivas.

Los resultados de los monitoreos operativos de sedimentos serán analizados por el personal técnico, operativo y ambiental para definir posibles ajustes en la estrategia de remoción hidráulica de los sedimentos en el área de pondaje.

Indicadores

Dentro de los indicadores se abordan tanto el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental como al seguimiento y monitoreo de la calidad del medio. Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario realizar las actividades previamente descritas.

Adicionalmente, los resultados de los monitoreos permitirán evaluar la pertinencia de las actividades propuestas y ejecutadas con el PMA-MF-08 y ajustar los protocolos operativos de la central para armonizar con la gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y los desarenadores.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Campañas de aforos líquidos y sólidos** $PCALS = \frac{CALSr}{CALSp} * 100\%$ $PCALS$: Porcentaje de campañas de aforos líquidos y sólidos ejecutadas $CALSr$: Número de campañas de aforos	80%	Bimestral en las fases de estudios y construcción Semestral en la fase de operación	Se realizará informe escrito con los resultados de las diferentes campañas de monitoreo. Además se deberán aportar los diferentes formatos de campo diligenciados y/o

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos				PMS-MF-10
	líquidos y sólidos realizadas $CALSp$: Número de campañas de aforos líquidos y sólidos programadas			resultados de laboratorio como evidencia de la ejecución de los monitoreos
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje** $MESPn = \frac{MEjP}{MPrP} * 100\%$ $MESPn$: Porcentaje de maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje $MEjP$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje ejecutadas $MPrP$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el pondaje programadas	100%	Anual durante fase de operación (las maniobras se ejecutarán periódicamente conforme con lo definido en el Manual de operación. Si indicador >100% se debe ajustar procedimiento)	De presentarse un incumplimiento en el indicador se deberá proceder de inmediato a un ajuste en el procedimiento.
Reducir la alteración del transporte de sedimentos en el tramo de caudal reducido.	**Maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador** $MESDs = \frac{MEjD}{MPrD} * 100\%$ $MESDs$: Porcentaje de maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador ejecutadas $MEjD$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el desarenador ejecutadas $MPrD$: Número de maniobras de evacuación de sedimentos en el	100%	Anual durante operación (las maniobras se ejecutarán periódicamente conforme con lo definido en el Manual de operación. Si indicador >100% se debe ajustar procedimiento)	De presentarse un incumplimiento en el indicador se deberá proceder de inmediato a un ajuste en el procedimiento.

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos				PMS-MF-10
	desarenador programadas			
Adelantar una gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y en el desarenador, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y sociales con miras a no afectar la calidad del agua superficial.	**Excedencia de concentración pico en pondaje** $ExcPn = \frac{ExcP}{NMed} * 100\%$ $ExcPn$: Porcentaje de excedencia de la concentración de sedimentos pico* en el pondaje $ExcP$: Número de veces que la concentración de sedimentos en la descarga del pondaje supera la concentración pico de sedimentos en el río. $NMed$: número de mediciones realizadas	<=5%	Anual durante fase de operación	Se verificará que en el 95% de los eventos de remoción hidráulica la concentración de la descarga no supere los umbrales máximos obtenidos de la ejecución de la caracterización de sedimentos y monitoreos en fase de operación; de lo contrario deberá realizarse un ajuste inmediato del procedimiento.
Adelantar una gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y en el desarenador, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y sociales con miras a no afectar la calidad del agua superficial.	**Excedencia de concentración pico en desarenador** $ExcDs = \frac{ExcD}{NMed} * 100\%$ $ExcPn$: Porcentaje de excedencia de la concentración de sedimentos pico* en el desarenador $ExcP$: Número de veces que la concentración de sedimentos en la descarga del desarenador supera la concentración pico de sedimentos en el río. $NMed$: número de mediciones realizadas	<=5%	Anual durante fase de operación	Se verificará que en el 95% de los eventos de remoción hidráulica la concentración de la descarga no supere los umbrales máximos obtenidos de la ejecución de la caracterización de sedimentos y monitoreos en fase de operación; de lo contrario deberá realizarse un ajuste inmediato del procedimiento.
* La concentración pico corresponde a la concentración máxima de sedimentos, medida en condición de creciente				
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Sedimentos				PMS-MF-10
Evaluar la evolución de la calidad del agua del agua y transporte de sedimentos del río Cocorná, por medio de la ejecución de campañas de aforos líquidos y sólidos.	Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS) Metodología propuesta por Ramírez et al. (1997).	Resultados de la caracterización del recurso hídrico, de las campañas desarrolladas en los años 2015 y 2018, en zona de Captación, tramo Intermedio y zona de Descarga en el río Cocorná.	Bimestral en las fases de estudios y construcción Semestral en la fase de operación	Se generará informe escrito con el cálculo del Índice propuesto y su comparación con respecto a la línea base. Este análisis deberá integrarse con la revisión de los objetivos o criterios de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental para el cuerpo de agua.
	Carga de sólidos en suspensión (kg/s) y carga de sólidos de fondo (kg/s)	Resultados de la caracterización del recurso hídrico, de las campañas desarrolladas en los años 2015 y 2018, en zona de Captación, tramo Intermedio y zona de Descarga en el río Cocorná.	Bimestral en las fases de estudios y construcción Semestral en la fase de operación	Se generará informe escrito con el análisis de la carga de sólidos y demás variables calculadas a partir de los resultados de las diferentes campañas de monitoreo, y su comparación con lo obtenido en la línea base

10.2.1.11 Programa de monitoreo y seguimiento para el manejo de paisaje

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Paisaje	**PMS-MF-11**
Medio Abiótico	**Componente ambiental a monitorear** Paisaje
Objetivo general Constatar tanto la eficiencia en los avances de las acciones de implantación de las medidas para disminuir la visualización sobre las zonas en las que la tubería de conducción está expuesta, así como realizar seguimiento al parámetro de clasificación visual en el área de alcance visual inmediata (20m alrededor de las obras del proyecto). Dichas acciones procuran propender que se conserve, en el mejor estado, las propiedades visuales del paisaje en las inmediaciones a las obras durante la fase de operación del proyecto.	
Objetivos específicos • Verificar el buen estado de las barreras visuales vivas implantadas en las zonas en donde la tubería de conducción está expuesta. • Comparar con periodicidad de 5 años el aporte de las medidas de barreras vivas al sostenimiento de las propiedades paisajísticas del área intervenida, esto mediante la evaluación de la calidad visual y cotejarla con los valores obtenidos en la revisión anterior.	
PMA Asociados • Programa de Manejo de Paisaje (PMA-MF-11) • Programa de Manejo de la Cobertura Vegetal (PMA-MB-01)	
Lugar de aplicación Áreas en las que se implantan las barreras vivas por condición expuesta de la tubería de conducción. De igual manera la denominada área visual inmediata como el área delimitada por una zona de influencia de 20 metros alrededor de las obras de captación conducción y generación.	
Etapas del proyecto Fase de operación del proyecto.	
Responsables de ejecución del PMS El dueño del proyecto, quien a su vez delegará la ejecución de las actividades a su equipo técnico encargado de la Gestión Ambiental del Proyecto.	
Actividades • **Inspección de las barreras vivas implantadas** Se realizará el seguimiento al éxito de la siembra de las especies en las áreas de donde se ubican las barreras vivas por medio del censo y evaluación fitosanitaria de los individuos sembrados. Esto indicará la tasa de supervivencia y la conveniencia de reposición de los individuos sembrados. • **Evaluación de la clasificación visual para el área de alcance visual inmediata**	

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Paisaje	PMS-MF-11

Para la evaluación de la clasificación visual es necesario la determinación de las coberturas terrestre a nivel 1 de acuerdo con el sistema de clasificación de coberturas Corine Land Cover adaptado para Colombia.

Esta información en combinación con los datos del relieve para la zona de 20 metros alrededor de las obras del proyecto permite tanto la definición de las unidades de paisaje como los insumos para la determinación de la clasificación visual sobre la misma.

Indicadores

Dentro de los indicadores se abordan tanto el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo ambiental como al seguimiento y monitoreo de la calidad del medio. Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario realizar las actividades previamente descritas.

Adicionalmente, los resultados de los monitoreos permitirán evaluar la pertinencia de las actividades propuestas y ejecutadas con el PMA-MF-08 y ajustar los protocolos operativos de la central para armonizar con la gestión sostenible articulada e integral de la operación y el manejo del volumen de sedimentos depositado en el pondaje y los desarenadores.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Disminuir la visualización sobre las zonas en donde se localiza la conducción en superficie, sembrando vegetación arbórea o arbustiva que aumente la capacidad de absorción visual para dichas áreas.	**Porcentaje de longitud de conducción en superficie o parcialmente soterrada con tratamiento de barrera viva**. Tiene como objetivo disminuir la visualización por parte de los pobladores y visitantes, de la tubería de conducción a presión. Se estima que la medida no podrá ser implementada en la totalidad de los tramos con esta tipología por proximidad a cauces de afluentes e impedimentos que presente la morfología del territorio. $TB(\%) = {}^{LTI}/_{LTT}\ x\ 100$ TB: porcentaje de la tubería beneficiada con	70%	Cada 5 años durante la fase de operación del proyecto.	Se presentarán informes con los resultados de la verificación de las barreras vivas y los sitios de paso, con el fin de resaltar tanto el estado fitosanitario de los individuos arbóreos como el estado de las señales indicativas de los pasos hacia el río.

Programa de Monitoreo y Seguimiento para el Manejo de Paisaje				PMS-MF-11
	la implementación de la medida. LTI: longitud de los tramos de tubería intervenidos con la medida LTT: longitud total de los tramos de tubería parcialmente soterrados o en superficie.			
Evaluar con una periodicidad de 5 años el indicador de clasificación visual dentro del área de alcance visual inmediata (20 metros alrededor de las obras del proyecto).	**Porcentaje de áreas de intervención que conservan las propiedades paisajísticas.** Este indicador cumple con el objetivo de revisar periódicamente el estado de las propiedades visuales de las unidades del paisaje dentro del área intervenida por el proyecto. $PVC_{UP}(\%) = \left[\frac{(AEA_{UP} - AEB_{UP})}{AEB_{UP}}\right] x100$ PVC_{UP}: porcentaje de área con las propiedades visuales conservadas para la unidad de paisaje dentro del área de alcance visual inmediata. AEA_{UP}: extensión del área de alcance visual inmediata con cambios en las propiedades visuales para la unidad del paisaje. AEB_{UP}: extensión del área de alcance visual inmediata.	75%	Cada 5 años durante la vida útil del proyecto	Elaboración de informe en donde se presente la evaluación de la calidad, fragilidad y clasificación visual para las unidades de paisaje en área de alcance visual inmediata. Se debe resaltar la comparativa de resultados con periodos de quinquenios anteriores para demostrar la no variabilidad de las propiedades paisajísticas de la zona.

10.2.2 Medio Biótico

10.2.2.1 Programa de Monitoreo y Seguimiento de la cobertura vegetal

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Cobertura vegetal	**PMS-MB-01**
Medio Biótico	**Componente ambiental a monitorear** Ecosistema terrestre
Objetivo general Verificar el cumplimiento y la efectividad de las medidas de manejo ambiental propuestas por el proyecto para mitigar los impactos generados durante las actividades de adecuación del terreno en la fase de construcción.	
Objetivos específicos • Verificar el cumplimiento de las actividades propuestas, garantizando que la remoción de la cobertura vegetal se realice únicamente de las áreas de intervención, así como la mitigación de los impactos ambientales asociados a las actividades de la etapa de construcción y la prevención de los accidentes laborales asociados al aprovechamiento forestal. • Garantizar que únicamente se aprovechen los volúmenes e individuos autorizados por CORNARE • Velar por el uso adecuado y eficiente de los productos obtenidos en el aprovechamiento	
PMA Asociados • Programa de Manejo de la cobertura vegetal (PMA-MB-01)	
Lugar de aplicación Áreas a intervenir para el establecimiento de las obras de: captación y desviación de caudal, de generación de energía y retorno de caudal, conducción, vías de acceso y Zodmes. Además, de las áreas definidas para desmantelamiento y abandono.	
Etapas del proyecto Fase de construcción Fase de desmantelamiento	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional forestal encargado del aprovechamiento forestal. Las capacitaciones serán a cargo del profesional SISO, el social y el forestal del proyecto	
Actividades en las etapas de adecuación de terrenos para la adecuación y el montaje de la infraestructura del proyecto.	
Actividades • **Capacitación del personal** Las actividades de capacitación se realizarán una vez y previas a las actividades de adecuación de terreno y aprovechamiento forestal, estas capacitaciones irán dirigidas al personal relacionado. Para el seguimiento y monitoreo de esta actividad se tomará asistencia del personal. En el caso de que por causas de fuerza mayor el trabajador no	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Cobertura vegetal	PMS-MB-01

pueda estar el día de la capacitación, se deberá garantizar que el trabajador la reciba previo al inicio de sus labores.

Además, se deberá tener acompañamiento permanente de un profesional en SISO que lleve el registro de las actividades, los riesgos y los accidentes e incidentes laborales que se presenten en el desarrollo de dichas actividades y que corrobore diariamente el uso de los equipos y elementos de protección personal. En caso de presentar algún incidente y/o accidente laboral se deberá hacer de nuevo la capacitación al personal en general.

- **Actividades de señalización y delimitación de áreas**

Previo a las actividades de adecuación de terreno, al aprovechamiento forestal y el desmantelamiento, se verificará la adecuada señalización de las áreas que facilite la movilidad del personal y la maquinaria. Asimismo, las áreas objeto de aprovechamiento forestal deberán estar debidamente señaladas y delimitadas con estacas y cinta reflectiva. Además, se confrontará que los caminos por donde se realizará la extracción del material vegetal y las áreas destinadas para la disposición de los materiales extraídos se encuentren claramente delimitadas y señalizadas, además que sean de conocimiento de todo el personal.

- **Marcación, verificación y uso adecuado de individuos objeto de aprovechamiento para construcción del proyecto.**

Previo al aprovechamiento forestal se realizará una verificación y actualización del inventario forestal, donde se comprobará que todos los individuos con DAP mayor a 10cm presentes en las áreas de obra estén marcados y correctamente identificados tanto en campo como en las bases de datos, en caso contrario se procederá a ratificar y marcar apropiadamente cada individuo.

Posterior al aprovechamiento se llevará un registro de los individuos mayores a 10 cm de DAP aprovechados. Además, se registrará la especie, el número de trozas obtenidas y las dimensiones de estas, con el propósito de mantener el control de los volúmenes aprovechados y del material obtenido. Esto se realizará en las planillas previamente diseñadas por el forestal a cargo. El registro se deberá realizar todos los días hasta terminar con el aprovechamiento.

Finalmente, se registrará el destino final de los productos obtenidos, notificando las cantidades y los usos, así como las cantidades donadas a la población local. El registro se realizará cada vez que se empleé o done una troza y semanalmente se realizará un balance hasta que se acabe los productos obtenidos o el balance sea mayor o igual al 90% del volumen aprovechado.

De los productos no maderables se deberá llevar registro del tratamiento otorgado a este, es decir, se registrará las cantidades donadas para leña, las cantidades que fueron chipeadas y los lugares donde fueron dispuestos, etc.

Actividades en las etapas de desmantelamiento de la infraestructura del proyecto.

En fase de desmantelamiento y abandono se deberán llevar a cabo todas las actividades antes detalladas para la fase de construcción del proyecto y demás actividades que permitan prevenir o mitigar este impacto, sin embargo, se realizará un ajuste de las medidas de seguimiento acá estipuladas teniendo en cuenta la normatividad vigente.

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-

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Cobertura vegetal				PMS-MB-01
MB-01 y también para controlar el uso adecuado de los productos obtenidos en el aprovechamiento forestal.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Garantizar el Aprovechamiento forestal únicamente de las áreas de intervención y aprobadas por la autoridad ambiental.	**Aprovechamiento forestal realizado** Se utilizarán dos indicadores que determinarán la proporción de los volúmenes y las cantidades aprovechadas, con respecto a las aprobadas por las autoridades ambientales (AA). Se deberá llevar un registro de los individuos apeados. El volumen será estimado con las dimensiones y las cantidades de las trozas obtenidas. $AC\ (\%) = \frac{NAp}{NAu} x100$ AC: porcentaje de la cantidad aprovechada Nap: Números de individuos aprovechados NAu: Número de individuos aprobados por AA. $AV\ (\%) = \frac{VAp}{VAu} x100$ AV: porcentaje del volumen aprovechado Vap: volumen aprovechado (m^3) VAu: Volumen aprobado por AA (m^3).	Menor o igual al 100%	Registro diario de lo aprovechado y cálculos semanales (hasta que se llegue al límite de la cantidad solicitada)	Verificación de los adecuados procedimientos de tala, teniendo en cuenta el permiso de aprovechamiento forestal otorgado
Aprovechar la mayor cantidad de material vegetal generado por el aprovechamiento	**Material Forestal aprovechado y utilizado** Se medirá el porcentaje del uso adecuado de los materiales resultantes del aprovechamiento	La suma de los volúmenes utilizados en el proyecto y de los donados debe ser mayor al 90% del volumen aprovechado	Semanal (hasta que se llegue al límite de la cantidad aprovechada)	Se llevará un inventario donde se registre el destino final del material vegetal, cuantificando el volumen de madera aprovechada con respecto a la

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la Cobertura vegetal				PMS-MB-01
	forestal. Esto se medirá por los volúmenes empleados en las obras y los donados. $MU\ (\%) = \frac{Vu}{Vap} x100$ MU: porcentaje de madera utilizada Vu: Volumen de madera empleada en la obra (m^3). Vap: Volumen de madera aprovechada (m^3) $MD\ (\%) = \frac{Vd}{Vap} x100$ MD: porcentaje de madera donada Vd: Volumen de madera donada (m^3). Vap: Volumen de madera aprovechada (m^3)			donada y el empleado en la obra. Semanalmente se realizará un balance.

Cronograma de actividades

Fase de Construcción

Actividad	Semana*												
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Verificación del aprovechamiento forestal													
Verificación de la extracción y usos de los productos del aprovechamiento forestal													

El cronograma de la fase de demolición, desmantelamiento y cierre del proyecto será presentado previo a estas actividades de acuerdo a los ajustes realizados.

Costos estimados de ejecución

Descripción	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Ing. Forestal	Mes	2	0,5	6.590.015	6.590.015
Equipos, materiales e insumos.	Global	1		350.000	350.000
Costo total sin IVA					**6.940.015**

10.2.2.2 Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles arbóreas

Programa de Monitoreo y Seguimiento del manejo florístico de especies sensibles arbóreas	**PMS-MB-02**
Medio Biótico	**Componente ambiental a monitorear** Ecosistema terrestre
Objetivo general 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 • Realizar el monitoreo de los individuos rescatados y compensados de especies arbóreas sensibles. • Realizar el seguimiento y mantenimiento de los individuos rescatados y reubicados de especies de bromelias y orquídeas. • Desarrollar actividades de monitoreo a la colonización de comunidades vegetales de briofitos y líquenes en el área de rehabilitación	
PMA Asociados Programa de manejo florístico de especies sensibles (PMA-MB-02)	
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.	
Etapas del proyecto Fase de construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS 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 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	

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

realizará la evaluación fitosanitaria y el registro de variables dasométricas como diámetro y altura.

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.

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 Anexo 10.2

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

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

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 la sobrevivencia de individuos, se evaluará su estado fitosanitario y variables de desarrollo (número de hijuelos, número de hojas nuevas, y estado fenológico). La información será consolidada en informes semestrales para evaluación de la autoridad ambiental

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 de orquídeas y bromelias reubicadas en sus diferentes hábitos de crecimiento:

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 las 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:

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

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

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.

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
Garantizar la supervivencia del 90% los individuos de especies arbóreas sensibles rescatados y compensados.	**Porcentaje de supervivencia de los individuos rescatados y compensados:** 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 $\text{PSIBG} = \left(\frac{\text{NIS}}{NISE}\right) \times 100$ PSIBG: Porcentaje de supervivencia de individuos trasplantados y sembrados como parte del proceso de rescate y reposición de la vegetación en veda. NIS: Número de individuos sobrevivientes. NISE: Número de individuos trasplantados 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 arbóreas				PMS-MB-02
	sembrados como parte del proceso de rescate y reposición de la vegetación en veda			
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 rescatados y compensados:** 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 $\mathrm{PSIBG} = \left(\frac{\mathrm{NIS}}{NISE}\right) \times 100$ PSIBG: Porcentaje de supervivencia de individuos rescatados. NIS: Número de individuos sobrevivientes. NISE: Número de individuos rescatados	Mayor o igual al 90%	Monitoreo cada quince días 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.
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:** Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos sembrados en los arreglos florísticos del área de rehabilitación $\mathrm{PSISAF} = \left(\frac{\mathrm{NIS}}{NISE}\right) \times 100$ PSISAF: Porcentaje de supervivencia de individuos sembrados en arreglos florísticos. NIS: Número de individuos sobrevivientes. 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.

Cronograma de actividades

Fase de Construcción y operación

Actividad	AÑO 1						AÑO 2						AÑO3				AÑO6
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B1
Evaluación estado																	

fitosanitario y sobrevivencia individuos trasplantados y compensados																	
Rescate y reubicación de Orquídeas y Bromelias																	
Actividades de monitoreo 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																	
Actividades de monitoreo a las siembras en arreglos florísticos	**LB**			**1M**			**2m**			**3m**			**4m**			**5m**	**6m**

Q: Quincenal; M: Mensual, B: Bimestral

LB: Línea base. **1M**: Primer evento de monitoreo

Costos estimados de ejecución

Actividad: Monitoreo de individuos rescatados y compensados de especies arbóreas sensibles

Costos Personal	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Biólogo/ Ing. Forestal	Persona-mes	1	3	1	6.590.015	19.770.045
Técnico forestal	Persona-mes	1	3	1	4.118.759	12.356.277
Auxiliares de campo	Persona-mes	2	3	1	1.647.504	9.885.024
Subtotal Costos personal sin IVA						**42.011.346**

Costos Directos	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Viáticos (profesionales, técnicos)	Día	56	N/A	N/A	120.000	6.720.000
Transporte (Vehículos)	Día	42	N/A	N/A	450.000	18.900.000
Materiales e insumos	Global	1	N/A	N/A	8.000.000	8.000.000
Subtotal Costos Directos sin IVA						**33.620.000**
Costo total Actividad sin IVA						**75.631.346**

Actividad: Monitoreo de Orquídeas y Bromelias reubicadas

Costos Personal	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Biólogo/ Ing. Forestal	Persona-mes	1	3,5	1	6.590.015	23.065.053
Técnico forestal	Persona-mes	1	3,5	1	4.118.759	14.415.657
Auxiliares de campo	Persona-mes	2	3,5	1	1.647.504	11.532.528
Subtotal Costos personal sin IVA						**49.013.238**

Costos Directos	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Viáticos (profesionales, técnicos)	Día	56	N/A	N/A	120.000	6.720.000
Transporte (Vehículos)	Día	56	N/A	N/A	450.000	25.200.000
Materiales e insumos	Global	1	N/A	N/A	8.000.000	8.000.000
Subtotal Costos Directos sin IVA						**39.920.000**
Costo total Actividad sin IVA						**88.933.238**

Actividad: Monitoreo de un área de rehabilitación

Costos Personal	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Biólogo/ Ing. Forestal	Persona-mes	1	3,5	1	6.590.015	23.065.053
Técnico forestal	Persona-mes	1	3,5	1	4.118.759	14.415.657
Auxiliares de campo	Persona-mes	2	3,5	1	1.647.504	11.532.528
Subtotal Costos personal						**49.013.238**

Costos Directos	Unidad	Cantidad	Meses	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Viáticos (profesionales, técnicos)	Día	56	N/A	N/A	120.000	6.720.000
Transporte (Vehículos)	Día	56	N/A	N/A	450.000	25.200.000
Materiales e insumos	Global	1	N/A	N/A	8.000.000	8.000.000
Subtotal Costos Directos sin IVA						**39.920.000**
Costo total Actividad sin IVA						**88.933.238**
Costo total Programa sin IVA						**253.497.820**

10.2.2.3 Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal	**PMS-MB-03**
Medio Biótico	**Componente ambiental a monitorear** Ecosistema terrestre
Objetivo general Monitorear y seguir las actividades de restauración propuestas en el plan de manejo de conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal para velar su cumplimiento.	
Objetivos específicos • Asegurar la integración de la comunidad al programa propuesto en la ficha PMA-MB-03, con el fin de aumentar el éxito de este. • Monitorear el estado fitosanitario de las plantas sembradas para ver la pertinencia del mantenimiento propuestos o ajustarlas cuando se requiera. • Evaluar las tasas de crecimiento mediante el establecimiento de tres parcelas permanentes.	
PMA Asociados • Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal (PMA-MB-03) y lo concertado con la comunidad local	
Lugar de aplicación Las áreas que se definan para la restauración acorde con los criterios planteados en el PMA-MB-03.	
Etapas del proyecto Fase de construcción Fase de operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto es el profesional forestal encargado con apoyo del personal de mantenimiento.	
Actividades • **Monitoreo del grado de vinculación de la comunidad con el programa de conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal** Con el fin de aumentar el éxito del programa de restauración propuesto en el programa PMA-MB-03 se realizará un taller participativo con la comunidad con el fin de escoger definitivamente las áreas a conservar y acoger las necesidades y expectativas que tenga la comunidad con respecto al programa. Con el fin de evaluar el interés de las comunidades ante el proyecto se tendrá como medida objetiva el porcentaje de asistencia y como medida más subjetiva se evaluará la actitud de la comunidad ante el programa y las expectativas expresadas. Se dejará una memoria como evidencia de este taller la cual recopilará las opiniones de los asistentes y las conclusiones obtenidas.	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal	PMS-MB-03

Por otro lado se llevará un registro de la población beneficiada ya sea por los convenios realizados para las siembras o por la contratación de mano de obra. Para este indicador se hará un balance general de todo el programa. Al igual, también se llevará un registro de los PQR relacionados a este programa y al final del proyecto se encuestará a los propietarios de los predios y la población directamente beneficiada con el programa con el fin de evaluar la percepción ante el programa y su grado de satisfacción.

- **Monitoreo y seguimiento de las actividades de restauración**

Para evaluar la eficacia de las medidas de restauración se propone establecer tres parcelas de monitoreo con las cuales se pueda evaluar el estado de tres tratamientos distintos: área de amortiguamiento (restauración en núcleos), área restaurada con establecimiento a tres bolillo y un área que corresponda a bosques en estadios sucesionales avanzados como modelo de referencia.

El establecimiento de las parcelas se realizará siguiendo los lineamientos establecidos por Vallejo et al. (2005). El tamaño de las parcelas será de una hectárea, 50 x 50 m; sin embargo, estas pueden variar según las condiciones de los sitios seleccionados y las condiciones de acceso; es importante que las tres parcelas sean de la misma área para que las inferencias derivadas de sus mediciones sean comparables.

En el momento del trazado es importante tener en cuenta la corrección de pendiente, la orientación de la parcela (se recomienda que estén todas en sentido norte-sur), y la demarcación de esta por medio de estacas o tubos, ubicando en las cuatro esquinas y el centro tubos de mayor diámetro, y entre las esquinas y al centro de los cuadrantes un tubo de menor calibre, como se indica en la Figura 10-123. A la hora de georreferenciar la parcela, se recomienda tomar los puntos en cada una de las esquinas siguiendo la notación propuesta en la Figura 10-123.

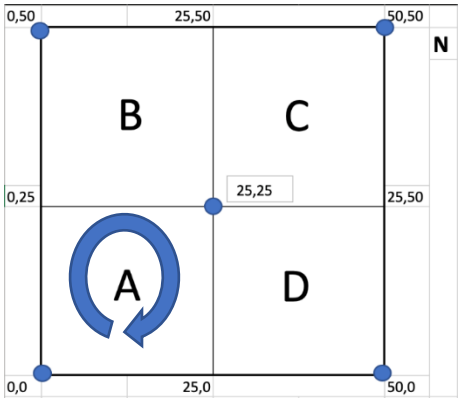


Figura 10-123. Esquema general de una parcela permanente de 50x50 m.

En los vértices y el centro se recomienda emplear tubos de mayor diámetro, la numeración de los cuadrantes se hace desde el 0,0 y en el sentido de las manecillas del reloj; los árboles dentro de cada cuadrante deben censarse en este mismo sentido; en el medio de cada cuadrante se

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal	PMS-MB-03

recomienda instalar un tubo de referencia, del mismo calibre que el empleado para las intersecciones.

El monitoreo se centrará en los elementos arbóreos, arbustivos, palmas y helechos arbóreos. Se debe llevar estrecho seguimiento de cualquier individuo perteneciente a las especies arbóreas sensibles. Los datos y métricas mínimas a obtener en cada censo son: ID asignado, especie/morfoespecie, diámetro, altura comercial, altura total y estado fitosanitario, con las respectivas observaciones. Cada individuo inventariado será marcado con pintura asfáltica, al igual que se señalizará el punto de medición del CAP, con el fin de aumentar la precisión de las remediciones. En el cuadrante A de la parcela se registrarán los individuos de regeneración, los cuales serán marcados con placas de aluminio galvanizado o equivalentes.

Las mediciones se realizarán en el momento de la siembra, un año y medio después de la siembra, a los 3 años, y a los 5 años, antes de que se dé por terminado el programa. Con esto se realizará un informe que muestre las tasas de crecimiento y supervivencia del programa

Para el establecimiento, y monitoreo de las parcelas se recomiendan equipos de trabajo compuestos por un profesional en el área (ingeniero forestal, biólogo botánico o profesional afín), y dos técnicos forestales, o un técnico forestal y un guía local.

Al finalizar el programa se realizará un estudio de conectividad y fragmentación que será comparado con el levantado para la condición del proyecto. Se estimarán los indicadores presentados en el estudio de conectividad de este EIA, para evaluar la recuperación de la conectividad entre los parches de bosque

Indicadores

Los indicadores propuestos para el monitoreo y seguimiento de lo planteado en PMA-MB-03 se plantean con el fin de verificar el cumplimiento de las actividades propuestas.

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
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.	**Supervivencia de los individuos** Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos sembrados, es decir refleja la eficacia de las medidas de manejo y del sistema de restauración propuesto $\mathrm{SI}(\%) = \left(\frac{\mathrm{IS}}{ISE}\right) \times 100$ SI: Porcentaje de supervivencia de individuos sembrados	90%, acorde con lo estipulado por Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015)	Cada año antes de la temporada más seca por un periodo de 5 años después de la siembra	Se realizará un censo y evaluación de 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

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal				PMS-MB-03
	IS: Número de individuos sobrevivientes. ISE: Número total de individuos sembrados			tiempo para asegurar la mayor sobrevivencia posible.
	Crecimiento: Mide las tasas de crecimiento de los individuos establecidos. Se hallará el incremento medio anual (IMA), para el volumen en cada parcela $IMA_{vol}: \frac{VOl_2 - Vol_1}{Tiempo_2 - Tiempo_1}$		Cada año antes de la temporada más seca por un periodo de 5 años después de la siembra	A partir de las mediciones en las parcelas se establecerá el incremento en volumen año a año para verificar la eficacia de la medida de restauración
Mejorar la conectividad estructural entre los parches de bosque afectados	**Área de clase - A:** Es la suma de las áreas de todos los parches de una misma clase **Número de parches – NP:** Corresponde al número de parches de una clase **Tamaño promedio de los parches – MPS:** Relación entre el área ocupada por una clase y el número de parches correspondientes a aquella clase **Desviación estándar de tamaño de parche -PSSD:** Medida de variabilidad del tamaño de los parches **Índice de forma media de los parches – MSI:** Permite clasificar un espacio verde en fragmento o corredor. Para un área dada, una elevada proporción indica una forma alargada o compleja y una proporción baja indica formas compactas y más simples. Cuando la forma es compacta, el índice tiende a 1 y se incrementa el valor conforme aumenta la irregularidad de los parches		El estudio de conectividad se realizará una sola vez, al finalizar la implementación de la medida	Mediante la comparación de los indicadores de conectividad en la condición con proyecto respecto a la condición tras finalizar la medida de restauración, se tendrá una evaluación sobre la regeneración de la conectividad.

Programa de Monitoreo y Seguimiento de la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal				PMS-MB-03
	Borde total – TE: Es el perímetro de los parches. La cantidad total de borde es importante para el estudio de diferentes fenómenos ecológicos, como el caso del efecto borde en bosques **Borde promedio del parche – MPE:** Corresponde al promedio del perímetro de los parches **Distancia promedio al vecino más cercano – NNDist:** Distancia al parche de la misma clase más próximo. Es la medida más simple de aislamiento de los parches: cuanto mayor sea esta distancia, más aislados estarán los parches y por lo tanto más fragmentado se encontrará el paisaje			

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	B 1	B 1
Establecimiento y monitoreo de parcelas																						
Estudio de conectividad estructural																						

C: etapa de construcción, O: etapa de operación

Costos estimados

Actividad: Monitoreo de un área de restauración

Actividades	Unidad	Periodicidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Establecimiento parcelas permanentes de vegetación	Parcela permanente de 50x50m	1	3	10.816.682	32.450.045
Monitoreo parcelas permanentes de vegetación	Monitoreo de parcela	3	3	8.816.682	79.350.135
Costo total Programa sin IVA					**111.800.180**

10.2.2.4 Programa de Monitoreo y seguimiento a la fauna terrestre

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna	**PMS-MB-04**
Medio Biótico	**Componente ambiental a monitorear** Ecosistema terrestre
Objetivo general Llevar a cabo el seguimiento y monitoreo de las medidas implementadas en los planes de manejo que buscaban mitigar las afectaciones sobre la fauna terrestre en el área de influencia biótica.	
Objetivos específicos • Verificar el cumplimiento de las medidas adoptadas durante las labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación que se llevaron a cabo durante el aprovechamiento forestal. • Verificar el cumplimiento de las actividades adoptadas durante el plan de manejo de especies de fauna amenazadas y sensibles. • Monitoreo y seguimiento de las comunidades de fauna y de las especies amenazadas y sensibles.	
PMA Asociados • Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (PMA-MB-04). • Programa de manejo a las especies de fauna terrestre vulnerables y amenazadas (PMA_MB-05)	
Lugar de aplicación En las áreas de aprovechamiento forestal y en aquellas áreas de obras principales.	
Etapas del proyecto Fases de construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de ejecutar el proyecto, a través del profesional ambiental encargado de la gestión ambiental; este a su vez, actuando mediante la subcontratación de una o varias empresas especializadas y acreditadas para el monitoreo de fauna terrestre, así como de las especies vulnerables.	
Actividades • **Monitoreos de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna terrestre.** Se evaluarán los resultados generados en los planes de ahuyentamiento, rescate y reubicación a través de la información presentada en los formatos de toma de datos, diligenciados para esta actividad, así como las actas de asistencia tomadas en cada taller ejecutado, los datos de atropellamiento, el cumplimiento de la instalación de los pasos de fauna, la cantidad de vallas de transito alusivas a fauna instaladas. Esta información deberá ser recopilada por el gestor ambiental del proyecto. • **Monitoreo y seguimiento de la comunidad de fauna terrestre**	

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna	PMS-MB-04

Se llevará un monitoreo periódico de la comunidad de fauna terrestre, para obtener información sobre la tendencia de las dinámicas de las comunidades durante la construcción y operación del proyecto. Tal información brindará luces sobre cómo el proyecto puede afectar estas comunidades durante las diferentes etapas. Los monitoreos se realizarán en los lugares de obras principales, sobre los hábitats más afectados durante las labores constructivas. Los muestreos se harán en épocas climáticas contrastantes, totalizando dos muestreos anuales. En construcción se harán periódicamente todo el tiempo que tome la etapa constructiva y en operación con una frecuencia anual durante los cinco primeros años. El primer muestreo se realizará antes de comenzar las labores constructivas. A continuación, se describen las metodologías propuestas para cada grupo de fauna terrestre:

Mastofauna:

Para el registro de mamíferos pequeños no voladores (roedores y marsupiales) se implementará el trampeo, considerado el método más efectivo para el registro de este grupo. Para esto, se instalarán trampas Sherman y Tomahawk que estarán situadas tanto a nivel del suelo como en las ramas de los árboles. Como cebo se utilizará, de forma alternada, una mezcla de avena, esencia de vainilla y mantequilla de maní, así como banano y atún en agua.

La captura de mamíferos voladores (murciélagos) se realizará con la instalación de redes de niebla de 12 metros de largo x 2,7 m de alto tratando de abarcar el mayor número posible de microambientes (bordes, claros, interior de bosque, zonas abiertas, entre otros). El tiempo de muestreo comprenderá desde las 18:00 hasta las 21:00 horas.

Para los mamíferos medianos y grandes, se realizarán diferentes metodologías que incluirán el muestreo con trampas Tomahawk, las cuales serán cebadas con sardina o atún. Considerando que la mayoría de las especies son evasivas y de difícil registro visual en campo, se realizarán recorridos libres o en transectos a lo largo del área de influencia con el fin de obtener registros visuales y/o indirectos de las especies, tales como, heces, huellas, restos y madrigueras. Adicionalmente, se instalarán cámaras trampas en zonas donde se haya evidenciado la presencia o el paso constante de especies, con el fin de registrarlas en fotos o video. Las cámaras serán cebadas con frutas maduras, sardina o atún.

Herpetofauna:

La búsqueda de individuos seguirá la metodología búsqueda libre y sin restricciones. Consiste en realizar recorridos diarios diurnos y nocturnos en lugares donde según el especialista, las especies de anfibios y reptiles presentarían más probabilidad de ser detectadas.

Los individuos observados serán capturados y almacenados temporalmente en bolsas plásticas ziplock o en bolsas de tela, según sea el caso. Posteriormente serán procesados (identificación y registro fotográfico riguroso).

Ningún individuo será sacrificado a menos que no sea posible identificarlo en campo. En caso de sacrificio, el espécimen será ingresado a una colección biológica avalada por el Instituto Alexander Von Humboldt.

Junto con la identificación de los individuos se tomarán notas de uso de hábitat, información geoespacial y abundancias.

Avifauna:

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna	PMS-MB-04

Se efectuarán censos por transectos, donde se contarán a través de observaciones directas, los individuos presentes en un hábitat determinado.

Los censos se realizarán durante la mañana y en el atardecer en diferentes coberturas vegetales. Cada censo se replicará por lo menos tres veces.

Para la captura de individuos se instalarán redes de niebla de 12m de alto x 2,7m de ancho. Estas redes serán operadas entre las 7:00 y las 11:00 horas y entre las 15:00 y las 17:30 horas.

Los individuos capturados se identificarán y se les determinará el sexo, el estado de madurez (juvenil o adulto), y la condición reproductiva.

Dentro de la zona de muestreo, se efectuarán conteos de individuos en periodos no mayores a 10 minutos en puntos seleccionados al azar.

En cada punto se registrarán características generales como tipo de vegetación e información geoespacial.

Siempre se procurará causar el mínimo de perturbación en el sitio para permitir el libre desplazamiento de las aves.

Después de confirmar que los muestreos son representativos por unidad de cobertura vegetal como una función de la acumulación de especies, cada especialista estará en la obligación de realizar una compilación anual de los resultados y análisis de datos por unidad de cobertura vegetal que conlleven a la formulación de sugerencias que conduzcan al planteamiento de estrategias de conservación de la biodiversidad del área de influencia del proyecto hidroeléctrico Cocorná III.

- **Monitoreo y seguimiento de las actividades de conservación de especies vulnerables y amenazadas**

Se hará seguimiento a las jornadas educativas respecto a las especies vulnerables y amenazadas, así como a la entrega de material didáctico. Esto se hará con la información generada a través de las actas de las reuniones.

Respecto al paso de fauna instalado se revisarán anualmente el estado de cuerdas, cables, plataformas y reemplazar los elementos deteriorados. Un componente importante es el monitoreo de la funcionalidad de estas estructuras en cuanto a si se logra el objetivo para las cuales se instalaron, para ello es importante utilizar mecanismos como monitoreos periódicos visuales. Una herramienta valiosa es la instalación de cámaras trampa en uno de los extremos de la estructura instalada, de tal forma que no limite el desplazamiento de los individuos. A través de la toma de esta información anual se puede determinar el éxito de la medida y qué especies suelen utilizar estos pasos. Así como determinar si es necesario adoptar medidas en caso tal que la estructura no cumpla con la función deseada.

Por último, se propone un programa de monitoreo de las poblaciones de las especies *Saguinus leucopus, Lontra longicaudis* y *Capito hypoleucos* previo al inicio de la construcción y durante las labores constructivas y durante los cinco primeros años después de que inicie la operación. Para este monitoreo se propone lo siguiente:

Detección de hábitats ocupados por poblaciones de especies vulnerables

El seguimiento a las poblaciones de especies vulnerables deberá iniciarse antes de comenzar las labores constructivas. El primer paso será determinar los hábitats ocupados por estas especies mediante una exploración de las áreas que serán aprovechadas o impactadas durante la etapa constructiva incluido el tramo del río Cocorná, hábitat de la nutria *L. longicaudis*, para tal fin la información proporcionada por la caracterización

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna	PMS-MB-04

realizada durante el estudio de impacto ambiental será útil. Luego de determinar estos puntos se procederá a realizar los estudios poblacionales de estas especies, los cuales deberán hacerse antes de iniciar la construcción, luego deberá hacerse una réplica cada seis meses en épocas climáticas contrastantes hasta terminar la construcción y durante la etapa operativa se seguirán los estudios con una periodicidad de dos muestreos al año durante los cinco primeros años de operación.

Técnicas de monitoreo poblacional por grupo de fauna

Para los primates *S. leucopus* y *C. hypoleucus* se recomienda monitorear sus poblaciones empleando modelos de ocupación. Dentro de estos modelos, se integra el cálculo de los índices de ocupación y de detección junto con la descripción de los requerimientos de hábitat y nicho ecológico, para identificar los factores principales de riesgo de extinción y en caso de ser necesario, formular recomendaciones para la conservación de la población de la especie. Opcionalmente, se propone para la estimación de las densidades de estas poblaciones el método de distancias "sampling distance" sobre transectos lineales, ampliamente empleado para censos de aves y primates.

En el caso de la nutria *L. longicaudis* se muestreará la población a través de rastros (excretas, mucosidades y huellas), ya que la especie es criptica y evasiva por lo que la observación directa es difícil. Se realizarán recorridos por transectos, tanto sobre el cauce del río Cocorná como en su orilla, registrando minuciosamente las rocas, playas, troncos y madrigueras en busca de rastros.

Las observaciones anuales de las poblaciones de las especies indicadas serán codificadas para estimar los parámetros poblacionales que describen la estructura y características de una población. Asimismo, se recolectará información ecológica útil (sitios de refugio, fuentes de alimento, comportamiento, hábitat, entre otras) para ampliar la información acerca de la historia natural de las especies a escala local, con el fin de proponer medidas de conservación que disminuyan los riesgos de afectación por la construcción y operación del proyecto.

Indicadores

Los indicadores presentados miden el cumplimiento y efectividad de las medidas implementadas durante el plan de manejo de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; enfocándose en medir el cumplimiento de estas labores en cuanto a la concordancia con las actividades de aprovechamiento realizadas, así mismo mide la efectividad de las actividades de rescate y reubicación en cuanto al número de individuos que se espera sean reubicados de manera exitosa, minimizando la afectación. Por último, se busca hacer seguimiento al cumplimiento de la cantidad de información sobre fauna terrestre instalada en las vías, que permita minimizar la afectación a la fauna respecto al atropellamiento, por lo que también se propone un indicador de efectividad sobre esta medida al comparar los eventos de atropellamiento en el tiempo. Por último, se propone un indicador de cumplimiento respecto a la cantidad de trabajadores que acuden a las capacitaciones ambientales previas a la implementación del plan de manejo, buscando que la mayoría de estos hagan parte de estas actividades, y por tanto la reacción de estos ante encuentros con fauna silvestre sea la adecuada y se eviten accidentes que comprometan la integridad tanto del personal de obra como de individuos de fauna. Se propone además indicadores de cumplimiento respecto al mantenimiento de los pasos de fauna, que permitan que estos no se deterioren y sigan cumpliendo su función.

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
Respecto a los indicadores del seguimiento y monitoreo del medio, estos buscan que se cumpla la periodicidad de los monitoreos tanto de la comunidad de fauna como de las especies vulnerables, que permita obtener información robusta para observar si existe alguna variación (positiva o negativa) en la estructura de las comunidades, así como en las poblaciones de fauna sensible. Por otro lado, los indicadores también buscan que se incluyan todas las especies sensibles dentro de los monitoreos.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Cumplimiento de las actividades de ahuyentamiento, salvamento y reubicación de fauna terrestre	**Porcentaje de cumplimiento de los días efectivos de ahuyentamiento respecto a los días totales en los cuales se llevarán a cabo las labores de aprovechamiento forestal** $\text{PCarr} = \left(\frac{Dearr}{DAf}\right)\text{X}100$ *Pcarr*: Porcentaje de cumplimiento de las actividades de ahuyentamiento, salvamento y reubicación de fauna terrestre. *Dearr:* Días efectivos de labores de ahuyentamiento, rescate y reubicación. *Daf:* Días efectivos de labores de aprovechamiento forestal.	100%	Semanal durante el aprovechamiento forestal	Se revisarán las plantillas de inicio de actividades tanto del aprovechamiento como del ahuyentamiento, que deberán estar en concordancia respecto a las fechas de desarrollo de cada actividad.
Efectividad de la reubicación de los individuos rescatados	**Porcentaje de individuos que fueron capturados y reubicados** $PIRE = \left(\frac{NIRb}{NIRs}\right) \times 100$	80%	Semanal durante el aprovechamiento	Se revisarán los formatos de rescate y reubicación, donde estará la información consignada respecto a los individuos rescatados, su valoración veterinaria, así

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
	PIRE: Porcentaje de individuos reubicados exitosamente. *NIRb*: Número de individuos reubicados. *NIRs*: Número de individuos rescatados.			como si efectivamente fueron reubicados de manera exitosa.
Efectividad de las medidas para evitar atropellamientos	**Porcentaje de atropellamiento en las vías del proyecto** $PAt = \left(\frac{NIApa}{NIApp}\right) \times 100$ *Pat:* Porcentaje de atropellamientos. *NIApa*: Número de individuos atropellados periodo actual. *NIApp*: Número de individuos atropellados periodo anterior	Menos del 5%	Semanal durante la construcción	Se revisarán los formatos presentados por el gestor ambiental respecto a los eventos de atropellamiento que se hayan dado en las vías del proyecto y se compararán con los del periodo anterior.
Cumplimiento en la instalación de vallas de tránsito e informativas sobre fauna terrestre	**Porcentaje de cumplimiento de la instalación de vallas de tránsito y alusivas a la fauna terrestre en las vías anexas del proyecto.** $PCVT = \left(\frac{NVFI}{NVFP}\right) \times 100$ *PCVT*: Porcentaje de cumplimiento de la instalación de vallas de transito e informativas sobre fauna terrestre en las vías. *NVFI:* Número de vallas sobre fauna instaladas NVFP=Número de vallas sobre fauna proyectadas para instalación	90%	Semestral	A través del informe del gestor ambiental respecto a la cantidad y calidad de las vallas de transito alusivas a la fauna terrestre y vallas con información importante sobre ella, se determinará si se cumple con la medida.
Cumplimiento a las capacitaciones sobre fauna terrestre con el	**Porcentaje del personal de obra involucrado en las capacitaciones de fauna terrestre**	100%	Una sola vez	Se revisarán las listas de asistencia a las capacitaciones y se cotejara con el número de

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
personal de obras	$PCC = \left(\frac{NAC}{NPO}\right) \times 100$ *PCC*: Porcentaje de cumplimiento de capacitaciones. *NAC*: Número de asistentes a las capacitaciones. *NPO*: Número de personal adscrito a las obras del proyecto			empleados adscritos al proyecto.
Medir el cumplimiento de las charlas ambientales sobre fauna terrestre con la comunidad del área.	**Cumplimiento a las charlas con la comunidad** $PCCo = \left(\frac{NCR}{NCP}\right)$ *PCC:* Porcentaje de cumplimiento de charlas con la comunidad *NCR:* Número de charlas realizadas *NPO:* Número de charlas propuestas	90%	Una sola vez	El gestor ambiental ofrecerá la información mediante las actas de cada reunión.
Medir el cumplimiento de la instalación de pasos de fauna propuestos	**Cumplimiento de la instalación de pasos de fauna** $PCIP = \left(\frac{NPI}{NPP}\right)$ PCIP: Porcentaje de cumplimiento de instalación de pasos de fauna NPI: Número de Pasos de fauna instalados NPP: Número de Pasos de fauna propuestos.	100%	Una sola vez	Se realizará el seguimiento a través de la información presentada por el gestor ambiental.
Medir el cumplimiento de ejecución de los monitoreos de las comunidades	**Cumplimiento de los monitoreos de la comunidad de fauna terrestre**	100%	Se medirá anualmente durante toda la etapa constructiva y hasta el segundo	Se realizará el seguimiento a través de la información presentada por el gestor

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
de fauna terrestre	$Cmft = \frac{Mr}{Mp} X\ 100$ *Cmft:* Cumplimiento de muestreos de fauna terrestre *Mr:* Monitoreos anuales realizados *Mp:* Monitoreos anuales propuestos		año de la operación	ambiental respecto a los muestreos realizados anualmente, así como los informes presentados, los cuales deberán tener la frecuencia propuesta en el plan de monitoreo de fauna terrestre. El criterio de cumplimiento será del 100%
Medir el cumplimiento de ejecución de los monitoreos de poblaciones de especies vulnerables	**Cumplimiento de los monitoreos de fauna vulnerable** $CmfV = \frac{Mr}{Mp} X100$ *CmfV:* Cumplimiento de muestreos de fauna vulnerable *Mr:* Monitoreos anuales realizados *Mp:* Monitoreos anuales propuestos	100%	Anualmente durante construcción y hasta el quinto año de operación	Se realizará el seguimiento a través de la información obtenida con los muestreos realizados semestralmente, así como los informes presentados, los cuales deberán tener la frecuencia propuesta en el plan de monitoreo de especies vulnerables. El criterio de cumplimiento será del 100%
Medir el porcentaje de especies vulnerables monitoreadas	**Cumplimiento del monitoreo a cada una de las especies vulnerables** $CmEV = \frac{NEVM}{NEVP} X100$ *CmEV:* Cumplimiento de monitoreos de especies vulnerable	100%	Se medirá anualmente durante toda la etapa constructiva y durante los cinco primeros años de operación	El seguimiento se dará mediante la revisión de los informes generados, que deberán incluir el monitoreo de las especies vulnerables consideradas.

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
	$NEVM$: Número de especies vulnerable monitoreadas $NEVP$: Número de especies vulnerable identificadas.			El criterio de cumplimiento será del 100%
Medir el cumplimiento de los talleres de educación ambiental direccionados a conocer y conservar especies vulnerables	**Cumplimiento a los talleres de educación ambiental con la comunidad** $PCT = \left(\frac{NCR}{NCP}\right)$ *PCC:* Porcentaje de cumplimiento de talleres con la comunidad *NTR:* Número de talleres realizados *NTP:* Número de talleres propuestos	100%	Cada dos años	Se realizará el seguimiento a través de las actas de las reuniones realizadas, información que deberá ser presentada por el gestor ambiental.
Medir el cumplimiento del mantenimiento del o los pasos de fauna instalados	**Cumplimiento al monitoreo de pasos de fauna** $PCT = \left(\frac{NCR}{NCP}\right)$ *PCMp:* Porcentaje de cumplimiento del monitoreo de pasos de fauna *NPr:* Número de pasos de fauna revisados *NPi:* Número de pasos de fauna instalados	100%	Anual	Esta información se tomará de los reportes anuales del gestor ambiental respecto al estado de los pasos de fauna.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Cumplir con la obtención de información pertinente, para medir en el tiempo si la	**Medida en la variación de la diversidad alfa dentro de las comunidades de fauna terrestre**	Información de índices de diversidad obtenidos en el EIA	Anualmente durante construcción y hasta el quinto año de operación	Para calcular este indicador se obtendrá de la información arrojada en los informes

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna				PMS-MB-04
diversidad de la fauna permanece igual o ha tenido algún cambio sustancial	$\ln\alpha P_1$ vs $\ln\alpha P_2$ *$\ln\alpha P_1$*: Índices diversidad alfa anteriores *$\ln\alpha P_2$*: Índices de diversidad alfa actuales			generados después de los monitoreos de cada grupo faunístico, donde se tendrá en cuenta las diversidades alfa y se cotejará con los informes de periodos anteriores, con el fin de observar si existen cambios sustanciales respecto a la diversidad estructural dentro de las comunidades de fauna terrestre El criterio del cumplimiento será si no existe una variación muy fuerte o si esta al contrario tiende a mejorar.
Determinar las variaciones en cuanto a la abundancia relativa de las especies vulnerables por medio de la información arrojada en cada monitoreo periódico.	**Medida de la variación de la abundancia relativa de las especies vulnerables** Abr*P1* vs Abr*P2* *AbrP1:* Abundancia relativa en actuales *AbrP2*: Abundancia relativa en anteriores	El criterio del cumplimiento será una permanencia en los niveles de abundancia o una mejora en ellos	Se medirá anualmente durante toda la etapa constructiva y durante los cinco primeros años de operación.	Este indicador se obtendrá de la información arrojada en los informes generados después de los monitoreos de cada especie vulnerable, donde se tendrán en cuenta las densidades y abundancias de cada población y se cotejará con los datos de informes de periodos anteriores, con el fin de observar las variaciones (positivas o negativas) al respecto.

Programa de Monitoreo y Seguimiento del Programa de manejo de Fauna	PMS-MB-04

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional mastozoología	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Profesional herpetos	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Profesional aves	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Personal de la zona entrenado	Jornal	120	1	70.000	8.400.000
Alquiler de equipos	Unidad	3	1	3.000.000	9.000.000
Viáticos (profesional o trabajador/día)	Día	60	1	240.000	14.400.000
Transporte (Vehículos)	Día	20	1	450.000	9.000.000
Insumos varios por campaña	Global	3	1	2.700.000	8.100.000
Costo total sin IVA por año de monitoreo					**88.440.090**
Costo total durante la etapa de construcción (2 años)					**176.880.180**
Costo total durante la etapa de operación (5 años)					**442.200.450**
Costo total monitoreo de fauna					**619.080.630**

10.2.2.5 Programa de Monitoreo y seguimiento a las comunidades hidrobiológicas

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	**PMS-MB-05**
Medio Biótico	**Componente ambiental a monitorear** Ecosistema acuático
Objetivo general • Llevar a cabo el seguimiento y monitoreo de las medidas implementadas en los planes de manejo que buscan mitigar las afectaciones sobre las comunidades hidrobiológicas en el área de influencia biótica.	
Objetivos específicos • Verificar el cumplimiento de las medidas y hacer el seguimiento a la calidad del medio por la implementación de las medidas de manejo propuestas durante las actividades operativas y constructivas en lo referente al seguimiento de las comunidades hidrobiológicas y el rescate contingente de peces. • Evaluar el comportamiento de las comunidades hidrobiológicas (ficoperifiton, macroinvertebrados acuáticos y fauna íctica), presentes en el área de influencia, durante las etapas de estudios, construcción y operación. • Determinar cambios, espaciales y temporales en la abundancia, diversidad y composición de las especies que hacen parte de las comunidades hidrobiológicas (ficoperifiton, macroinvertebrados acuáticos y fauna íctica), localizadas en el área de influencia del proyecto, derivados de su construcción.	
PMA Asociados • Programa de Rescate contingente de ictiofauna (PMA-MB-06)	
Lugar de aplicación Tanto en la etapa de construcción como en operación, se realizará el seguimiento a las comunidades hidrobiológicas en la zona de captación, descarga y tramo medio sobre el río Cocorná, de ser posible en los mismos sitios que los seleccionados para el muestreo de la línea base.	
Etapas del proyecto Fases de previa a la construcción, construcción y operación	
Responsables de ejecución del PMS El responsable de la verificación de la realización de las actividades del PMA será el profesional ambiental encargado de la gestión ambiental del proyecto; el cual debe verificar que se contrate para dicha actividad empresas especializadas y que sus profesionales acrediten la experiencia en este tipo de actividades.	
Actividades • **<u>Seguimiento al Programa de Rescate Contingente de Ictiofauna</u>** Se deberá realizar el seguimiento a los resultados obtenidos durante el rescate de ictiofauna a través de la información presentada por la empresa que ejecutará las actividades de rescate contingente de los peces, analizando los formatos de campo, la cantidad de individuos rescatados, cantidad de individuos lesionados y cantidad de individuos	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	PMS-MB-05

trasladados a zonas seguras. Esta información será recopilada por el encargado de la gestión ambiental del proyecto, el cual verificará que el programa propuesto se desarrolle en los tiempos y de la manera propuesta en el PMA.

- **Monitoreo de las comunidades hidrobiológicas**

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. 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.

Las metodologías para evaluar cada una de las comunidades se presentan a continuación:

Ficoperifiton

- Metodología en campo

El muestreo del ficoperifiton se realizará en sustratos inmersos en el lecho de la corriente (piedras, troncos, hojas), en un transecto aproximado de 100 m lineales en cada sitio. Con cepillos plásticos se removerá el material adherido a los sustratos, utilizando como unidad de área un cuadrante de 10 cm2, hasta obtener un área de 100 cm2 de raspado por sitio.

Las muestras colectadas se fijarán en una solución de lugól al 10% (1 ml por cada 100 ml de muestra) y se almacenará en envases plásticos opacos o ámbar debidamente rotulados, para su posterior identificación en el laboratorio.

- Análisis de laboratorio

Previo al conteo, las muestras se homogenizarán por agitamiento manual y se extraerá una submuestra de 2 ml para sedimentación de 10 a 15 minutos.

Los análisis se realizarán bajo microscopio invertido a una magnificación total de 400X en cámara de Kolkwitz, mediante recorrido en zigzag por toda la cámara reportando cada taxón observado. Este recorrido se realizará hasta que se observen 10 campos de la cámara en los que no aparezca ningún taxón nuevo.

Para el conteo algal, se sigue la metodología de campos al azar mediante una tabla de números aleatorios previamente preparada. Se cuentan 30 campos en 400X bajo microscopio invertido. En aquellos casos donde el número de individuos sea muy alto, el conteo se realizará hasta que tres de los taxones más abundantes registren 300 individuos. Aquellos taxones que hayan aparecido durante el análisis cualitativo y que no estuvieran en el cuantitativo se reportan con un valor de uno. Los resultados se reportan en individuos/cm^2.

La identificación de los organismos se realizará usando claves taxonómicas especializadas procurando llegar hasta el mínimo nivel taxonómico posible.

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	PMS-MB-05

Macroinvertebrados

- Metodología en campo

Para la colecta de macroinvertebrados, se utilizará la red triangular y la red Surber tratando de cubrir diferentes puntos de las orillas. Adicionalmente, se realizarán muestreos manuales para colectar en todos los posibles hábitats de cada sitio (vegetación, restos de madera sumergida, rocas, bancos o áreas de deposición, entre otros). El material es almacenado en bolsas plásticas con alcohol al 70% para su posterior separación en el laboratorio. Todos los recipientes para el almacenamiento de muestras deben ser debidamente rotulados con el nombre del proyecto, sitio de muestreo, componente biológico al que pertenece y la fecha. Las muestras deben mantenerse cerradas, en un sitio fresco y oscuro hasta el momento del análisis en el laboratorio.

- Análisis de laboratorio

En el laboratorio se separarán manualmente los individuos de cada muestra para proceder a la identificación hasta el mínimo nivel taxonómico posible, siguiendo claves taxonómicas especializadas para este grupo taxonómico.

Tras separar los organismos del material colectado en campo, estos son depositados en viales pet-cristal con alcohol al 70%, montados con alfileres entomológicos, banderillas o sobres, dependiendo de los métodos estandarizados para la preservación de los diferentes grupos taxonómicos de las colecciones donde serán depositadas.

Peces

- Metodología en campo

El muestreo de peces se realizará por medio de atarrayas (ojo de malla de 0,5 cm y 1,0 cm) y pesca eléctrica. Con la pesca eléctrica se realizará un recorrido de 100 m lineales para las capturas. Para las atarrayas el esfuerzo de pesca es de 30 lances para cada ojo de malla.

Los ejemplares capturados de fácil identificación son medidos y pesados y posteriormente regresados al agua en cada sitio de muestreo. Algunos especímenes representativos de cada taxón y/o aquellos de los que no se tenga certeza de su identidad taxonómica son sacrificados en formol al 10% y almacenados en bolsas plásticas resellables para su posterior identificación en el laboratorio. Todos los recipientes para el almacenamiento de muestras deben ser debidamente rotulados con el nombre del proyecto, sitio de muestreo, componente biológico al que pertenece y la fecha. El material colectado se incluirá en una colección reconocida por el instituto Alexander Von Humboldt.

- Análisis de laboratorio

Los individuos que sean llevados al laboratorio serán lavados y posteriormente identificados hasta el mayor grado taxonómico posible. Los individuos serán medidos, pesados y fotografiados.

Posteriormente, serán almacenados en frascos de vidrio en una solución de alcohol al 70% para su preservación y etiquetados para ser ingresados a una colección reconocida por el instituto Alexander Von Humboldt.

Para la determinación taxonómica se emplearán claves taxonómicas especializadas, descripciones y listados generales tratando de alcanzar el mínimo nivel taxonómico posible.

Adicionalmente se caracterizarán los ecosistemas donde se registren estas comunidades usando el protocolo AUSRIVAS, el cual incluye la toma de parámetros fisicoquímicos in situ

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	PMS-MB-05

como temperatura, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y % de saturación del oxígeno y características físicas de la corriente de agua y su entorno (forma del valle, vegetación ribereña, forma del cauce, etc.).

Análisis de datos específicos

- Asociación de especies y estimadores ecológicos

El análisis de las comunidades se realizará mediante la determinación de su composición y abundancia para el caso de peces y macroinvertebrados y de densidad para la comunidad del ficoperifiton. La información biológica de cada uno de los grupos taxonómicos evaluados será consignada en matrices de cálculo, organizando en estas, tanto atributos biológicos (especie, número de individuos, densidad), como las características de los sitios (momento y sitio de muestreo, cuerpo de agua, tramo evaluado). A partir de estas, se obtendrá la estructura de las asociaciones por sitio y tramo (composición y abundancia de cada especie) y serán estimadas las características de cada una de las asociaciones.

- Análisis del hábitat y correlación de los datos físico-químicos e hidrobiológicos

Con el fin de determinar la interacción entre las variables fisicoquímicas del agua y la abundancia de las especies pertenecientes a las comunidades hidrobiológicas (ficoperifiton, macroinvertebrados acuáticos y peces), se realizará un análisis de componentes principales (ACP) con base en la matriz de abundancia o en su defecto densidad de cada uno de los grupos taxonómicos. Del mismo modo, se realizará un análisis de correlación empleando las variables del hábitat previamente calculadas mediante el protocolo de evaluación de corrientes de la USEPA - AUSRIVAS. Para ambos casos se determinarán las variables principales que están influenciando la presencia de las comunidades hidrobiológicas.

- Análisis de la estructura y diversidad de comunidades

Para establecer el estado de las comunidades en términos de estructura y diversidad se aplicará el índice de diversidad de Shannon (H'), el índice de dominancia de Simpson (D), el índice de uniformidad de Pielou (J'), el índice de Margalef (DMg) y riqueza específica (S); utilizando los paquetes estadísticos Primer V5® (2001), PAST Diversity y BioDiversity Pro.

Complementario a la determinación de los diferentes índices ecológicos estimados para las comunidades hidrobiológicas antes mencionadas, se calculará el índice BMWP/Col. (Biological Monitoring Working Party), el cual es utilizado para evaluar la calidad del agua usando a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores (Roldan, 2003).

El seguimiento se realizará mediante los informes presentados por el gestor ambiental respecto a la cantidad de muestreos realizados durante el año y si estos corresponden a épocas climáticas contrastantes. De igual forma se evaluará si en los informes se han obtenido los datos de diversidad necesarios para contrastar los datos obtenidos ya sea en la caracterización y/o en los informes de los muestreos anteriores con el fin de verificar la variación de éstos. En caso tal de observar que las condiciones de calidad ecológica del río presentan una tendencia negativa con respecto a los resultados anteriores, se deberá evaluar las causas de tales resultados y articular planes que eviten que esta tendencia continúe a la baja.

Se requerirá de actividades de monitoreo semestralmente durante la construcción y los primeros cinco años de operación, asegurándose que las mediciones se realicen en épocas climáticas contrastantes

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas				PMS-MB-05
Indicadores Los indicadores presentados miden el cumplimiento y efectividad de las medidas implementadas durante el plan de manejo rescate contingente de peces y durante el seguimiento a las especies hidrobiológicas. Los indicadores seleccionados tienen como objetivo en primera instancia el seguimiento de las actividades del rescate contingente con el fin de verificar que las actividades propuestas se ejecuten de la manera más idónea posible verificándose que se sigan todos los protocolos propuestos en el PMA y que el manejo que se le dé a los peces rescatados sea el más adecuado asegurando la mínima afectación a dicha comunidad. De otro lado se verifica, por medio del seguimiento de las comunidades hidrobiológicas la evolución de estas comunidades durante las diferentes etapas del proyecto y su evolución positivas o negativa una vez se inicien las actividades constructivas y operativas del mismo.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evaluación de la eficiencia del programa de rescate y reubicación de la fauna íctica	**Análisis del porcentaje de mortalidad de peces** $PMP = \left(\frac{NPM}{NPC}\right) \times 100$ Donde: PMP: Porcentaje de mortalidad de peces NPM: Número de peces muertos NPC: Número de peces capturados	Porcentaje inferior al 5%	Diaria durante los días que dure el rescate	Se realizará el seguimiento a los formatos de registro de las especies capturadas donde se consignará de manera detallada el estado de los individuos capturados, las lesiones, y tasa de supervivencia.
	Análisis del porcentaje de supervivencia de peces $PSP = \left(\frac{NPL}{NPC}\right) \times 100$ Donde: PSP: Porcentaje de supervivencia de peces NPL: Número de peces liberados NPC: Número de peces capturados	Porcentaje Superior al 95%	Diaria durante los días que dure el rescate	

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas				PMS-MB-05
	Análisis del porcentaje de supervivencia de peces lacerados $PILR = \left(\frac{NIT}{NPL}\right) \times 100$ Donde: PILR: Porcentaje de individuos lacerados recuperados NIT: Número de individuos tratados NPC: Número de individuos lacerados	Porcentaje superior al 50%	Diaria durante los días que dure el rescate	
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Medir la efectividad de las medidas implementadas por medio del seguimiento a las comunidades hidrobiológicas	**Medida en la variación de la diversidad alfa dentro de las comunidades de fauna terrestre** $\ln\alpha P1$ vs $\ln\alpha P2$ $\ln\alpha P1$: Índices diversidad alfa anteriores $\ln\alpha P2$: Índices de diversidad alfa actuales	Información de índices de diversidad obtenidos en el EIA El criterio de cumplimiento será la permanencia en un rango similar al encontrado en la línea base.	Anualmente durante construcción y hasta el quinto año de operación	Para calcular este indicador se obtendrá de la información arrojada en los informes generados después de los monitoreos de cada comunidad, donde se tendrá en cuenta las diversidades alfa y se cotejará con los informes de periodos anteriores, con el fin de detectar variaciones sustanciales.

Programa de Monitoreo y Seguimiento de las comunidades hidrobiológicas	PMS-MB-05

Costos estimados de ejecución

Actividad	Unidad	Cantidad	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional perifiton	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Profesional macroinvertebrados	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Profesional ictiología	Mes	2	1	6.590.015	13.180.030
Auxiliar de ictiología	Mes	2	0,5	4.942.511	4.942.511
Personal de la zona entrenado	Jornal	12	1	70.000	840.000
Alquiler de equipos	Unidad	4	1	3.000.000	12.000.000
Viáticos (profesional o trabajador/día)	Día	24	1	240.000	5.760.000
Transporte (Vehículos)	Día	6	1	450.000	2.700.000
Insumos varios por campaña	Global	4	1	1.750.000	7.000.000
Costo total sin IVA por año de monitoreo					**72.782.601**
Costo total durante la etapa de construcción (2 años)					**145.565.202**
Costo total durante la etapa de operación (5 años)					**363.913.005**
COSTO TOTAL MONITOREO COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS					**509.478.207**

10.2.3 Medio Socioeconómico

10.2.3.1 Seguimiento al programa de información y participación comunitaria

Seguimiento al programa de información y participación comunitaria	**PMS-MS-01**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Demográfico, Económico, Cultural, Espacial, Político-Administrativo y Lineamientos de participación.
Objetivo general Realizar monitoreo y seguimiento al cumplimiento de las metas del programa de información y participación comunitaria verificando la realización eficaz de las actividades y metas propuestas.	
Objetivos específicos • Evaluar la ejecución eficaz de las actividades de participación comunitaria e institucional en las diferentes fases del proyecto. • Monitorear la recepción y gestión adecuada de PQRS del proyecto durante sus diferentes fases de desarrollo.	
PMA Asociados Programa de información, participación comunitaria (PMA-MS-01)	
Lugar de aplicación Municipio de Cocorná-veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora del proyecto, a través de su equipo social y ambiental.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
• Verificar la realización del diagnóstico con los actores económicos de las veredas San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Mazotes, La Placeta y Montañita. • Verificar el cumplimiento de los acuerdos entre actores económicos y representantes del proyecto dejando plasmado los aspectos concertados respecto a los protocolos de movilidad y contratación de mano de obra. • Evidenciar la ejecución de los encuentros participativos con propietarios afectados por obras y servidumbres del proyecto socializando los mecanismos de PQRS.	

Seguimiento al programa de información y participación comunitaria	PMS-MS-01
• Hacer seguimiento a la ejecución de encuentros con la institucionalidad, organizaciones locales e instituciones locales de acuerdo con la periodicidad establecida para cada actor en el PMA-MS-01. • Elaborar una base de datos en la que se consignen los principales resultados de la comunicación semanal con los propietarios de predios intervenidos y la recepción y gestión de PQRS. • Elaborar y socializar un informe en el que se exponga la ejecución de la estrategia de comunicaciones del proyecto en medios locales, incluyendo aspectos como su impacto, medios usados, cobertura. Se deben presentar como soportes todas las piezas y acciones comunicativas. • Ejecutar los encuentros con la comunidad educativa de las veredas La Placeta, Mazotes y Los Cedros. • Cada espacio de participación deberá tener como soportes registro fotográfico, actas de reunión y listado de asistencia. Así mismo, se llevará a cabo una evaluación de cada encuentro, en el que se calificarán: contenidos, convocatoria, desarrollo del encuentro y calidad de la logística. • Presentación trimestral de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) del proyecto socializándolos en la estrategia de participación.	
Fase de operación	
• Realizar un informe final de la ejecución de la estrategia de participación, gestión de PQRS, ejecución y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental del proyecto. Este debe ser socializado a actores económicos, institucionales, comunidad, organizaciones sociales, comunidad académica y propietarios. • Comprobar la realización de un programa radial en una emisora local en el que se exponga la ejecución y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental del proyecto. • Verificar la realización de la socialización del informe final de la ejecución de la estrategia de participación, gestión de PQRS, ejecución y cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental del proyecto con los actores sociales del municipio. • Verificar la socialización de los mecanismos de atención de PQRS durante la fase de operación a los actores económicos, institucionales, comunidad, organizaciones sociales, comunidad académica y propietarios.	
Indicadores Los indicadores de monitoreo y seguimiento del presente plan se desarrollan con base en los soportes de participación generados por cada una de las actividades y en el cumplimiento de los objetivos, las metas y de los cronogramas establecidos expresados en informes periódicos. Así mismo, hace monitoreo en la accesibilidad, la eficacia de respuesta de las Preguntas, Quejas, Reclamos y Solicitudes y el desarrollo de encuentros participativos del proyecto. Los indicadores se soportan en evidencias tangibles de la realización de cada una de las actividades del plan de manejo ambiental.	
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas	

Seguimiento al programa de información y participación comunitaria				PMS-MS-01
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Comunicar al menos una vez (durante los 6 meses antes del inicio de la construcción) los planes de manejo y cronograma de construcción del proyecto, con la corporación ambiental (CORNARE), el sector económico, organizaciones sociales y ambientales del área de influencia del proyecto, de manera que las acciones del proyecto, las acciones de los Planes de Manejo Ambiental y la estrategia de participación sean comunicadas eficientemente a los actores interesados.	**Porcentaje de ejecución de encuentros** $\mathrm{PE}(\%) = \frac{ER}{EP} * 100$ PE: porcentaje de ejecución de encuentros programados con actores económicos ER: encuentros realizados EP: encuentros programados	90%	Mensual (durante la etapa de construcción)	Informes trimestrales de los resultados de la aplicación de la estrategia de participación y ejecución de estrategia de comunicaciones . Soportes de reunión: listado de asistencia, registro fotográfico, actas de reunión (en cada encuentro participativo, piezas comunicativas)
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria de actores económicos. NyRA: Número de asistentes. NyRC: Número de personas convocadas	60%	En cada encuentro participativo	Bases de datos de convocatoria (llamadas, cuñas radiales), listados de asistencia (en cada encuentro participativo)
	Porcentaje de satisfacción con	75%	En cada encuentro participativo	Evaluación de cada encuentro, en el que se

Seguimiento al programa de información y participación comunitaria				PMS-MS-01
	la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos del encuentro participativo con actores económicos PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de participantes del encuentro participativo			califican: contenidos, convocatoria, desarrollo del encuentro y logística
Atender de forma eficaz en los términos estipulados por la legislación vigente, las Preguntas, Quejas, Reclamos, Solicitudes (PQRS) y derechos de petición de los actores socioeconómicos, durante las fases de construcción, operación, y desmantelamiento y abandono del proyecto.	**Atención a PQRS** $\mathrm{PQRS}(\%) = \frac{PQRST}{PQRSP} * 100$ PQRS: Porcentaje de PQRS Tramitadas PQRST: Número de PQRS tramitadas PQRSP: Número de PQRS presentadas	100%	Quincenal	Informes quincenales de atención y gestión de PQRS. Socialización de informes de atención de PQRS con los actores sociales (trimestral)
	Eficacia en el trámite de PQRS	100%	Quincenal	Respuesta del 100% de las PQRS detalladas en

Seguimiento al programa de información y participación comunitaria				PMS-MS-01
	$\text{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: Porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: Total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.			informe quincenal.

10.2.3.2 Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia

Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	**PMS-MS-02**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Demográfico, Económico, Cultural, Espacial, Político-Administrativo
Objetivo general Realizar monitoreo y seguimiento al cumplimiento de las metas del programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	
Objetivos específicos • Hacer seguimiento a la ejecución de la estrategia para el fortalecimiento del circuito de educación ambiental del proyecto. • Verificar la articulación del circuito de educación ambiental local con los programas que CORNARE lleva a cabo en la cuenca del río Cocorná.	
PMA Asociados • Programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia (PMA-MS-02)	
Lugar de aplicación Municipio de Cocorná-veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora del proyecto, a través de su equipo social y ambiental.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
• Verificar que se surtan las fases de diagnóstico y articulación con iniciativas del circuito de educación ambiental del municipio. • Evaluar las acciones de fortalecimiento del circuito de educación ambiental. • Verificar el acompañamiento a proyectos comunitarios y educativos que aporten a la solución de problemáticas ambientales del área de influencia. • Monitorear el cumplimiento del apoyo técnico y presupuestal a iniciativas de la CAR como el proyecto CERCANOS.	
Fase de operación	

Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia	PMS-MS-02
• Realizar un informe de la ejecución de la estrategia de fortalecimiento del circuito de educación ambiental mostrando los mecanismos de convocatoria, contenidos, proyectos formulados y ejecutados. El informe debe contener como mínimo los siguientes indicadores: Tasa Bruta de Matrícula (TBM), Tasa de Matrícula por Edad (TME), gasto del proyecto ejecutado, número de capacitados por sexo, nivel educativo de la población formada, Tasa de Culminación (TC), Tasa de Abandono (TA). • Garantizar la financiación del 60% de dos (2) proyectos o el 100% de (1) un proyecto de educación ambiental promovidos por el CIDEAM. • Actualizar y dar continuidad a la estrategia de articulación institucional y apoyo técnico y presupuestal de iniciativas de la CAR como el proyecto CERCANOS.	
Indicadores: Los indicadores que monitorean y hacen seguimiento a las metas del presente plan se desarrollan con base en los soportes de participación generados por cada una de las actividades y en el cumplimiento de los objetivos, las metas y de los cronogramas establecidos expresados en informes periódicos. Así mismo, hacen monitoreo de partidas presupuestales invertidas en el circuito de educación ambiental y su articulación con la planificación ambiental regional.	

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Fortalecer técnica y presupuestalmente al circuito educativo ambiental (Comité interinstitucional de educación ambiental Municipal, de Proyectos ciudadanos de educación ambiental, de los proyectos ambientales escolares y mesas ambientales) del municipio de Cocorná, con énfasis en las	**Grado de fortalecimiento del circuito de educación ambiental** Apoyo a la creación del circuito de educación ambiental (CIDEAM)= Medio Apoyo del proyecto a 2 iniciativas del CIDEAM= Alto Apoyo del proyecto entre 4 a 5 iniciativas del CIDEAM=Muy Alto	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)	Elaboración de un informe semestral en el que se muestren los principales indicadores de impacto sobre la cobertura y calidad educativa: Tasa Bruta de Matrícula (TBM), Tasa de Matrícula por Edad (TME), gasto del proyecto ejecutado, número de capacitados por sexo, nivel

Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia				PMS-MS-02
veredas del área de influencia.				educativo de la población formada, Tasa de Culminación (TC), Tasa de Abandono (TA).
	Apoyo a dos iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental [8] $\mathrm{IF}(\%) = \frac{IFA}{2} * 100$ IF: porcentaje de apoyo a las iniciativas de fortalecimiento del circuito de educación ambiental IFA: iniciativas de fortalecimiento del circuito de educación ambiental apoyadas por el proyecto.	60%	Una vez (al inicio de la fase de operación)	Auditoria visible en la que se indique la proporción de recursos que destinó el proyecto y su ejecución.
	Porcentaje de recursos aportados a dos	60%	Una vez (al inicio de la	Auditoria visible en la que se indique

[8] Tal como se enunció en las actividades, se trata de un apoyo igual o mayor al valor del 60% del costo total de la iniciativa

Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia				PMS-MS-02
	iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental $\mathrm{RAI}(\%) = \frac{RA}{RT} * 100$ RAI: porcentaje recursos aportados a iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental RA: recursos aportados por el proyecto a iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental priorizadas (2 iniciativas) RT: recursos totales requeridos para la ejecución de iniciativas de fortalecimiento al circuito de educación ambiental priorizadas (2 iniciativas)		fase de operación)	la proporción de recursos que destinó el proyecto y su ejecución.
Fortalecimiento técnico y presupuestal de proyectos de la Corporación Ambiental en la cuenca del río Cocorná en los que participe la comunidad como el proyecto CERCANOS.	**Porcentaje de recursos aportados iniciativas de la CAR sobre la cuenca del río Cocorná** $\mathrm{RAI}(\%) = \frac{RA}{RT} * 100$ RAI: porcentaje recursos	100%	Anual (durante las fases de construcción u operación)	Elaboración de un informe anual de la ejecución de la partida presupuestal, así como la conclusión de soportes de transferencias.

Seguimiento al programa de fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia				PMS-MS-02
	aportados a iniciativas de educación ambiental y la CAR RA: recursos aportados por el proyecto a ser aportados a iniciativas de educación ambiental y la CAR RT: recursos programados por el proyecto a ser aportados a iniciativas de educación ambiental y la CAR			
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Evaluar los principales indicadores de cobertura y calidad educativa con miras a establecer una comparación con la ejecución de la estrategia de fortalecimiento del circuito de educación ambiental.	Tasa Bruta de Matrícula (TBM), Tasa de Matrícula por Edad (TME), gasto del proyecto ejecutado, número de capacitados por sexo, nivel educativo de la población formada, Tasa de Culminación (TC), Tasa de Abandono (TA).	Resultados de caracterización componente espacial (servicios sociales)	Semestral durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito con el cálculo de los Índices propuestos y su comparación con respecto a la línea base.

10.2.3.3 Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local

Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local	**PMS-MS-03**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Demográfico, Arqueológico, Lineamientos de participación, Económico, Espacial y Político-Administrativo.
Objetivo general Realizar seguimiento al Plan de Manejo Ambiental de contratación de mano de obra	
Objetivos específicos • Realizar monitoreo a la divulgación de las ofertas de trabajo del proyecto a través de medios locales. • Garantizar la vinculación de mano de obra local de acuerdo con la oferta del área de influencia y unidades territoriales cercanas del proyecto.	
PMA Asociados Plan de Manejo contratación de mano de obra local (PMA-MS-03)	
Lugar de aplicación Veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Contratistas del proyecto a través de su equipo social, de salud y seguridad en el trabajo y arqueología. Operadora de la generación hidroeléctrica.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
• Verificar que la vinculación de personas del área de influencia como empleados directos del proyecto, no sea superior a dos (2) personas por cada grupo familiar • Realizar seguimiento mediante un informe trimestral en el que se indique el porcentaje de cumplimiento de los criterios de selección de personal, los medios de comunicación usados en la convocatoria, la recepción de hojas de vida, la contratación de población local y su permanencia en el proyecto. Dicho informe se debe presentar en cada reunión del comité de empleo. • Realizar seguimiento a partir de un informe mensual donde se indique el cumplimiento de los aportes al Sistema General de Seguridad Social para todos los trabajadores directos y contratistas del proyecto.	
Indicadores: Se plantea realizar el monitoreo y seguimiento usando indicadores de resultado que permiten mostrar los niveles de cumplimiento del proceso de vinculación de mano de obra local, que permitan establecer un relacionamiento adecuado del proyecto con las	

Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local				PMS-MS-03
comunidades del área de influencia, optimizando los procesos de contratación y capacitación.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Divulgar la oferta laboral que ofrece el proyecto garantizando el acceso a la información de las comunidades existentes en el área de influencia con 2 meses de anticipación a su construcción y mediante mensajes claros, difundidos a través de los tres (3) medios de mayor influencia en el territorio (prensa, radio, llamadas telefónicas, avisos parroquiales, reuniones, entre otras).	**Difusión en tres medios de comunicación locales de las vacantes ofrecidas en el área de influencia.**	100%	Bimestral (durante la fase de construcción)	Presentación de informe de ejecución de la estrategia de comunicaciones; dando cuenta de las piezas gráficas utilizadas o los audios de cuñas radiales usadas
Propiciar una participación vinculante de al menos el 70% de los actores sociales del área de influencia en el proceso de contratación de	**Representatividad de la participación en el comité de empleo** $\mathrm{RP}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$ RP: porcentaje de participación de organizaciones comunitarias y	70%	Una vez, conformado el comité de empleo	Cotejar las bases de datos proporcionadas por la secretaría de productividad local con los soportes de participación en la conformación del comité.

Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local				PMS-MS-03
personal de mano de obra local.	actores económicos en el comité de empleo X1: número de organizaciones comunitarias y actores económicos participantes del comité de empleo X2: número de organizaciones comunitarias y actores económicos identificados en el área de influencia			Actualizar bimensualmente las bases de datos de actores.
Seleccionar y vincular al menos el 20% de la mano de obra calificada y no calificada de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto.	**Porcentaje de personal contratado del área de influencia** $\text{PAI}(\%) = \frac{PCAI}{PCON} * 100$ PAI: porcentaje de personal contratado de las unidades territoriales del área de influencia PCAI: número de personas contratadas del área de influencia PCON: número total de personas contratadas por el proyecto	20%[9]	Mensual (durante la fase de construcción)	Presentar un informe mensual al comité de empleo en el que se muestre el porcentaje de mano de obra local contratado por el proyecto respecto a la total, se debe hacer énfasis en el enfoque diferencial.
Conciliar los cronogramas de contratación de personal con al menos el 70%	**Porcentaje de propietarios y actores económicos socializados**	70%	Una vez conformado el comité de empleo	Informe trimestral en el que se indique el cumplimiento de cronogramas

[9] El criterio de cumplimiento dependerá de la idoneidad de la mano de obra del área de influencia para ocupar las vacantes disponibles.

Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local				PMS-MS-03
de los propietarios y actores económicos de la zona.	$\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$ PS: porcentaje de propietarios y actores económicos del área de influencia de caracterización a detalle que participan en la socialización en el cronograma de obra y proceso de contratación de mano de obra local X1: número de participantes en las socializaciones realizadas X2: número total de propietarios del área de influencia			acordados con propietarios y actores económicos de la zona.
	Porcentaje de Afiliación al SGSS $\mathrm{ASS}(\%) = \frac{PAS}{PC} * 100$ ASS: porcentaje de afiliación al Sistema General de Seguridad Social PAS: personal afiliado al Sistema General de Seguridad Social PC: personal contratado	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Informe con los soportes de aporte al Sistema General de Seguridad Social de la empresa y sus contratistas.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Monitorear el comportamiento de las variables del empleo e	Desempleo, porcentaje de informalidad del empleo, variación	Medición de acuerdo con la base de datos del SISBEN y	Semestral durante la etapa de construcción	Se generará informe escrito con el cálculo de los Índices

Seguimiento al plan de manejo de contratación de mano de obra local				PMS-MS-03
ingresos en las veredas del área de influencia, con miras a compararlas una vez introducido el proyecto.	en los niveles de ingresos.	el levantamiento de información con el personal contratado.		propuestos y su comparación con respecto a la línea base.

10.2.3.4 Monitoreo y seguimiento a la capacitación ambiental al personal de obra

Seguimiento al plan de manejo de capacitación ambiental al personal de obra	**PMS-MS-04**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Demográfico, Arqueológico, Lineamientos de participación, Económico, Espacial y Político-Administrativo.
Objetivo general Realizar seguimiento al Plan de Manejo Ambiental de capacitación ambiental garantizando la efectividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje implementados para la capacitación del personal de obra en temas ambientales, sociales y arqueológicos.	
Objetivos específicos • Verificar la ejecución y efectividad de los programas de capacitación al personal de obra.	
PMA Asociados Plan de Manejo contratación de capacitación ambiental a personal de obra (PMA-MS-04)	
Lugar de aplicación Veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes y La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Contratistas del proyecto a través de su equipo social, de salud y seguridad en el trabajo y arqueología.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
• Realizar evaluaciones periódicas al personal contratado. El personal que no apruebe la evaluación con un puntaje mínimo del 70% deberá repetir el proceso de capacitación.	
Fase de operación	
Presentar evidencias (acta de reunión, registro fotográfico, listado de asistencia) de la realización de una capacitación con las comunidades de las veredas del área de influencia en los Planes de Manejo Ambiental para la fase de operación y los compromisos adquiridos ante la autoridad ambiental y con las comunidades.	
Indicadores: Se plantea realizar el monitoreo y seguimiento usando indicadores de resultado que permiten mostrar los niveles de cumplimiento del proceso de capacitación al personal de obra, que permitan en los trabajadores la suficiente formación para establecer un relacionamiento adecuado del proyecto con las comunidades del área de influencia, la flora, la fauna y el patrimonio arqueológico.	
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas	

Seguimiento al plan de manejo de capacitación ambiental al personal de obra				PMS-MS-04
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Capacitar el 100% del personal vinculado respecto a los protocolos sociales y ambientales, el adecuado manejo de la oferta ambiental, bioingeniería, la atención al usuario, el trato con la comunidad y el manejo de piezas del patrimonio arqueológico, con aprobación de al menos un puntaje de acierto del 70% de un examen de suficiencia	**Porcentaje de capacitación mano de obra** $\mathrm{CPO}(\%) = \frac{PCAP}{PCON} * 100$ CPO: porcentaje de personal de obra capacitado PCAP: número de personal de obra capacitado PCON: número de personal de obra contratado	90%	Mensual (durante la fase de construcción)	Soportes de reunión: listado de asistencia, registro fotográfico, actas de reunión (En cada encuentro participativo, piezas comunicativas.
	Eficacia de la capacitación $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personal de obra que aprueba sistema de evaluación PC: personal de obra capacitado	80%	Mensual (durante la fase de construcción)	Evaluación mensual de conocimientos al personal capacitado. Dicha evaluación se aprueba si se obtiene como mínimo un puntaje del 70%.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Capacitar el personal de obra en temas ambientales, sociales y arqueológicos	**Eficacia de la capacitación** $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$	Medición de conocimientos previos de la mano de obra contratada a través de una evaluación inicial	Mensual	Se generará informe escrito que compare la evaluación de conocimientos previos con la evaluación generada por

Seguimiento al plan de manejo de capacitación ambiental al personal de obra				PMS-MS-04
	AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personal de obra que aprueba sistema de evaluación PC: personal de obra capacitado			cada capacitación

10.2.3.5 Seguimiento al programa de manejo de daños a terceros

Seguimiento al programa de daños a terceros	**PMS-MS-05**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Económico, Espacial y Político-Administrativo
Objetivo general Realizar monitoreo y seguimiento al estado de la infraestructura pública y privada en el área de influencia del proyecto garantizando un inventario, seguimiento, gestión de medidas de prevención, mitigación, corrección y/o compensación según sea el caso.	
Objetivos específicos • Verificar la realización de acciones de mitigación y compensación a los posibles impactos de la construcción del proyecto sobre la infraestructura de los Centros Educativos Rurales de La Placeta y Los Cedros. • Monitorear durante la fase de operación la construcción de lineamentos y entrega de la infraestructura vial y uso de servidumbres en la fase de desmantelamiento y abandono. • Monitorear la infraestructura privada para prevenir, mitigar o compensar los impactos del proyecto a terceros.	
PMA Asociados Plan de Monitoreo y seguimiento del programa de daños a terceros (infraestructura pública y privada) (PMA-MS-06)	
Lugar de aplicación Veredas Los Cedros, Mazotes y La Placeta	
Etapas del proyecto • Construcción • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Contratistas del proyecto a través de su equipo ambiental y social.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
• Verificar mediante recorridos de campo y comunicación con propietarios el levantamiento del 100% de las actas de vecindad de infraestructuras privadas. Realizar una actualización periódica. • Verificar mediante recorridos de campo y comunicación con encargados de infraestructura pública el levantamiento del 100% de las actas de entorno. • Realizar informes periódicos sobre la presentación y gestión de PQRS respecto a infraestructura pública y privada. • Conformar un comité de seguimiento a las obras construidas o reformas realizadas en los Centros Educativos Rurales que pueden verse impactados por la construcción del proyecto. Hacer recorridos diarios cuando las obras del proyecto se encuentren en un radio igual o inferior a 500 metros de los CER. • Verificar la ejecución de compensaciones a infraestructura productiva afectada por el proyecto.	

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
• Monitorear el cierre de la totalidad de actas de vecindad y entorno.				
Fase de desmantelamiento y abandono				
• Monitorear la realización de la totalidad de actas de vecindad y entorno necesarias para aquellas infraestructuras que pueden ser impactadas por el desmantelamiento del proyecto. • Verificar la entrega de infraestructura vial a propietarios o administración municipal, mediante el mecanismo legal vigente.				
Indicadores: La construcción del proyecto puede acarrear afectaciones a la infraestructura pública y privada, lo que hace necesario realizar un control y seguimiento del estado de la infraestructura con el fin de gestionar las acciones de prevención, mitigación y/o compensación de las afectaciones generadas por los impactos de la construcción. Todos los indicadores permiten hacer seguimiento de la forma en que las actividades del proyecto afectan la infraestructura, permitiendo cuantificar las afectaciones y orientar acciones que permitan mantener o mejorar su estado. Adicionalmente, permiten monitorear el cumplimiento de las PQRS que los actores locales pongan al proyecto.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Informar al 100% de los propietarios, organizaciones comunitarias e instituciones encargadas de la infraestructura pública o privada cercana a las obras civiles del proyecto los alcances de las obras, los posibles impactos, los Planes de Manejo Ambiental, y el mecanismo de atención de preguntas, quejas, reclamos y solicitudes (PQRS).	**Porcentaje de propietarios y encargados de infraestructura pública socializados** $\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$ PS: porcentaje de propietarios y organizaciones sociales socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Soportes de comunicación con propietarios de infraestructura privada y encargados de infraestructura pública (bases de datos de comunicaciones, listados de asistencia, actas de reunión)

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
	X1: número de propietarios de infraestructura privada y encargados de infraestructura pública socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura X2: número total de propietarios infraestructura privada y encargados de infraestructura pública			
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de la socialización con propietarios y encargados de infraestructura PSC: cantidad de propietarios y encargados de infraestructura	75%	Mensual (durante la fase de construcción)	Evaluación de cada encuentro en el que se califican: contenidos, convocatoria, desarrollo del encuentro y logística

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
	satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos del encuentro participativo TP: total de propietarios y encargados de infraestructura participantes en la socialización			
Concertar con el 100% de los propietarios las estrategias de compensación de infraestructura productiva afectada por las obras del proyecto.	**Porcentaje de infraestructuras privadas compensadas o reubicadas** $IC(\%) = \frac{IAC}{TIA} * 100$ IC: Porcentaje de infraestructuras compensadas o reubicadas IAC: cantidad de infraestructuras privadas afectadas que son compensadas o reubicadas TIA: total de infraestructuras privadas afectadas	100%	Mensual (durante la fase de construcción hasta lograr la meta)	Documentos privados donde se verifique la compensación económica o la construcción.
Determinar, mediante actas de vecindad y entorno, el estado inicial del 100% de la infraestructura pública y privada que pueden	**Porcentaje de actas de entorno realizadas** $AE(\%) = \frac{AER}{IPC} * 100$ AE: porcentaje de actas de	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Informe de levantamiento de actas de entorno. Recorridos periódicos para verificar posibles PQRS

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
verse afectadas por la construcción del proyecto.	entorno realizadas AER: número de actas de entorno sobre infraestructura pública y comunitaria realizadas IPC: número total de infraestructuras públicas y comunitarias en el área de caracterización a detalle			
	Porcentaje de actas de vecindad $AV(\%) = \frac{AVR}{PAI} * 100$ AV: porcentaje de actas de vecindad realizadas AVR: número de actas de vecindad realizadas sobre predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto PAI: número total de predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Informe de levantamiento de actas de entorno. Recorridos periódicos para verificar PQRS interpuestas
Revisar periódicamente (al menos cada mes o cuando	**Porcentaje de cumplimiento de los recorridos**	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Recorridos periódicos para verificar PQRS interpuestas

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
una situación extraordinaria lo amerite) la infraestructura identificada en la zona y registrar si se han producido afectaciones en la infraestructura pública o privada por la construcción del proyecto.	**mensuales para la verificación de afectaciones** $PCRM(\%) = \frac{RM}{MD} * 100$ PCRM: porcentaje de cumplimiento de los recorridos mensuales para verificación de afectaciones sobre infraestructura pública o privada RM: número de recorridos realizados MD: número de meses transcurridos desde el inicio de la construcción del proyecto			
Mitigar, corregir o compensar el 100% de las afectaciones generadas por la construcción de las obras civiles del proyecto sobre la infraestructura pública y privada, si se determina que la afectación es realizada directamente por la construcción de las obras o la circulación de	**Corrección a afectación sobre infraestructura pública y privada** $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas a la infraestructura pública o privada requeridas en	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)	Documentos privados con el cierre de PQRS sobre publicación pública y privada. Recorridos periódicos para verificar posibles PQRS

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
maquinaria del proyecto.	las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.			
	Porcentaje de cierre de actas de vecindad o entorno $\mathrm{AC}(\%) = \frac{AVEC}{AVEF} * 100$ AC: porcentaje de actas de vecindad y entorno cerradas AVEC: número de actas de vecindad y entorno cerradas AVEF: número de actas de vecindad y entorno firmadas	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)	Informe de cierre de actas de vecindad y entorno.
Mitigar y corregir el 100% de las afectaciones a la infraestructura y actividades académicas de	**Porcentaje de cumplimiento de ejecución de obras para mitigar el impacto sobre**	100%	Mensual	Conformar un comité de seguimiento a las obras construidas o reformas

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
los Centros Educativos Rurales La Placeta y Los Cedros.	**Centros Educativos Rurales** $\mathrm{OM}(\%) = \frac{OME}{OMP} * 100$ OM: porcentaje obras de mitigación ejecutadas OME: número de obras de mitigación ejecutadas al 100% OMP: total de obras de mitigación programadas			realizadas en los Centros Educativos Rurales que pueden verse impactados por la infraestructura del proyecto.
	Corrección a afectación sobre Centros Educativos Rurales $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas de los Centros Educativos Rurales PQRSC: total de PQRS relacionados con los Centros Educativos Rurales PQRSA: total de PQRS que requieren compensación o corrección respecto a	100%	Mensual	Documentos privados con el cierre de PQRS sobre Centros Educativos Rurales.

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
	Centros Educativos Rurales.			
Realizar entrega del 100% de las obras viales del proyecto a la administración municipal o propietarios del área de influencia para su gestión posterior a la fase de desmantelamiento y abandono.	**Kilómetros de vía entregados a actores locales** $KME(\%) = \frac{KMVE}{KMVP} * 100$ KME: Porcentaje de kilómetros de vía entregados KMVE: Kilómetros de vía entregados formalmente a actores locales KMVP: Kilómetros de vía del proyecto	100%	Una vez (Culminada la fase de desmantelamiento y abandono)	Documentos (de acuerdo con la legislación vigente) de entrega formal de vías a propietarios o administración municipal.
Obtener paz y salvo de daños que ocasione el contratista de construcción para el 100% de predios afectados, una vez finalizadas las actividades de corrección o compensación.	**Porcentaje de Paz y Salvo obtenidos** $PS(\%) = \frac{PSO}{DT} * 100$ PS: porcentaje de paz y salvos obtenidos PSO: número de paz y salvos obtenidos DT: número de daños a terceros reportados	100%	Mensual	Paz y salvo por cada daño ocurrido durante las fases de construcción y desmantelamiento y abandono
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Realizar monitoreo y seguimiento al estado de la	**Corrección a afectación sobre infraestructura**	Información arrojada por actas de vecindad y	mensual	Realizar informe mensual de las acciones implementadas

Seguimiento al programa de daños a terceros				PMS-MS-05
infraestructura pública y privada en el área de influencia del proyecto garantizando un inventario, seguimiento, gestión de medidas de prevención, mitigación, corrección y/o compensación según sea el caso	**pública o privada** $\text{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas de las afectaciones PQRSC: total de PQRS que requieren compensación o corrección PQRSA: total de PQRS que requieren compensación o corrección	actas de entorno		para la corrección, mitigación o compensación de afectaciones realizadas sobre infraestructura pública o privada

10.2.3.6 Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación actividades económicas

Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación de actividades económicas	**PMS-MS-06**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Lineamientos de participación, Económico, Cultural y Espacial
Objetivo general Realizar monitoreo y seguimiento a las actividades propuestas en el PMA-MS-05, para evaluar, corregir o compensar las afectaciones sobre las actividades económicas, además, verificar la compra directa de bienes y servicios a los actores económicos del municipio.	
Objetivos específicos • Realizar seguimiento a las afectaciones sobre las actividades económicas sobre los predios y entornos impactados durante las etapas de construcción y operación del proyecto Cocorná III. • Monitoreo a las actividades para mitigar, corregir o compensar las afectaciones que el proyecto realice sobre las actividades económicas. • Verificar la compra de bienes y servicios locales que sean ofertados por los actores del municipio.	
PMA Asociados • Plan de manejo ambiental a la afectación sobre las actividades económicas (PMA-MS-05)	
Lugar de aplicación Municipio de Cocorná-veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora de la generación de energía hidroeléctrica	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
1. Incremento de la demanda de bienes y servicios	
• Monitorear la idónea identificación de cadenas productivas de bienes y servicios en el municipio de Cocorná. • Realizar seguimiento al fortalecimiento y compra de productos a las cadenas productivas municipales. • Evaluar y hacer seguimiento a las actividades de formación en temas de economía solidaria, emprendimiento e innovación a la población del municipio.	

Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación de actividades económicas	PMS-MS-06
• Monitorear y hacer seguimiento a las actividades enfocadas a la promoción de proyectos de economía solidaria dedicados a la agricultura y al aprovechamiento de los productos no maderables del bosque. • Monitorear la efectiva vinculación de las familias campesinas del área de influencia del proyecto en los planes de reforestación, conservación y gestión de la biodiversidad. • Hacer seguimiento a la efectiva contratación de servicios con organizaciones productivas de la zona.	
2. Compra de bienes y servicios a las asociaciones productivas del municipio de Cocorná	
• Evaluar la idoneidad del proceso de identificación de la oferta de bienes y servicios de las asociaciones productivas y las Juntas de Acción Comunal del municipio de Cocorná. • Hacer seguimiento a la compra de bienes y servicios ofertados por asociaciones productivas del municipio de Cocorná.	
3. Identificación, mitigación, compensación y corrección de las afectaciones sobre las actividades económicas	
• Realizar seguimiento al proceso de inventario, valoración económica y compensación de los cultivos o actividades económicas que pueden verse afectados por la instalación de obras civiles del proyecto, adicionalmente, aspectos como la mano de obra.	
Fase de operación	
1 Creación de un canal de comunicación con los actores sociales y económicos de las veredas del área de influencia del proyecto	
• Hacer monitoreo y seguimiento a las actividades enfocadas en compensar o corregir las afectaciones realizadas por la operación del proyecto sobre las actividades económicas agropecuarias o turísticas.	
Indicadores: Los indicadores utilizados para monitorear las metas de este plan de manejo buscan identificar en qué condiciones se da la adquisición de servicios con proveedores locales. Adicionalmente, propenden por el monitoreo de la afectación a actividades socioeconómicas que se desarrollen en el área de influencia como medida para establecer mecanismos de prevención, mitigación o compensación según sea el caso, mediante un monitoreo constante de las condiciones con la intervención del proyecto.	

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	Indicador PMA	Criterio de cumplimiento PMA	Frecuencia de medición y duración	Seguimiento
Monitorear, durante la fase de construcción las afectaciones económicas sobre el 100% de los predios	**Porcentaje predios afectados monitoreados** $\mathrm{PAM}(\%) = \frac{PM}{PA} * 100$ PAM: Porcentaje de predios afectados por	100%	Mensual (durante la fase de construcción)	Informe sobre las condiciones de las propiedades antes, durante y

Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación de actividades económicas				PMS-MS-06
intervenidos por las obras civiles del proyecto con dedicación productiva agrícola, pecuaria o turística, de manera que los impactos sobre estas coberturas puedan compensarse.	obras civiles monitoreados PM: Número de predios monitoreados PA: Número total de predios afectados			después del proyecto, según la interpretación de la información arrojada por las actas de entorno y vecindad.
Corregir, cuando sea pertinente, el 100% de las quejas recibidas mediante la estrategia de PQRS, en lo que respecta a las afectaciones a la actividad agrícola, pecuaria o turística.	**Corrección a afectación a actividad económica** $\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$ EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas a actividad económica requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación. PQRSC: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas. PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.	100%	Quincenal (durante la fase de construcción)	Informe mensual de PQRS recibidas, gestionadas y corregidas.
Compra y contratación de al menos el 50% del valor de los bienes y servicios	**Porcentaje Bienes y servicios locales comprados y contratados por el proyecto**	50%	Mensual (durante la fase de construcción)	Informe con la evaluación de la oferta de bienes y servicios propiciados

Seguimiento al plan de manejo ambiental a la afectación de actividades económicas				PMS-MS-06
demandados por el proyecto con asociaciones productivas y actores económicos del área de influencia o del municipio de Cocorná, siempre y cuando exista la oferta y los precios estén acordes con el mercado.	$\mathrm{PBySL}(\%) = \frac{BySL}{ByST} * 100$ PBySL: Porcentaje de bienes y servicios locales adquiridos por el proyecto BySL: costo de los bienes y servicios contratados localmente ByST: costo total de los bienes y servicios contratados por el proyecto			por la cadena productiva del municipio de Cocorná. Informes mensuales de compra total de bienes y servicios por parte del proyecto, identificando cuáles compras se realizaron a la cadena productiva municipal.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Realizar monitoreo y seguimiento a las actividades propuestas en el PMA-MS 05, para evaluar, corregir o compensar las afectaciones sobre las actividades económicas, además, verificar la compra directa de bienes y servicios a los actores económicos del municipio.	**Porcentaje de variación en los ingresos de la mano de obra contratada** $\mathrm{IMOL}(\%) = \frac{ICP - ISP}{ISP} * 100$ IMOL: variación ingresos de la mano de obra local ISP: ingresos de la mano de obra local sin proyecto ICP: ingresos de la mano de obra local con proyecto	Información del SISBEN y encuesta al inicio de las labores	Mensual	Elaborar una base de datos que consigne cuántos eran los ingresos antes del proyecto de cada uno de los trabajadores locales contratados para la obra. Presentar un informe mensual de la variación de los ingresos familiares utilizando la base de datos inicia.

10.2.3.7 Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná

Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná	**PMS-MS-07**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Cultural
Objetivo general Monitorear las actividades del PMA-MS-06 enfocadas a potenciar, prevenir, mitigar, corregir y compensar las posibles afectaciones generadas por la operación del proyecto sobre los sitios de recreo y turismo.	
Objetivos específicos • Realizar seguimiento y evaluación a las actividades del PMA-MS-06 enfocadas a potenciar el turismo sustentable en el municipio de Cocorná. • Monitorear la idoneidad de las actividades del PMA-MS-06 enfocadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar las posibles afectaciones generadas por la operación del proyecto sobre los sitios de recreo y turismo. • Hacer seguimiento al proceso formativo de jóvenes en turismo, agro turismo, ecoturismo y turismo sostenible.	
PMA Asociados • Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná (PMA-MS-06)	
Lugar de aplicación Sitios de recreo sobre el río Cocorná asociado a las obras civiles del proyecto Cocorná III	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora de la generación hidroeléctrica.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de construcción	
1. Monitorear, hacer seguimiento y evaluación a las posibles afectaciones que se le ocasionen a los charcos	
• Monitorear la idoneidad del proceso de priorización de los charcos de mayor apropiación social y que cuenten con accesibilidad. • Monitorear el proceso de sistematización y comunicación de los datos arrojados por el seguimiento a la funcionalidad recreativa y turística de los charcos.	
2. Construcción de obras civiles para que los charcos sigan teniendo funcionalidad para las actividades recreativas y turísticas	

Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná	**PMS-MS-07**
• Realizar seguimiento a las actividades de diseño y socialización del plan de corrección y compensación de las afectaciones causadas a las actividades turísticas asociadas al tramo de caudal reducido del proyecto Cocorná III. • Realizar monitoreo a las actividades enfocadas en posibilitar la el disfrute recreativo y turísticos de los charcos en temporada de transición y estiaje.	
3. Mejoramiento de infraestructura de senderos comunitarios que conduzcan a lugares con uso turístico.	
• Realizar seguimiento a la realización de las actas de entorno de cada uno de los caminos existentes que conducen hacia los charcos asociados al tramo de caudal reducido. • Hacer monitoreo y seguimiento sobre el proceso de diseño y socialización del mejoramiento infraestructural de los caminos que conducen a los charcos priorizados. • Evaluación y seguimiento de las actividades de mejoramiento vial, paisajismo y funcionalidad.	
Fase de operación	
Fortalecer el plan de desarrollo turístico del municipio de Cocorná	
• Verificar la ejecución de un convenio con el SENA que derive en 10 patrocinios en etapa lectiva por cada cohorte del programa en procesos de formación agro-eco-turística los primeros cinco años de la operación del proyecto.	
Indicadores: Se plantean indicadores de cumplimiento de la capacitación en programas técnicos sobre agro-eco-turismo de la población local y la continuidad de este tipo de formación en el tiempo; adicionalmente, se establecerá en coordinación con la comunidad los charcos de mayor relevancia, una vez seleccionados, se establecerán parámetros para la medición de su calidad y apropiación por la población local.	

Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas

Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Monitoreos de la funcionalidad recreativa y turística de los charcos priorizados, en temporadas climáticas de transición y verano.	**Porcentaje charcos monitoreados** $\mathrm{PCM}(\%) = \frac{CM}{CA} * 100$ PCM: Porcentaje de charcos afectados por la operación del proyecto que son monitoreados CM: Número de charcos monitoreados CA: Número total de charcos priorizados	100%	1 vez en temporada de transición 1 vez en temporada de estiaje Tanto en fase de estudios como de operación	Informe de los datos recolectados durante cada temporada climática

Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná				PMS-MS-07
Mejorar los accesos y caminos de ingreso a los charcos priorizados.	**Porcentaje de longitud mejorada de accesos y caminos de ingreso a charcos** $\mathrm{MVAC}(\%) = \frac{CM(metros\ lineales)}{CAC\ (metros\ lineales)} * 100$ MCAC: Porcentaje de mejoramiento de caminos y accesos a charcos CM: longitud de caminos mejorados CAC: longitud de caminos de ingreso a charcos identificada para mejorar	80%	Semestral durante la fase de construcción	Realizar un informe de la ejecución del PMA que será entregado a la administración municipal y comunidades.
Formar a los jóvenes interesados del municipio de Cocorná en turismo, agro turismo, ecoturismo y turismo sostenible	**Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria** $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria NyRA: Número de asistentes NyRC: Número de personas convocadas	90%	En cada cohorte	Informe que detalle el proceso educativo de cada cohorte. Debe considerar las Tasa Bruta de Matrícula (TBM), Tasa de Matrícula por Edad (TME), gasto del de las becas, Tasa de Culminación (TC), Tasa de Abandono (TA) durante los primeros cinco años de la operación del proyecto.
	Eficacia de la capacitación $\mathrm{AE}(\%) = \frac{PAE}{PC} * 100$ AE: porcentaje de aprobación de la evaluación PAE: personas que aprueba sistema de evaluación PC: personal capacitado	80%	Semestral	
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de**	**Seguimiento**

Seguimiento al plan de manejo ambiental para la afectación de las actividades recreativas del río Cocorná				PMS-MS-07
			medición y duración	
Monitorear las actividades del PMA-MS-06 enfocadas a potenciar, prevenir, mitigar, corregir y compensar las posibles afectaciones generadas por la operación del proyecto sobre los sitios de recreo y turismo.	Calidad, uso y apropiación social de los cahrcos ubicados en el tramo de cuadal reducido	Datos arrojados por monitoreo sobre funcionalidad turística de los charcos	Temporada de estiaje Temporada de transición	Informe bimensual que dé cuenta de cada una de las actividades enfocadas a potenciar, mitigar, corregir y compensar las posibles afectaciones generadas por la operación del proyecto sobre los sitios de recreo y turismo. Los parámetros de medición serán concertados con la comunidad del área de influencia y se es realizará un seguimiento periódico.

10.2.3.8 Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales	**PMS-MS-08**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Político-Administrativo
Objetivo general Realizar monitoreo y seguimiento al PMA-MS-07 en las actividades enfocadas en incrementar la gobernabilidad de la institucionalidad local.	
Objetivos específicos • Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales relacionados con el proyecto. • Monitorear las estrategias de capacitación y articulación entre los actores clave del área de influencia y la institucionalidad local y regional en materia ambiental.	
PMA Asociados • Programa de manejo para el aumento de la gobernabilidad y la gestión de conflictos socioambientales (PMA-MS-07).	
Lugar de aplicación Municipio de Cocorná-veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación • Desmantelamiento y abandono	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora del proyecto.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
Fase de pre-construcción	
Formación en cargas impositivas de los proyectos que requieren licenciamiento ambiental y mecanismos participación ciudadana	
Realizar monitoreo y seguimiento a la realización de las capacitaciones sobe las cargas impositivas de los proyectos que requieren licencia ambiental e instrumentos de participación ciudadana en la planificación territorial y ambiental.	
Fase de construcción	
• Hacer monitoreo y seguimiento a la realización del foro sobre destinación de la inversión de las cargas impositivas de los proyectos con licencia ambiental en el municipio de Cocorná y el seguimiento de la ejecución de los Planes de Manejo Ambiental (PMA).	
Fase de operación	
• Realizar seguimiento y evaluación de la realización e idoneidad de los espacios de formación para la gestión de conflictos ambientales del Municipio.	
Fase de desmantelamiento y abandono	

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales				**PMS-MS-08**
• Realizar seguimiento y evaluación de la realización e idoneidad del fortalecimiento de la capacidad institucional y articulación de los actores económicos con los actores comunitarios de la zona, para la gestión de conflictos ambientales del Municipio				
Indicadores: Se construyen indicadores de resultado que permiten verificar la representatividad, participación y efectividad de los contenidos de los procesos de capacitación a los diferentes actores del área de influencia. Estos se expresan por medio de informes periódicos de la destinación de recursos de inversión por el proyecto y otras instituciones, garantizando la transparencia en la ejecución de recursos.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Garantizar el seguimiento y evaluación comunitaria al 100% de las etapas del proceso de destinación y ejecución de los recursos generados por la inversión de no menos del 1% y transferencias del sector eléctrico ejecutados por el municipio y la Corporación Ambiental Regional.	**Seguimiento y evaluación comunitaria (veeduría ciudadana)** Capacitación y garantías a la veeduría ciudadana=medio 70% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=alto 100% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=muy alto	Medio	Una vez instalada una veeduría	Informe sobre ejecución de los recursos generados por la inversión de no menos del 1% y transferencias del sector eléctrico ejecutados por el municipio y la Corporación Ambiental Regional. Este informe debe contener estrategia participativa y resultados de la implementación del proceso de socialización y participación.
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria para la veeduría ciudadana	70%	En cada encuentro participativo	

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales				PMS-MS-08
	NyRA: Número de los asistentes por sector (económico, comunitario e institucional) NyRC: Número de las personas convocadas por sector (económico, comunitario e institucional)			
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo TP: total de participantes de cada encuentro participativo	75%	En cada encuentro participativo	
Monitorear la ejecución de los planes de manejo generados en el documento del PMA, asociado a la licencia ambiental del proyecto Cocorná III.	**Seguimiento y evaluación comunitaria** Capacitación y garantías a la veeduría ciudadana=medio 70% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la	Medio	Una vez convocada la veeduría	Informe con estrategia participativa y resultados de la implementación del proceso de socialización y participación.

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales				PMS-MS-08
	veeduría ciudadana=alto 100% de las etapas del proceso de inversión del 1% y la aplicación de planes de manejo vigilados por la veeduría ciudadana=muy alto			
	Suficiencia en las comunicaciones y convocatoria $SC(\%) = \frac{NyRA}{NyRC} * 100$ SC: Suficiencia de las comunicaciones y la convocatoria para la veeduría ciudadana NyRA: Número de los asistentes por sector (económico, comunitario e institucional) NyRC: Número de las personas convocadas por sector (económico, comunitario e institucional)	70%	En cada encuentro participativo	
	Porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos $SC(\%) = \frac{PSC}{TP} * 100$ SC: porcentaje de satisfacción con la claridad de los contenidos de cada encuentro participativo PSC: cantidad de participantes satisfechos o muy satisfechos con la claridad de los	75%	En cada encuentro participativo	

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales				PMS-MS-08
	contenidos de cada encuentro participativo TP: total de participantes de cada encuentro participativo			
Fortalecer la capacidad institucional del municipio para que gestione los conflictos socioambientales generados por los proyectos de generación hidroeléctrica presentes en el territorio.	**Seguimiento y evaluación de los conflictos socioambientales:** Creación de escenario de participación para la gestión de conflictos socioambientales con actores comunitarios, institucionales y el sector económico=medio 70% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación=alto 100% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación =muy alto	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)	Informe con estrategia participativa, resultados de la implementación del proceso de participación y resultados en lo que respecta a la gestión de conflictos socioambientales.
Generar herramientas para que las comunidades gestionen participativamente los conflictos ambientales que se presentan en el área de influencia del proyecto, mediante la formación en instrumentos de participación	**Seguimiento y evaluación de los conflictos socioambientales:** Creación de escenario de participación para la gestión de conflictos socioambientales con actores comunitarios, institucionales y el sector económico=medio 70% de los conflictos socioambientales son tramitados en el	Medio	Semestral (durante las fases de construcción y operación)	Informe con estrategia participativa, resultados de la implementación del proceso de participación y resultados en lo que respecta a la gestión de conflictos socioambientales.

Seguimiento al manejo de la gobernabilidad y gestión de conflictos socio-ambientales				PMS-MS-08
ciudadana, instrumentos de planeación y legislación ambiental.	espacio de participación=alto 100% de los conflictos socioambientales son tramitados en el espacio de participación =muy alto			
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Realizar monitoreo y seguimiento al PMA-MS-07 en las actividades enfocadas en incrementar la gobernabilidad de la institucionalidad local.	**Eficacia del gobierno:** Indicadores de cumplimiento del informe de gestión de la administración municipal inmediatamente anterior a la construcción del proyecto	Indicadores de cumplimiento del informe de gestión de la administración municipal inmediatamente anterior a la construcción del proyecto	Anual	Informe de las actividades generadas para incrementar la gobernabilidad de la institucionalidad y la comunidad local. Debe realizarse un análisis comparativo entre la gobernabilidad existente antes del proyecto y después de realizadas las acciones del plan de manejo.

10.2.3.9 Seguimiento al fomento de la producción de panela

Seguimiento al fomento de la producción de panela	**PMS-MS-09**
Medio: socioeconómico	Componente ambiental a monitorear: Económico, cultural
Objetivo general Monitorear las acciones ejecutadas para el fomento de la cultura campesina con la producción de panela en el municipio de Cocorná, bajo la ejecución de espacios de participación, asesoría técnica y apoyo a proyectos productivos paneleros.	
Objetivos específicos • Verificar la ejecución de asesorías técnicas a los productores de caña y panela de las veredas del área de influencia del proyecto. • Realizar seguimiento técnico y presupuestal a la tecnificación de un trapiche del área de influencia conservando sus rasgos patrimoniales, mejorando su productividad y comercialización.	
PMA Asociados Plan de manejo fomento de la cultura con la producción de panela (PMA-MS-10)	
Lugar de aplicación Veredas del área de influencia del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)	
Etapas del proyecto • Construcción • Operación	
Responsables de ejecución del PMS Constructora del proyecto a través de su equipo social y ambiental. Operadora de la generación hidroeléctrica, a través de su equipo social y ambiental.	
Actividades de monitoreo y seguimiento	
• Verificar la valoración física de la infraestructura para la realización de la caña desde el punto de vista de la productividad. • Monitorear la realización de diálogos con actores locales y regionales (organizaciones sociales, asociaciones municipales, asociaciones veredales, cooperativas, productores); actores institucionales, actores académicos (universidades, investigadores, centros de estudio) con trabajo en el tema de cultivo de caña y elaboración de panela. • Verificar la creación y apoyo presupuestal al desarrollo de una feria panelera municipal en la que confluyan espacios académicos y culturales. • Realizar un informe con los resultados de las asesorías técnicas a productores de panela y cultivadores de caña del área de influencia. • Hacer seguimiento a priorización y ejecución de mejoramiento y dotación a un trapiche para la tecnificación de su infraestructura en coordinación con la Asociación de Productores de Panela de Cocorná (ASOPACO).	
Indicadores: Se plantean indicadores de cumplimiento en los que se monitorea la ejecución de la estrategia de participación y la incidencia de los actores sociales locales en la construcción	

Seguimiento al fomento de la producción de panela				PMS-MS-09
de los espacios de encuentro y priorización de trapiches para ser intervenidos; adicionalmente, se establecen lineamientos para verificar la ejecución de los recursos y la incidencia en los productores locales.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Asesorar técnicamente a los cultivadores de caña y dueños de trapiche del área de influencia en prácticas de cultivo (siembra, corte, abono, variedades), producción (buenas prácticas ambientales, de salubridad, de seguridad, estándares productivos, empaque) comercialización y asociatividad, lo anterior, en coordinación con la asociación municipal y asociación de productores de panela veredales.	**Porcentaje de ejecución de asesorías técnicas:** $\mathrm{PAT}(\%) = \frac{PyCA}{PyCT} * 100$ PAT: Porcentaje de asesorías técnicas PyCA: Número productores y cultivadores asesorados PyCT: Número de productores y cultivadores del área de influencia	50%	Mensual (Durante la fase de construcción)	Realizar un informe con los resultados de las asesorías técnicas a productores de panela y cultivadores de caña del área de influencia.
Apoyar presupuestalmente al menos 1 proyecto de tecnificación de trapiches en las veredas el área de influencia para mejorar su productividad y aumentar la comercialización, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida	**Apoyo a la tecnificación de trapiche:** $\mathrm{TT}(\%) = \frac{TTP}{TPr} * 100$ TT: porcentaje de trapiches tecnificados TTP: trapiches tecnificados con apoyo del proyecto	100% (1 trapiche)	Al finalizar la fase de construcción del proyecto	Presentar informe con las actividades y los presupuestos invertidos en la tecnificación del trapiche panelero

Seguimiento al fomento de la producción de panela				PMS-MS-09
y trabajo de las familias productoras de la zona.	TPr: número de trapiches priorizados			
	Variación en los ingresos de las familias beneficiadas con la tecnificación de trapiches: $\mathrm{VI}(\%) = \frac{IP2 - IP1}{IP1} * 100$ VI: porcentaje de variación de los ingresos de las familias beneficiadas por la tecnificación de trapiches IP1: ingresos antes de la tecnificación del trapiche IP2: ingresos posterior a la tecnificación de trapiche.	10%	Al finalizar la fase de construcción del proyecto	Base de datos con la comparación de ingresos y producción de lo trapiches antes y después de su tecnificación.
Seguimiento y Monitoreo a la Calidad del Medio				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Comparar la producción y comercialización de panela e ingresos de los cultivadores de caña y productores de panela antes y después del proyecto de asesoría técnica y mejoramiento de 1 trapiche	Variaciones en la producción, comercialización y variación en los ingresos adquiridos mediante la venta de la producción de panela.	Se debe levantar una línea base de estos indicadores	Semestral (durante la fase de construcción y los dos primeros años de la operación)	Se generará informe escrito con el cálculo de los índices propuestos y su comparación con respecto a la línea base.

10.2.3.10 Seguimiento al programa de manejo para el fomento de la memoria campesina

Seguimiento programa de manejo para el fomento de la memoria campesina				**PMS-MS-10**
Medio: socioeconómico	**Componente ambiental a monitorear:** Demográfico y Cultural			
Objetivo general Realizar seguimiento a las actividades planteadas en el Programa de fomento la memoria y el patrimonio campesino				
Objetivos específicos • Monitorear y realizar seguimiento a las actividades para incentivar la memoria histórica en las veredas del área de influencia del proyecto.				
PMA Asociados Programa de manejo para el fomento de la memoria y el patrimonio campesino (PMA-MS 10)				
Lugar de aplicación Veredas del área de influencia Socioeconómica del proyecto (San Vicente, El Tesoro, San José, Las Mercedes, Los Cedros, Montañita, Mazotes, La Placeta)				
Etapas del proyecto • Operación				
Responsables de ejecución del PMS Contratistas del proyecto a través de su equipo social en convenio con la Alcaldía Munciipal.				
Actividades de monitoreo y seguimiento				
Fase de Operación				
Realizar evaluaciones mensuales a las actividades del programa de Manejo que den cuenta de la realización del convenio con la Alcaldía Munciipal, su aplicación en las veredas del área de influencia Socioeconómica y la socialización de los resultados antes las comunidades.				
Indicadores: Se plantea realizar el monitoreo y seguimiento usando indicadores de resultado que permiten mostrar los niveles de cumplimiento del proceso, sus resultados y la participación de la comunidad en el proceso investigativo.				
Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas				
Meta PMA	**Indicador PMA**	**Criterio de cumplimiento PMA**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**

Seguimiento programa de manejo para el fomento de la memoria campesina				PMS-MS-10
Apoyar a los proyectos culturales de la Alcaldía Muncipal mediante el aporte del salario durante 6 meses de un profesional de la disciplina histórica para desarrollar procesos de memoria histórica en las veredas del área de influencia del proyecto.	**Apoyo a procesos en memoria histórica** Realización del convenio para apoyo a procesos de memoria histórica con Alcaldía Municipal = Medio Ejecución del convenio de apoyo a los procesos de memoria histórica en las eredad del área de influencia = Alto Informe con resultado de ejecución del convenio y socializada en las Instituciones Educativas del área de influencia = Muy Alto	100%	1 vez al terminar el convenio	Informe de los resultados de la aplicación del convenio en las veredas del área de influencia
TIPO DE MEDIDA				
Objetivo	**Indicador**	**Línea base**	**Frecuencia de medición y duración**	**Seguimiento**
Producción participativa de conocimiento para el esclarecimiento de la memoria histórica, la identificación de los patrimonios comunitarios y la dignificación de la población del área de influencia	**Apoyo a procesos en memoria histórica** Realización del convenio para apoyo a procesos de memoria histórica con Alcaldía Municipal = Medio Ejecución del convenio de apoyo	El que determine el estado del arte planteado en el abordaje a la información secundaria existente sobre las veredas del área de influencia	Mensual	Informe con los resultados de la investigación sobre memoria histórica en las veredas del área de influencia

Seguimiento programa de manejo para el fomento de la memoria campesina				PMS-MS-10
del proyecto Cocorná 3	a los procesos de memoria histórica en las eredad del área de influencia = Alto Informe con resultado de ejecución del convenio y socializada en las Instituciones Educativas del área de influencia = Muy Alto			

10.2.3.11 Seguimiento al Programa de Manejo Arqueológico

En el informe de prospección de arqueología preventiva presentado ante el ICANH y aprobado por la resolución 1042 de 2020 "*Por la cual se aprueba y autoriza la implementación del Plan de Manejo Arqueológico para el proyecto PCH Cocorná III*" se presentan la estrategia de monitoreo y seguimiento que se aplicará para garantizar el manejo de las afectaciones realizadas a los hallazgos arqueológicos. (Ver anexo 5.3 Caracterización Socioeconómica, carpeta 20 Componente Arqueológico)

10.3 Plan de gestión del riesgo

Luego de la descripción del proyecto, la caracterización del medio ambiente, la evaluación de impactos y la zonificación de manejo ambiental, se dispone de las herramientas que definen las estrategias a seguir para lograr el objetivo de evitar, controlar, prevenir, mitigar y/o compensar los efectos negativos de las actividades de construcción y operación del proyecto hidroeléctrico COCORNÁ III, asimismo, para potenciar los impactos positivos de este.

Este capítulo está estructurado en dos apartados:

- El análisis de riesgos ambientales en el que se describen las posibles amenazas, tanto exógenas como endógenas, que puedan generar un riesgo ambiental.
- El plan de contingencias, en el que se detallan los proyectos que se deben implementar para manejar los riesgos del proyecto.

El análisis de riesgos parte de la identificación de las amenazas que existen en la zona del proyecto, ya sea por la ocurrencia de fenómenos o eventos naturales o por el mismo desarrollo del proyecto. Posteriormente, se determina la vulnerabilidad socioeconómica de los habitantes de la zona, de la flora y la fauna acuática y terrestre y de la infraestructura presente en las unidades de análisis ante las amenazas existentes, para finalmente determinar el nivel de riesgo.

10.3.1 Conceptos básicos

A continuación, se detallan los conceptos básicos que serán manejados dentro del análisis de riesgos ambientales y el plan de contingencias:

- ***Amenaza*:** es la probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con una cierta intensidad, en un sitio y en un determinado período de tiempo. Una amenaza representa potencialmente daños sociales, ambientales y económicos; está constituida por factores de riesgo externos, que por lo general no son modificables y por factores de riesgo internos, que en gran medida pueden ser controlados por el proyecto.
- ***Contingencia:*** se entiende como un evento o suceso que ocurre, en la mayoría de los casos, de forma repentina o inesperada. Causa alteraciones en los patrones normales de vida o actividad humana y en el funcionamiento de los ecosistemas involucrados. Una contingencia puede desencadenar una situación de emergencia, en la medida en que puede obligar a la activación de procedimientos de respuesta para minimizar la magnitud de sus efectos. Puede ser causada por fenómenos naturales y/o por actividades antrópicas.
- ***Desastre*:** es un evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el

cumplimiento de las actividades esenciales y cotidianas. Un desastre es de mayor magnitud que una emergencia y, por lo general, la capacidad de respuesta de la comunidad es rebasada por este evento.

- ***Emergencia:*** es una situación generada por la manifestación de un evento natural, antrópico o mixto, el cual modifica severamente las condiciones normales de vida de una comunidad y que hace necesaria la intervención con medidas inmediatas para su control.
- ***Mitigación:*** Consiste en la reducción de la vulnerabilidad mediante adopción de medidas estructurales (que requieren técnicas elaboradas: diques, presas, etc.) y no estructurales (normas reguladoras de la conducta humana, por ejemplo, planes de ordenamiento territorial).
- ***Prevención*:** Hace referencia a la reducción de los riesgos, ya sean naturales o inducidos por el hombre.
- ***Preparación*:** Se refiere a las medidas que se adoptan para reducir al máximo la duración del período de emergencia post desastre y, en consecuencia, acelerar el inicio de la etapa de rehabilitación y reconstrucción. Busca, igualmente, reducir la magnitud del sufrimiento individual y colectivo, así como traumatismo económico e institucional.
- ***Riesgo*:** es la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sociales, económicas o técnicas en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo, es decir, hace referencia a la relación de la vulnerabilidad y la amenaza.
- ***Riesgo ambiental:*** riesgo inducido por la construcción y operación de proyectos (como los hidroeléctricos) y con capacidad de generar consecuencias indeseables sobre el ambiente, bien sea el medio natural o social.
- ***Vulnerabilidad*:** Es el nivel al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y su propiedad, y los servicios públicos. La vulnerabilidad puede ser abordada desde diferentes ópticas, en el presente plan se relacionan las que tienen injerencia en el proyecto: Natural (la que presenta todo ser vivo), física (se refiere especialmente a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos), social (se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad, ya que una comunidad es socialmente vulnerable a medida que las relaciones de vínculo con sus miembros entre sí, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física), política (hace referencia al nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que la afectan), técnica (nivel de tecnología existente para afrontar un siniestro).

10.3.2 Análisis de riesgos

10.3.2.1 Identificación y Valoración de las Amenazas

Como se enunció anteriormente, la amenaza está relacionada con la probabilidad de ocurrencia de eventos que pueden ocasionar un riesgo ambiental. En el Proyecto, las amenazas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Amenazas exógenas: cuando los eventos que pueden ocurrir son causados por factores que están fuera del alcance o la influencia del proyecto. Pueden ser de origen natural o antrópico.
- Amenazas endógenas: cuando las causas de los eventos tienen relación con causas internas al proyecto, que pueden depender de él o que están más a su alcance, como puede suceder con fallas técnicas, mecánicas, eléctricas, estructurales, entre otros.

A continuación, se muestra cuáles son las amenazas identificadas para el proyecto y a qué tipología descrita corresponden, Tabla 10-19.

Tabla 10-19. Identificación de amenazas relacionadas con el proyecto

Tipo	Amenaza
Exógenas	Actividad sísmica
	Movimientos en masa
	Inundaciones
	Avenidas torrenciales
	Alteración de orden público y social
	Terrorismo
Endógenas	Inundaciones en obras principales del proyecto
	Incendios y explosiones en plantas físicas
	Electrocución
	Fallas en diseños
	Fallas de construcción
	Fallas en equipos
	Incidencias en la vía principal
	Emergencias de salubridad
	Derrames accidentales de contaminantes al agua o al suelo
	Accidentes operacionales

Algunas amenazas cuentan con información que permite cuantificarlas. Otras, cuentan con datos que permiten hacer un análisis probabilístico, para estos casos, es necesario hacer un análisis conceptual de la amenaza.

Para homogenizar el análisis, se realiza una valoración cualitativa de las amenazas entre Alta, Media o Baja. A continuación, se describe cada una de ellas, con excepción de las avenidas torrenciales, inundaciones y movimientos en masa que se tratan en un apartado aparte de este documento (ver numeral 10.3.2.3).

10.3.2.1.1 Análisis de amenaza por actividad sísmica

Se presentan y analizan los datos de sismicidad histórica e instrumental a través de recopilación bibliográfica de la información disponible en el área de estudio a nivel regional. Este análisis constituye una herramienta en la definición y ubicación de fuentes que contribuyen a la amenaza sísmica en el área de estudio.

El Municipio de Cocorná está ubicado en la subregión oriental del departamento de Antioquia, sobre la margen oriental de la cordillera central. Se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia lo que hace que el proyecto se vea directamente afectado por esta amenaza. La Figura 10-124 muestra el mapa de amenaza sísmica de Colombia, preparado por el Servicio Geológico Colombiano, (antes INGEOMINAS).

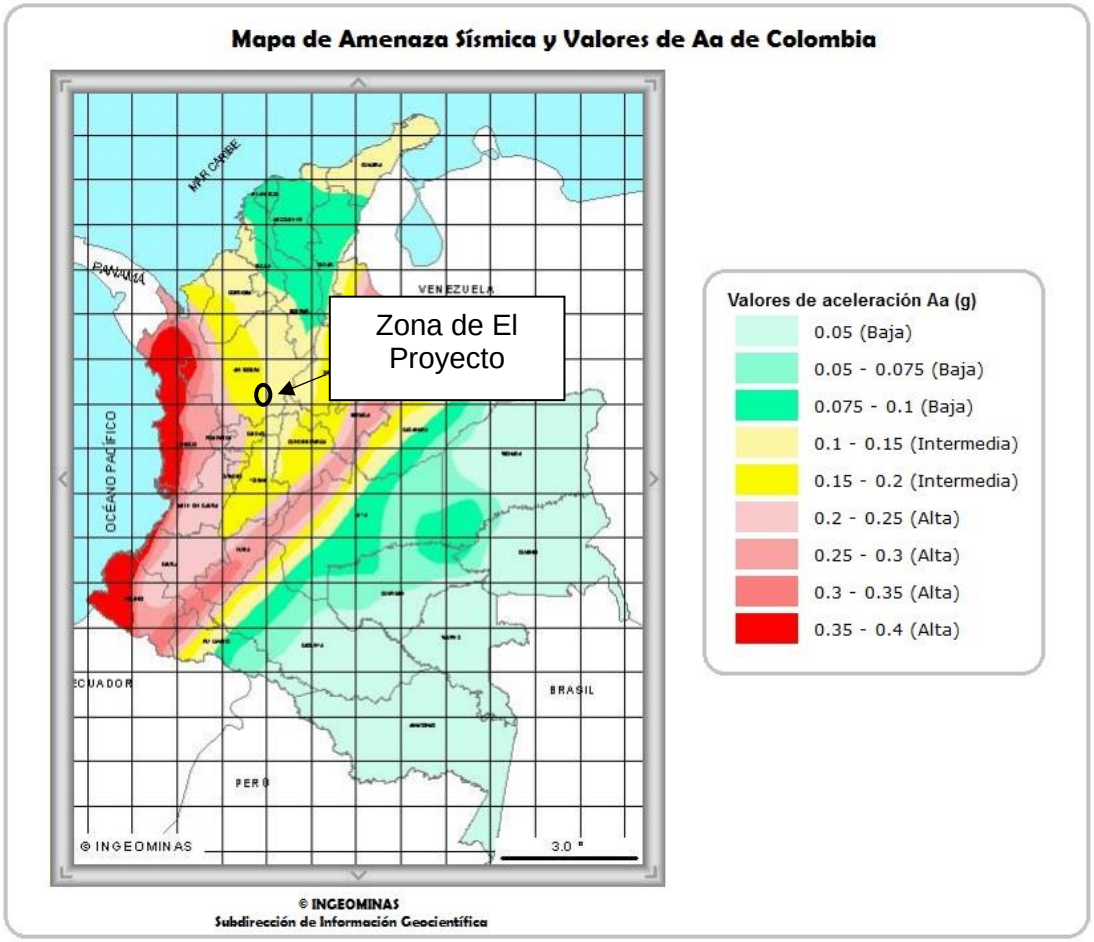


Figura 10-124. Amenaza sísmica en Colombia

Fuente: INGEOMINAS

En caso de presentarse este fenómeno a causa de subducción, fallas locales o regionales, podría ocasionar desestabilización en las obras y taludes. De acuerdo con las tendencias modernas de diseño sismo resistentes, el azud se construirá para los sismos de mayor intensidad en función del tiempo y período de retorno.

10.3.2.1.2 Análisis de amenaza por alteración del orden público y social

El proyecto se puede ver afectado por huelgas, protestas o alteraciones del orden público, realizadas por la comunidad, el personal u otros actores de la zona. Éstas pueden ser ocasionadas como consecuencia de inconformidades por el desarrollo del proyecto, la forma de ejecución de las obras o cómo efecto de la acumulación de conflictos socioambientales. Lo anterior puede traer como consecuencia el bloqueo de las vías de acceso, la obstaculización en la ejecución de las obras, el cese temporal de la operación.

Dada la experiencia en otros proyectos de esta naturaleza, se considera esta Amenaza como Media, no por la probabilidad de ocurrencia de los eventos enunciados, sino por las consecuencias para el tejido social local y las afectaciones al desarrollo del proyecto. En los Planes de Manejo del Medio Socioeconómico se identifican los potenciales conflictos sociales y medidas de manejo que permiten inferir que es un riesgo mitigable.

Dada las características de la región, existe la probabilidad de que se presenten los siguientes eventos:

- Huelgas: Por la inconformidad del personal que adelanta las labores durante la fase de construcción, que puede ocasionar el cese de actividades, generando retrasos en los cronogramas, costos extras y bloqueo parcial o total del proyecto y vías.
- Protestas, bloqueos, restricciones de movilidad: Como reacción de la comunidad del área de influencia por rechazo o inconformidad frente al proyecto o por cambios en la dinámica social. Se pueden presentar desde protestas de los integrantes de la comunidad, hasta bloqueo de vías y promoción de huelgas, con el consecuente atraso en cronogramas y deterioro de las relaciones entre el proyecto y la comunidad.

10.3.2.1.3 Análisis de amenaza por terrorismo

La zona del proyecto fue golpeada por el conflicto armado en el periodo comprendido entre 1990 y 2010. Si bien no se detecta la presencia de actores armados en la zona, su presencia histórica obliga a mostrarlo y considerarlo como una amenaza baja latente. Asimismo, se consideran otro tipo de actividades criminales como lo es el robo. Los siguientes eventos son los que se consideran con una mayor probabilidad de ocurrencia:

- Asaltos o robos: Situación que puede suceder al no contar con la seguridad necesaria en el sitio del proyecto, ocasionando pérdida de maquinaria, equipos y bienes, así como daño de infraestructura en bodegas, talleres, oficinas, frentes de obra entre otros.
- Sabotaje: Puede ocasionar destrucción parcial o total de infraestructura, equipos de construcción, centros de combustibles, bloqueo o destrucción de vías.
- Secuestros: Del personal relacionado con la construcción y planeación del proyecto.

10.3.2.1.4 Análisis de amenaza por inundación en obras principales del proyecto

Las obras de un proyecto de este tipo se diseñan para condiciones asociadas con un período de retorno. Las obras temporales y los procedimientos constructivos, como

se mencionó en el capítulo “Descripción del Proyecto” del presente EIA, se han formulado para un período de retorno 10 o 25 años, dependiente de la obra. Las obras principales se han proyectado para soportar las condiciones asociadas a la magnitud del evento de un período de retorno de 200 años. Si se presentan condiciones mayores que tales criterios, la amenaza de inundación existe, tanto en la zona de captación y desarenadores como en la conducción y la casa de máquinas.

En términos de eventos que hayan ocurrido en proyectos similares en los últimos años, se pueden considerar los siguientes:

- PCH El Edén. Pensilvania, Caldas. Durante construcción se inundó la captación y el túnel de conducción.
- PCH San Miguel. San Luis, Antioquia. Durante construcción se inundó la captación y el túnel de conducción.
- PCH Santa Rita. Andes, Antioquia. Durante operación se inundó la casa de máquinas.

En relación con los proyectos de este tipo construidos (que son conocidos) entre el 2007 y el 2017 en el país (La Cascada San Roque, Caruquia, Guanaquitas, Barroso, San Miguel, Popal, Molinos, San Matías, Cocuyo, Magallo, Las Palmas, El Edén, Morro Azul, La Cascada Abejorral, Puente Guillermo, La Naveta, La Rebusca, Agua Fresca, Río Piedras, Tuluá Alto, Tuluá Bajo, Montañitas, Alejandría), los proyectos que se han inundado durante construcción representan un 8,7% del total.

Durante la fase de operación, las condiciones de diseño son más estrictas, razón por la que la probabilidad de falla es menor. En gracia de discusión, si se hace caso de la cantidad de pequeñas centrales hidroeléctricas existentes en 2012 reportadas por el Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas –INEA- (E. Torres, G Parga) y actualizado por E. Torres (197 PCH) y se le suman las construidas desde ese momento hasta finales del año 2017 (19 PCH), en total hay en Colombia 216 centrales de este tipo en el país. Eventos como el de Santa Rita en los últimos 10 años no han ocurrido en ninguna otra, por lo que la probabilidad de ocurrencia en ese período de tiempo es de 0,46%.

En ambas etapas, construcción y operación, se considera una amenaza baja el evento de inundación.

10.3.2.1.5 Análisis de amenaza por incendios y explosiones en plantas físicas

En las instalaciones del proyecto se pueden generar incendios en los lugares donde se almacenan sustancias inflamables o combustibles y zonas con riesgo eléctrico; es decir, talleres, depósitos de residuos, casa de máquinas, oficinas, depósitos de materiales.

Para la construcción de obras donde se presente material rocoso, se puede requerir la realización de voladuras controladas. Una inadecuada manipulación de los

explosivos puede generar una detonación no controlada que ponga en riesgo la vida del personal del proyecto y el proyecto mismo.

También se puede generar por eventos de segundo orden originados por tormentas eléctricas o terremotos, por cuanto se presentan rupturas de redes eléctricas, tuberías de combustible y corto circuitos.

Las explosiones pueden suceder cuando chispas, llamas o altas intensidades de calor llegan hasta lugares de deficiente ventilación, cuya atmósfera está muy cargada de gases explosivos, o lugares de almacenamiento de pólvora y material explosivo, como es el caso del polvorín.

En ninguno de los proyectos mencionados en el apartado anterior ha ocurrido un caso de estos, por lo que se considera una Amenaza Baja.

10.3.2.1.6 Análisis de amenaza por electrocución

La amenaza de electrocución está relacionada con la falta de protección del cableado eléctrico, con equipos en deficiente estado de mantenimiento, con la ausencia de señalización de accesos restringidos, con la falta de señalización de cables, breakers y tableros, y con el uso inadecuado o no uso de los equipos de protección personal pertinentes para labores que impliquen contacto con instalaciones eléctricas. En ninguno de los proyectos mencionados en el apartado anterior ha ocurrido un caso de estos, por lo que se considera una Amenaza Baja.

10.3.2.1.7 Análisis de amenaza por fallas en los diseños

El dimensionamiento de las obras que hacen parte de la pequeña central hidroeléctrica debe estar de acuerdo con la información topográfica, geotécnica e hidrológica, con el fin de evitar problemas en la construcción y operación de la central.

Errores en los diseños deben ser considerados y evitados porque pueden generar riesgos sobre el ambiente, la población o sobre la infraestructura física o social de la zona.

Durante el proceso constructivo, pueden presentarse fallas que generen algún riesgo sobre el ambiente o sobre la infraestructura física o social de la zona. Los fallos más recurrentes de este tipo son los derrumbes que se generan en los taludes debido a un inadecuado diseño de la pendiente o de las obras de estabilización de estos. Esto puede considerarse como una Amenaza Alta.

Con el fin de minimizar la ocurrencia de errores en los diseños se seguirá la norma de construcción sismo resistente vigente para Colombia (NSR 10 y/o la que la complemente o sustituya) y las demás normas, guías y reglamentos existentes en Colombia, que rigen el diseño de cada una de las obras del proyecto.

10.3.2.1.8 Análisis de amenaza por fallas de construcción

La utilización de materiales que no cumplen con las características de resistencia requeridas y la realización de procesos constructivos inadecuados, pueden generar fallas en el azud ubicado en la zona de captación del proyecto o en las demás obras civiles, poniendo en riesgo la población e infraestructura del área de influencia, especialmente la que se encuentra más cercana a las obras del proyecto.

Así mismo, durante la construcción del sistema de conducción del agua se puede presentar la desestabilización y derrumbe de taludes y de las paredes de las excavaciones, con el consecuente efecto de desplome lateral del área y posibles víctimas humanas en caso extremo. Además, también se pueden presentar problemas de estabilidad durante la construcción de las demás obras del proyecto, poniendo en riesgo la vida de los empleados.

Para disminuir los riesgos que se puedan presentar por la falla de estructuras tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, el diseño y la construcción de las obras civiles se realizará siguiendo la norma de construcción sismo resistente vigente para Colombia (NSR 10 y/o la norma que la complemente o sustituya), motivo por el cual se considera que todos los escenarios de falla analizados en los párrafos anteriores tienen una Amenaza Baja.

Sin embargo, con el fin de dar un mayor sustento al análisis de que la amenaza por la rotura del azud es Baja y que así mismo lo es el riesgo que existe por este acontecimiento, se consideran los siguientes aspectos:

- El proyecto PCH Cocorná III es un proyecto a filo de agua, que para la captación del agua demandada necesita un azud que se construirá de forma transversal al río, el cual genera un pondaje con un volumen máximo de almacenamiento de agua de aproximadamente 12.555 m^3, correspondiente a un tiempo de almacenamiento de agua de 18,2 minutos si se considera el caudal medio del río Cocorná en el punto de ubicación de las obras de captación con un valor de 11,53 m^3/s.
- Esta baja capacidad de almacenamiento aguas arriba del azud, sumado a la poca altura de dicha estructura (4m), clasifica a la presa como una pequeña presa, cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada a baja importancia y solo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. Lo anterior según el Real Decreto 264/2021 de 13 de abril de 2021, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses en España (Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrátics, 2021). De acuerdo con esta norma, los criterios para la clasificación de las presas son los siguientes: a) En función de sus dimensiones se distinguen grandes presas y pequeñas presas. Se considera gran presa aquella cuya altura es superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico. Se considera pequeña presa aquella que no cumple las condiciones de gran presa. b) En función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o

funcionamiento incorrecto, se clasifican en una de las tres categorías siguientes: Categoría A: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto pueden afectar gravemente a núcleos urbanos o a servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes. Categoría B: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas. Categoría C: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las categorías A o B.

El azud que se construirá para la operación del proyecto se podría clasificar en la categoría C debido a que en el tramo con caudal reducido hay poca infraestructura física que se encuentre a menos de 100 metros de distancia de las márgenes del cauce. Hay siete edificaciones usadas para vivienda, de las cuales 5 están localizadas a más de 100 metros de la margen del cauce del río Cocorná medidos en forma perpendicular a esta; las otras dos viviendas están a 82 y 92 metros aproximadamente. Adicionalmente hay 12 obras usadas para el desarrollo de las actividades productivas que se realizan en la zona cómo son establos, estanques piscícolas, casetas para bebederos, entre otras. De las 12 estructuras con usos diferentes al habitacional, 8 están a más de 100 metros, 2 a una distancia aproximada de 95 metros y las dos restantes están a 66,2 y 74,9 metros aproximadamente. Finalmente hay un puente peatonal sobre el río Cocorná en la vereda Mazotes. Ver Figura 10-125.

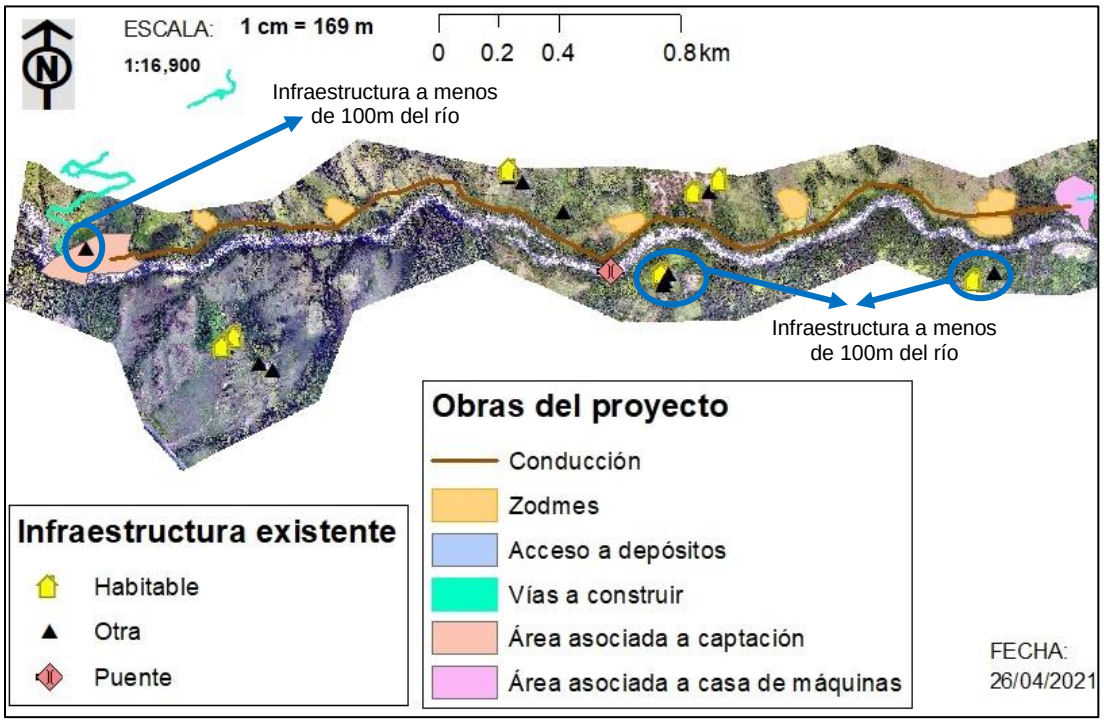


Figura 10-125. Infraestructura existente en el tramo con caudal reducido ubicada a una distancia cercana a los 100 metros

Tomando como referencia los resultados de la modelación hidráulica en el tramo con caudal reducido, realizada como parte de la caracterización de la dinámica fluvial del río Cocorná con y sin proyecto (ver Capítulo 5 Caracterización Abiótica Parte 2, numeral 5.1.4.9.4.3 y Anexo 5.1.7.4_Hidráulica_río_Cocorná), se tiene que ninguna de las viviendas mostradas en la figura anterior, se encuentra dentro de la mancha de inundación para un período de retorno de 100 años. En la Tabla 10-20 se observa que el máximo ancho de la superficie del agua en todo el tramo con caudal reducido es de 87,95 metros para este período de retorno, resultado obtenido en la sección 4225, ubicada aguas arriba del azud. Este ancho abarca tanto el ancho del cauce a banca llena como las áras de flujo extras necesarias a ambos lados del cauce para que el caudal de 100 añor de recurrencia fluya por la sección. Por otro lado, en las secciones donde se encuentran las viviendas ubicadas a 82 y 92 metros aproximadamente (tramos compredidos entre las secciones 2200 a1800 y 900 a 700 respectivamente) el ancho de la superficie del agua no supera los 68,84 metros, incluyendo el ancho del cauce y de la llanura inundación utilizada por el caudal de 100 años para atravesar por dichos sectores.

Así mismo, de la caracterización hidráulica realizada, se obtuvo que, al comparar los resultados obtenidos para cada uno de los caudales simulados, con y sin proyecto, se observa que las variaciones de la altura de la lámina de agua y por lo tanto del ancho de la superficie del agua, se dan principalmente en las secciones ubicadas

aguas arriba del azud, hasta aproximadamente 150 arriba de esta obra y alrededor de 125 m aguas abajo. En el resto del perfil la altura de la lámina no varía al comparar los dos escenarios. Lo anterior se debe a que la PCH Cocorná III es un proyecto a filo de agua que genera un embalse casi despreciable y por tanto no genera una regulación de los caudales presentes en el río, dejando pasar sobre el azud todo el caudal que sobrepasa la capacidad de la captación.

Teniendo en cuenta las explicaciones dadas en los párrafos anteriores, se puede concluir que la pérdida de vidas humandas por una inudación de 100 años correspondiente a un caudal de 426,4 m^3/s, ya sea que esta se de con o sin rotura del azud, sólo se podría dar de forma incidental, corroborando esto que en caso de que el azud falle bajo condiciones de crecida como de caudal medio, esta estructura se puede clasificar en Categoría C: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. Además, si la rotura del azud se da en condiciones de crecida los efectos serían similares a los generados por una inundación de igual período de retorno, pero en un escenario sin proyecto.

Tabla 10-20. Resultados de la modelación hidráulica para el tramo con caudal reducido con una caudal de perído de retorno de 100 años (426,4 m^3/s)

Sección	Mínima elevación del canal (msnm)	Elevación superpifie agua (msnm)	Máxima profundidad agua (m)	Velocidad media (m/s)	Ancho superficie agua (m)
4352,35	1355,81	1357,68	1,87	4,73	81,41
4350	1355,62	1357,42	1,8	5,04	80,09
4300	1351,63	1353,17	1,54	6,77	67,03
4250	1346,69	1351,87	5,17	1,6	81,77
4225	1345,76	1351,9	6,14	1,14	87,95
4200	1344,91	1351,87	6,96	1,29	70,18
4185	1345	1351,87	6,87	1,24	58,54
4171,41	1345	1351,85	6,85	1,29	48,41
4156,17	1342,63	1347,44	4,81	3,09	49,42
4150	1342,32	1346,38	4,05	5,77	36,85
4125	1340,79	1342,43	1,64	8,25	43,95
4100	1338,97	1341,23	2,26	5,57	66,48
4050	1335,93	1340,15	4,22	3,04	70,44
4000	1334,97	1338,81	3,84	5,24	40,49
3950	1328,96	1331,07	2,1	11,8	29,22
3900	1326,97	1328,99	2,02	7,72	42,11
3850	1324,97	1327,52	2,55	5,85	50,71

Sección	Mínima elevación del canal (msnm)	Elevación superpifie agua (msnm)	Máxima profundidad agua (m)	Velocidad media (m/s)	Ancho superficie agua (m)
3800	1317,98	1319,72	1,74	11,02	41,37
3750	1315,67	1318,59	2,92	7,56	39,44
3700	1310,99	1313,48	2,49	9,9	32,35
3650	1306,97	1309,65	2,68	9,81	29,16
3600	1305,1	1308,64	3,54	7,29	33,13
3550	1301,04	1303,09	2,05	10,53	36,29
3500	1295,35	1297,57	2,22	9,8	37,2
3450	1291,38	1293,36	1,99	8,44	42,58
3400	1285,82	1287,85	2,03	9,52	33,75
3350	1283,11	1285,9	2,79	7,57	38,13
3300	1280,51	1282,4	1,89	7,81	44,51
3250	1277	1280	3,01	7,73	34,76
3200	1276,97	1280,46	3,49	5,3	50,89
3150	1275,18	1277,44	2,26	8,08	52,96
3100	1269,17	1270,74	1,56	10,06	58,24
3050	1266,83	1269,6	2,77	6,33	45,55
3000	1261,37	1262,98	1,61	10,69	47,34
2950	1256,92	1259,46	2,54	8,21	38,32
2900	1250,98	1253,09	2,11	10,8	36,01
2850	1248,69	1250,92	2,23	7,16	43,43
2800	1246,88	1249,08	2,2	6,51	62,49
2750	1243,97	1245,81	1,84	7,03	61,51
2700	1241,5	1243,55	2,05	6,24	60,45
2650	1235,77	1237,23	1,46	9,63	57,82
2600	1231,43	1233,57	2,14	7,77	50,18
2550	1230,57	1232,97	2,4	5,04	59,12
2500	1228,45	1230,93	2,48	6,34	71,06
2450	1224,37	1226,34	1,98	8,38	49,28
2400	1222,13	1225,58	3,45	5,83	39,83
2350	1216,95	1219,3	2,35	10,77	32,08
2300	1214,42	1217,69	3,27	8,17	32,84
2250	1208,72	1210,47	1,76	11,36	35,75

Sección	Mínima elevación del canal (msnm)	Elevación superpifie agua (msnm)	Máxima profundidad agua (m)	Velocidad media (m/s)	Ancho superficie agua (m)
2200	1207	1209,98	2,98	6,38	43,22
2150	1205,49	1208,05	2,56	6,83	54,3
2100	1199,91	1201,13	1,22	10,77	66,19
2050	1196,19	1198,32	2,13	7,23	68,84
2000	1190,96	1192,39	1,43	9,24	66,15
1950	1187,98	1190,12	2,14	5,85	57,52
1900	1187	1189,91	2,92	5,01	64,34
1850	1185,98	1188,65	2,67	5,68	60,47
1800	1181,51	1183,34	1,83	9,63	51,08
1750	1177,36	1179,68	2,33	8,33	45,91
1700	1175	1177,83	2,83	7,14	46,89
1650	1171,65	1173,64	1,99	9,07	51,86
1600	1170,58	1172,73	2,15	5,75	62,77
1550	1167,99	1171,62	3,63	3,59	62,54
1500	1166,88	1170,34	3,47	5,47	44,61
1450	1165,43	1168,84	3,41	6,41	41,41
1400	1160,96	1162,67	1,71	10,78	46,48
1350	1158	1162,52	4,52	3,34	67,35
1300	1158,99	1162,05	3,06	3,74	68,25
1250	1158,22	1161,18	2,96	4,7	76,01
1200	1154,45	1156,36	1,91	9,25	49,69
1150	1151,08	1153,24	2,16	7,38	44,45
1100	1145,39	1147,2	1,81	9,54	47,42
1050	1144,2	1147,71	3,51	5,16	42,87
1000	1138,56	1140,43	1,87	11,61	38,37
950	1137	1139,77	2,78	6,67	35,91
900	1136,99	1140,82	3,83	3,54	52,65
850	1135,25	1139,45	4,2	5,87	44,06
800	1127,93	1129,87	1,94	13,25	28,69
750	1126	1128,94	2,94	8,02	37,74
700	1124,99	1129,02	4,04	5,52	49,75
650	1121,8	1123,59	1,79	10,13	46,44

Sección	Mínima elevación del canal (msnm)	Elevación superpifie agua (msnm)	Máxima profundidad agua (m)	Velocidad media (m/s)	Ancho superficie agua (m)
600	1119,24	1120,92	1,68	6,77	71,37
550	1118,48	1120,62	2,14	4,25	100
500	1115,86	1118,14	2,28	7,08	71,49
450	1110	1111,33	1,33	9,75	62,06
400	1108,88	1111,57	2,69	5,09	78,5
350	1107,33	1110,44	3,11	5,66	76,43
300	1105,98	1108,56	2,58	6,2	54,09
250	1105	1107,97	2,98	4,87	58,3
200	1101,57	1103,77	2,2	9,43	47,08
150	1098	1102,81	4,81	2,49	66,89
100	1097	1102,5	5,5	3,21	54,19
50	1096,94	1102,61	5,67	2,19	80,88

Nota: Las secciones resaltadas en gris corresponden a los tramos donde están ubicadas las viviendas que están a menos de 100 m de distancia del río Cocorná

10.3.2.1.9 Análisis de amenaza por fallas en equipos

Durante la fase de operación, los fallos en los equipos de protección pueden generar riesgos ambientales. Un fallo en la válvula de protección de la conducción, así como en la válvula de admisión a la turbina, puede generar un evento de inundación aguas abajo.

En la fase de construcción puede haber fallas en la maquinaria pesada y en equipos, lo que puede generar afectaciones sobre el patrimonio natural por el derrame de combustibles y aceites. No obstante, estos eventos tienen una Amenaza Baja debido a que en cada una de las etapas del proyecto se realiza un adecuado mantenimiento preventivo a equipos y maquinaria utilizada.

10.3.2.1.10 Análisis de amenaza por incidencias en la vía principal

La vía nacional de primer orden asociado con El Proyecto, tanto para acceder a las obras de captación como a las de casa de máquinas, es la Autopista Medellín-Bogotá, esta podría tener alteraciones en su funcionamiento por alguna eventualidad que se pueda presentar con la construcción y operación.

Los posibles eventos amenazantes sobre la vía y el ambiente son mínimos, por tanto, se considera una Amenaza Baja.

10.3.2.1.11 Análisis de amenaza por emergencias de salubridad

Las condiciones de salud e higiene colectivas pueden verse alteradas por un vector transmisor de alguna enfermedad, por fallas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, por el consumo de agua y alimentos contaminados química o biológicamente, o por una manipulación inadecuada de los mismos. Este tipo de emergencia puede tener origen en el contacto con la fauna, flora, y la población de la zona, la planta de tratamiento de agua potable, en el sistema distribuidor, o para el caso de los alimentos por condiciones antihigiénicas de procesamiento y fabricación.

En proyectos de este tipo bien manejados y operados, normalmente no ocurren eventos de esta clase de incidencia colectiva. Por lo tanto, esta Amenaza se considera Baja.

10.3.2.1.12 Análisis de amenaza por derrames accidentales de contaminantes al agua o al suelo (grasas, aceites, sustancias químicas, entre otras)

Los vertimientos de residuos líquidos deben pasar por un tratamiento que asegure la remoción parcial de la contaminación antes de realizar el vertido. Sin embargo, es posible que las aguas vertidas continúen con una carga contaminante, que, a pesar de haber sido tratada, sigue siendo muy elevada, lo que puede suceder por fallas en los sistemas de tratamiento, o por contaminación de aguas subterráneas, ocasionadas por derrames accidentales de sustancias contaminantes. Esta Amenaza se considera Baja ya que el proyecto tomará todas las medidas necesarias para tratar sus residuos líquidos antes de ser vertidos a fuentes hídricas.

La preparación de mezclas sin una protección del suelo como plásticos o geotextiles aislantes de la superficie y los derrames accidentales de sustancias durante su manipulación contribuyen a contaminar el suelo. Normalmente estos sucesos ocurren en zonas muy localizadas en torno a 10 m^2. También se pueden presentar derrames de combustibles. En ambos casos, esta Amenaza se considera Baja por la magnitud de los eventos.

10.3.2.1.13 Análisis de amenaza por accidentes operacionales

Los accidentes operacionales pueden ser causados por:

- Ausencia del seguimiento de las directrices para evitar el riesgo de accidentes laborales, como consecuencia de la negligencia o caso omiso de las normas de seguridad y salud en el trabajo, así como de los procedimientos contemplados para la ejecución de las diferentes actividades de construcción y operación de la central hidroeléctrica.
- Aumento de tránsito de vehículos y maquinaria de construcción, lo que puede ocasionar un aumento de la accidentalidad en la zona de influencia del proyecto y en las vías de acceso a los frentes de obra.

Esta Amenaza se considera Media por la importancia de los eventos que se pueden presentar, más que por la cantidad en que puedan suceder.

10.3.2.2 Identificación de elementos vulnerables o sensibles

La identificación de los elementos más sensibles que pueden ser afectados por las amenazas naturales o por aquellas que se pueden dar como desarrollo del proyecto, se realizó teniendo en cuenta la caracterización de los medios Socioeconómico, Físico y Biótico. Ver Tabla 10-21.

Tabla 10-21. Elementos vulnerables identificados

Medio	Elemento Vulnerable
Socioeconómico	Comunidades presentes en el área de influencia Infraestructura física existente Obras del proyecto Comunidad vinculada a las obras del proyecto Comunidades presentes aguas abajo del sitio de captación
Abiótico	Río Cocorná y sus quebradas afluentes
Biótico	Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río aguas abajo de la captación) Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río) Flora y fauna presente en el área de influencia

10.3.2.3 Identificación y valoración de las amenazas, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales

El entorno para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos en el departamento de Antioquia, está asociado principalmente a afluentes presentes en sectores, categorizados geomorfológicamente como zonas montañosas en su contexto general. Las condiciones de pendiente, coberturas y conformación de los suelos de estos sectores, sumados a la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos como la lluvia, hacen necesario estimar el grado de amenaza a eventos, tales como: movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales a los que está expuesto el entorno local en donde se concibe el desarrollo de un proyecto de generación hidroeléctrica.

El conocimiento del grado de amenaza en el área de influencia para el componente geológico del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica Cocorná III, permitió evaluar desde este punto de vista la pertinencia de la concepción de las obras para el entorno y a su vez dar claridad a la población presente en la zona sobre la condición de la misma antes de su desarrollo. Adicionalmente el grado de amenaza puede ser considerado, en la medida que sea un factor crítico, en los planes de prevención y atención de contingencias.

La evaluación del riesgo por movimientos en masa, inundación y avenida torrencial, se realizó de forma cualitativa, tomando como base el esquema metodológico presente en el documento Evaluación y Zonificación de Riesgo y Dimensionamiento de Procesos Erosivos en los 26 Municipios de la Jurisdicción de Cornare, Convenio N° 2011-CF-12-0051 y 217 - 2011 Municipio de Cocorná (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012). Esta metodología propone la determinación de la amenaza de los eventos mencionados, a partir de la combinación de su recurrencia y la susceptibilidad del área analizada a este tipo de fenómenos; esta última calculada por medio de geo-procesamientos espaciales de las temáticas físico-bióticas y climáticas que participan en la ocurrencia de un fenómeno. Posteriormente, se determina la vulnerabilidad de las personas o de la infraestructura presente en las unidades de análisis ante las amenazas existentes para la determinación del riesgo.

Las temáticas consideradas abarcan la pendiente del terreno, la precipitación en la zona, la geomorfología, las coberturas terrestres, entre otras. De acuerdo a las clases o atributos presentes en cada una de las temáticas, estas serán normalizadas en una escala de valores de cer a nueve en virtud de su menor o mayor aporte en la ocurrencia del fenómeno estudiado. Esto permite que las temáticas puedan ser combinadas en operaciones aritméticas en un rango de valores similar en donde nueve (9), será la mayor incidencia (Muy Alta) y cero (0) la menor incidencia en el fenómeno (Muy Baja) en el evento analizado.

Posteriormente, se determinó la susceptibilidad del área analizada ante cada uno de los fenómenos estudiados por medio de la combinación de cada una de las temáticas, aprovechando la metodología de sumas ponderadas, en donde los sumandos estarán factorizados por coeficientes que determinan la mayor o menor participación de los mismos en la ocurrencia del fenómeno (ver Figura 10-126.).

Una vez determinada la susceptibilidad del fenómeno en análisis, se estimará para este su recurrencia a partir de la espacialización de los eventos presentes en bases de datos de registros de eventos ocurridos y posteriormente de la combinación de la susceptibilidad y la recurrencia se obtendrá la cualificación de la amenaza en el área de estudio (área de influencia del componente gelogía) en términos de Muy Alta (7-9), Alta (5-7), Media (3-5), Baja (3-1) y Muy Baja (0-1), alejándonos con este criterio de la forma de clasificación usada por el estudio referenciado (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012) que hizo uso de la opción automática de análisis de histogramas Natural Breaks del software ArcGIS. Es de resaltar que, en caso de no encontrar registros históricos de los eventos analizados en el área de estudio, la metodología asumida recomienda que se tome la susceptibilidad como la amenaza para dicha zona tal como lo asume la metodología ya mencionada.

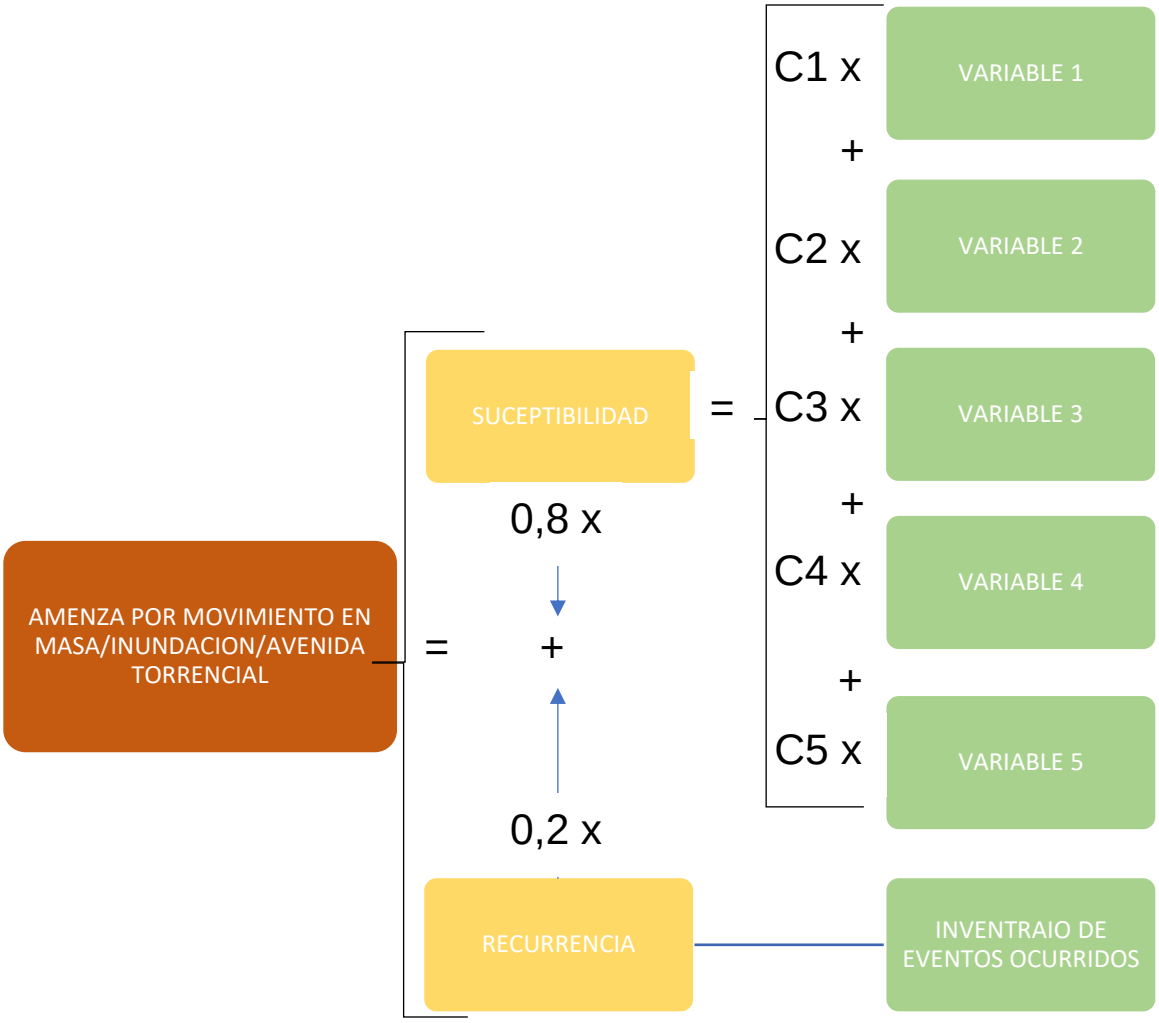


Figura 10-126. Esquema Metodológico Determinación Amenaza

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

10.3.2.3.1 Amenaza por movimiento en masa

Para determinar la amenaza por movimientos en masa en el área de influencia del componente geológico del proyecto Pequeña Central Hidroeléctrica Cocorná III, se consideran las temáticas de inclinación del terreno, la precipitación, el material superficial o regolito y las coberturas en superficie como determinantes en la ocurrencia del evento.

Tal como se mencionó anteriormente, estas temáticas requieren una normalización en rangos de valores Muy Alta (7-9), Alta (5-7), Media (3-5), Baja (1-3) y Muy Baja (0-

1), que le permitan combinarse en operaciones aritméticas para la determinación de la susceptibilidad. Para el análisis de los eventos de movimientos en masa la normalización de las variables se consideró de la siguiente forma:

En el caso de la pendiente esta fue determinada a partir del modelo de elevación digital, elaborado a partir de curvas de nivel de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y normalizada por medio de proceso de reclasificación teniendo en cuenta los siguientes rangos:

Tabla 10-22. Normalización de valores de pendiente para amenaza por movimiento en masa

Valor Pendiente (%)	Valor Normalizado
<5	1
5 - 12	3
12 - 35	5
35 - 75	7
> 75	9

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012, p. 25)

Los resultados de este proceso se muestran (Figura 10-127.) para evidenciar su distribución espacial y se cuantifican en tablas (Tabla 10-23) para visibilizar la extensión de las categorías determinadas en el área de influencia para los componentes de geotecnia, geología, geomorfología e hidrogeología (de ahora en adelante llamada área de influencia del componente de geología).

Tabla 10-23. Extensión de las categorías de pendientes

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	16,38	2,45%
Bajo	42,35	6,34%
Medio	247,94	37,12%
Alto	353,84	52,98%
Muy alto	7,41	1,11%
Total	**667,92**	**100%**

En lo que se refiere al parámetro de precipitación, esta fue extraída de la superficie de precipitación reclasificada de acuerdo a los valores presentados en la Tabla 10-24. Se resalta que se modificó el criterio con respecto a la metodología tomada como guía y se decidió clasificar los valores de precipitación normalizados teniendo en cuenta el espectro nacional.

Tabla 10-24. Normalización de valores de precipitación en mm/año

Valor Precipitación (mm/año)	Valor Normalizado
0 - 1000	1
1000 - 2000	3
2000 - 3000	5
3000 - 5000	7
5000 - 11000	9

La zona queda caracterizada por un único rango de precipitación (3000-5000) lo cual se muestra en la figura correspondiente (Figura 10-128.).

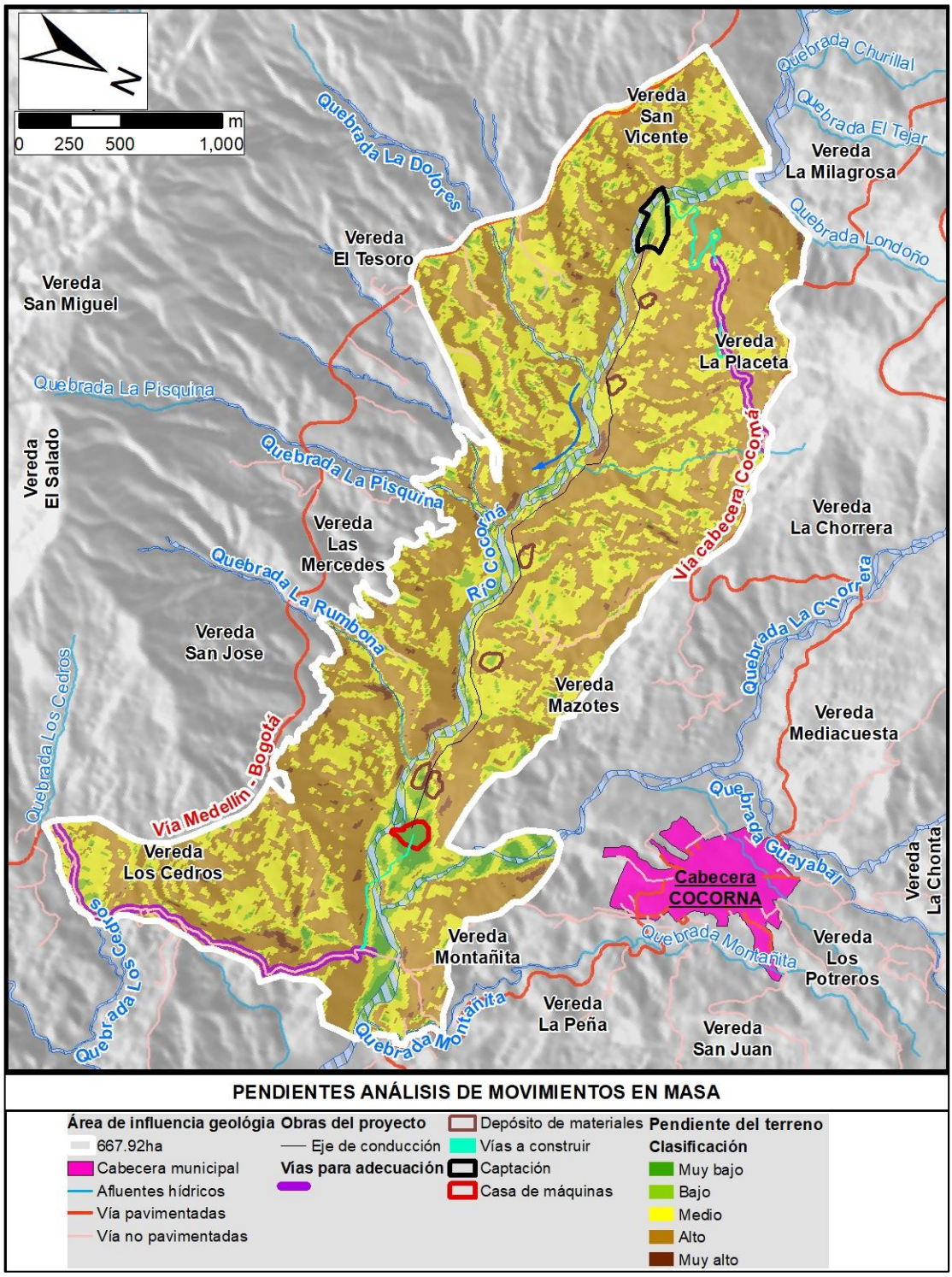


Figura 10-127. Distribución espacial pendientes reclasificadas

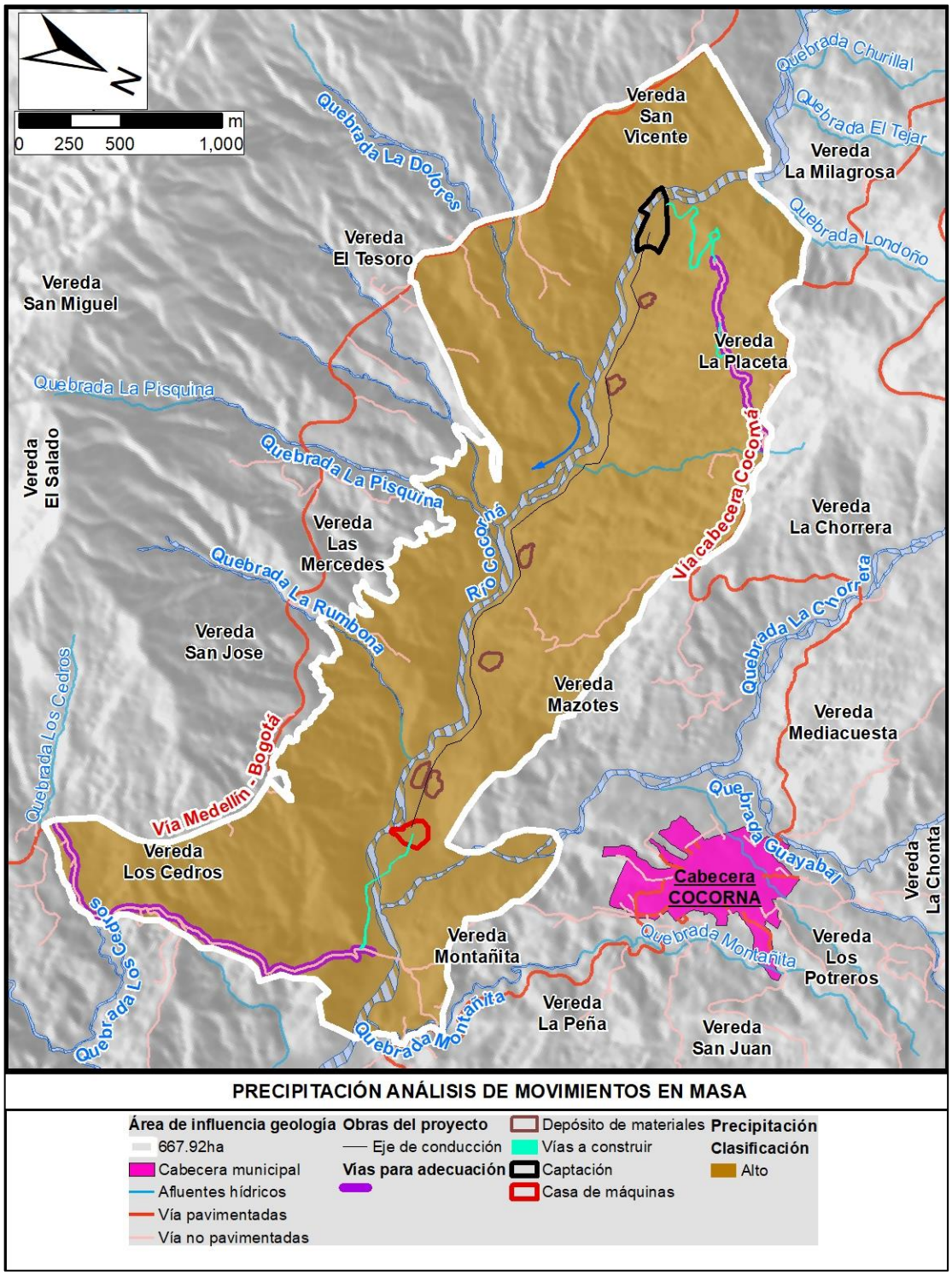


Figura 10-128. Distribución espacial precipitación reclasificada

La temática de cobertura superficial se abordó considerando las categorías de la clasificación Corine Land Cover presentes en el área de estudio y la normalización de estas se efectuó en términos de su mayor o menor aporte a la ocurrencia de un evento de movimiento en masa. Tabla 10-25.

Tabla 10-25. Normalización de las coberturas en el área de estudio

Cobertura	Valor
Bosque abierto	1
Bosque de galería y/o ripario	1
Bosque denso	1
Construcciones rurales	2
Cultivos permanentes arbóreos	2
Cultivos permanentes arbustivos	2
Cultivos permanentes herbáceos	2
Mosaico de cultivos	6
Mosaico de cultivos y espacios naturales	6
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	6
Mosaico de pastos y cultivos	6
Pastos arbolados	6
Pastos enmalezados	6
Pastos limpios	6
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	2
Ríos (50 m)	1
Vegetación secundaria o en transición	1
Tejido urbano discontinuo	2

Para el área del componente geológico se presentan la distribución porcentual de las coberturas por categorías (Tabla 10-26), así como su distribución espacial (Figura 10-129.).

Tabla 10-26. Distribución porcentual por categorías de las coberturas normalizadas

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	234,23	35,07%
Bajo	60,37	9,04%
Alto	373,32	55,89%
Total	**667,92**	**100%**

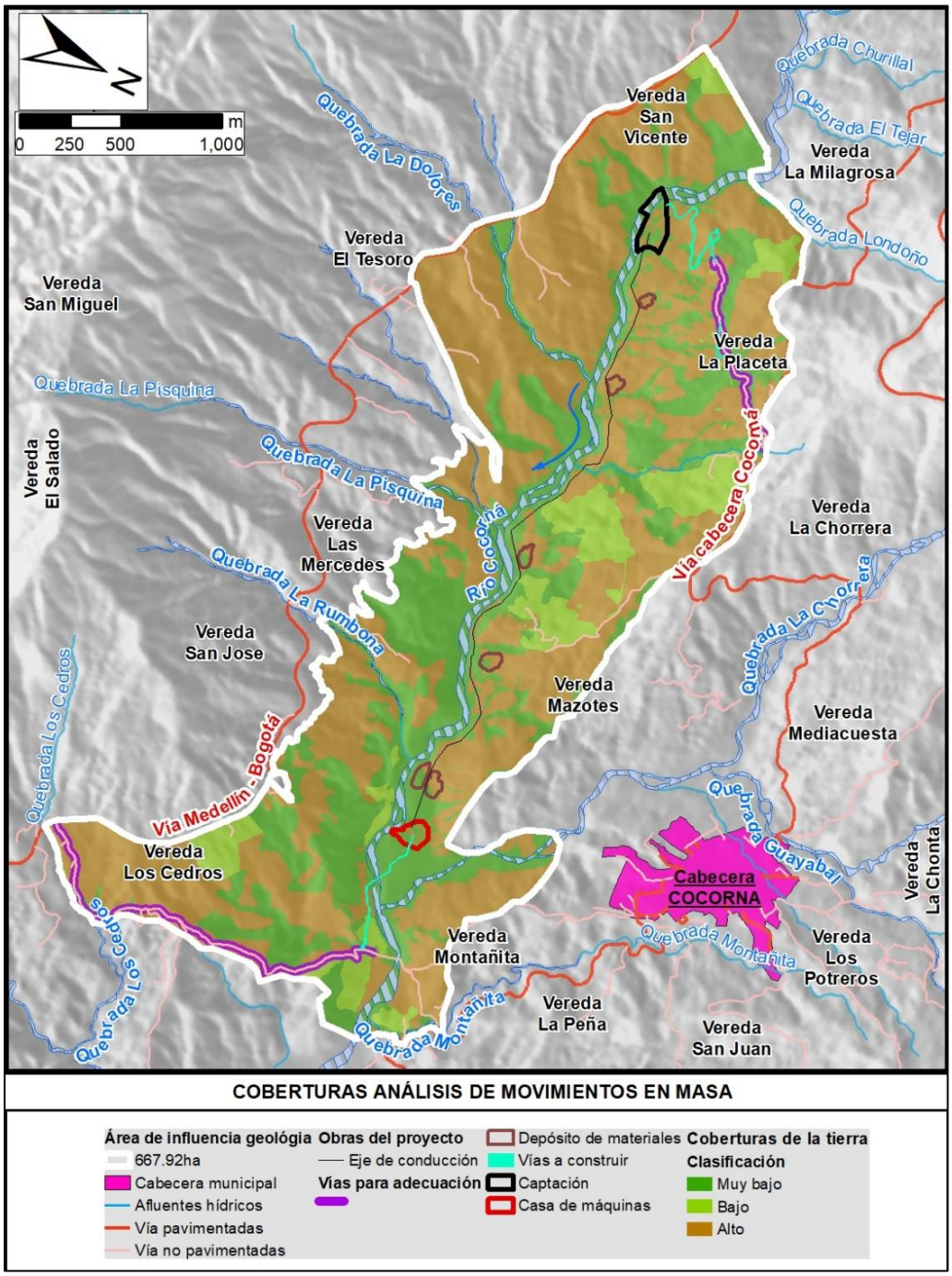


Figura 10-129. Distribución espacial de la normalización de coberturas

El material superficial, que se deriva de las unidades geológicas se normalizó teniendo en cuenta las unidades presentes en el área de influencia para el componente geología de la siguiente forma, ver Tabla 10-27:

Tabla 10-27. Normalización de las categorías de material superficial

Unidad Geológica	Material Superficial	Valor
Srri	Suelos residuales derivados de rocas intrusivas. Espesor de suelo entre 0-60m	4
Dsg	Depósito aluvial. Espesor de suelo entre 0-30m	2

A continuación, se muestra la proporción de las categorías de reclasificación y su distribución espacial, Tabla 10-28 y Figura 10-130.

Tabla 10-28. Distribución porcentual por categorías del material superficial

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Bajo	2,86	0,43%
Medio	665,07	99,57%
Total	**667,92**	**100%**

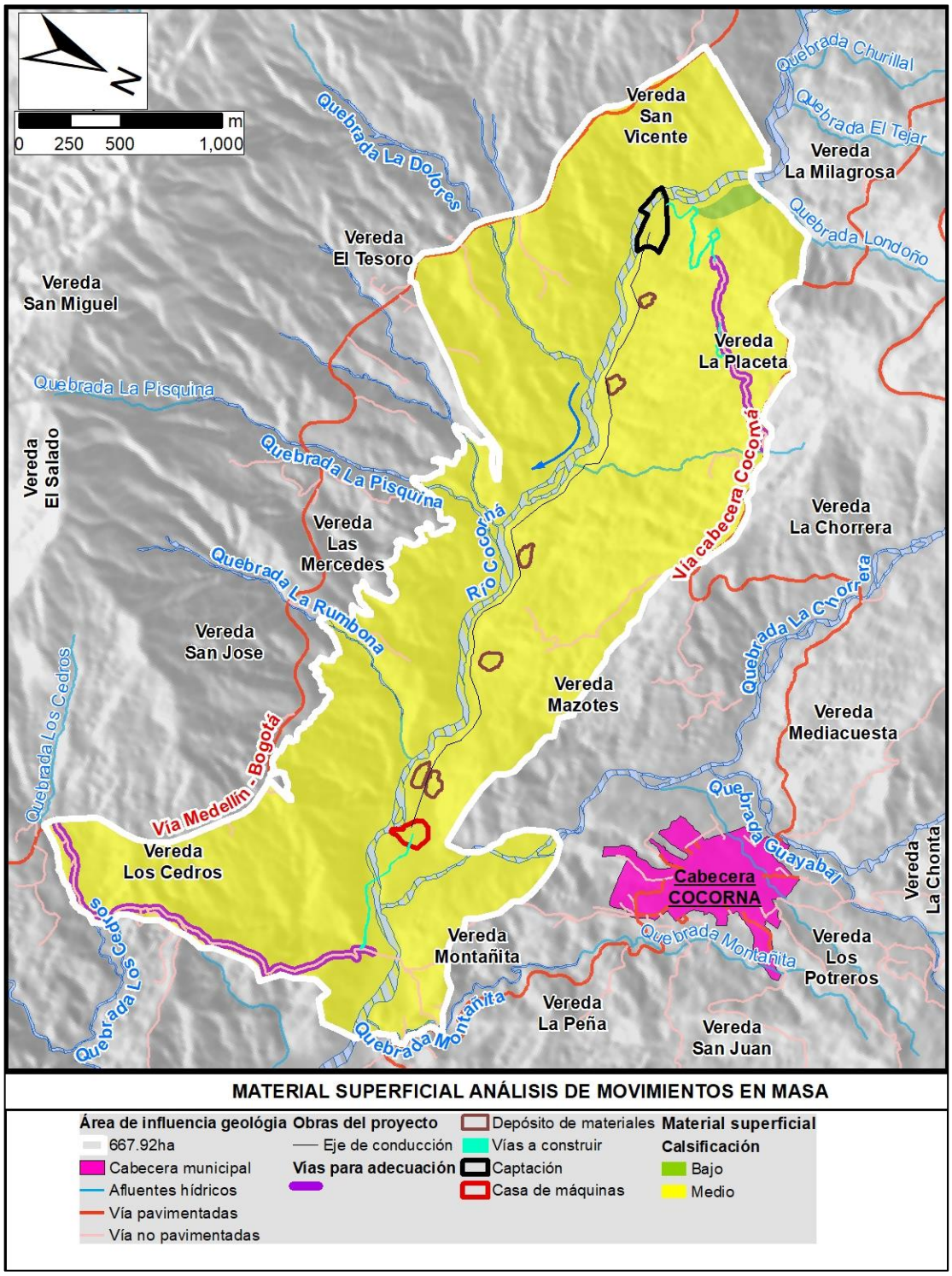


Figura 10-130. Distribución espacial material superficial

Una vez normalizadas todas las variables consideradas como las determinantes en la ocurrencia de un evento de movimiento en masa, podemos abordar su combinación por medio de sumas ponderadas espaciales obteniendo la susceptibilidad del área de influencia para el componente de geología en torno al proyecto PCH Cocorná III a este tipo de eventos (Figura 10-131).

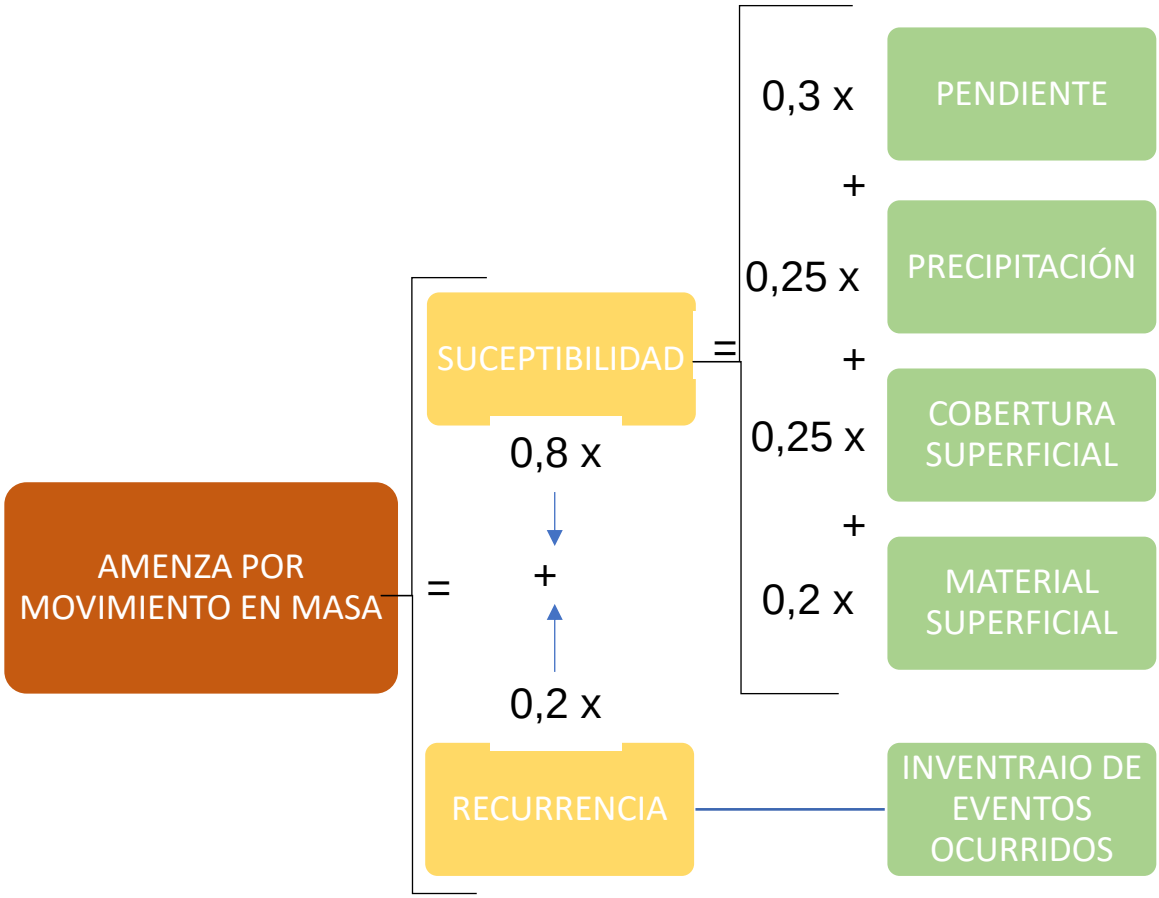


Figura 10-131. Esquema Metodológico Determinación Amenaza Movimiento en Masa

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

La búsqueda sobre bases de datos Desinventar no arrojó ningún resultado localizado en el área de análisis por lo que se opta, de acuerdo con la metodología usada, en asumir el nivel de amenaza por movimiento en masa equiparable o igual al nivel de susceptibilidad, ver imagen de la Figura 10-132.

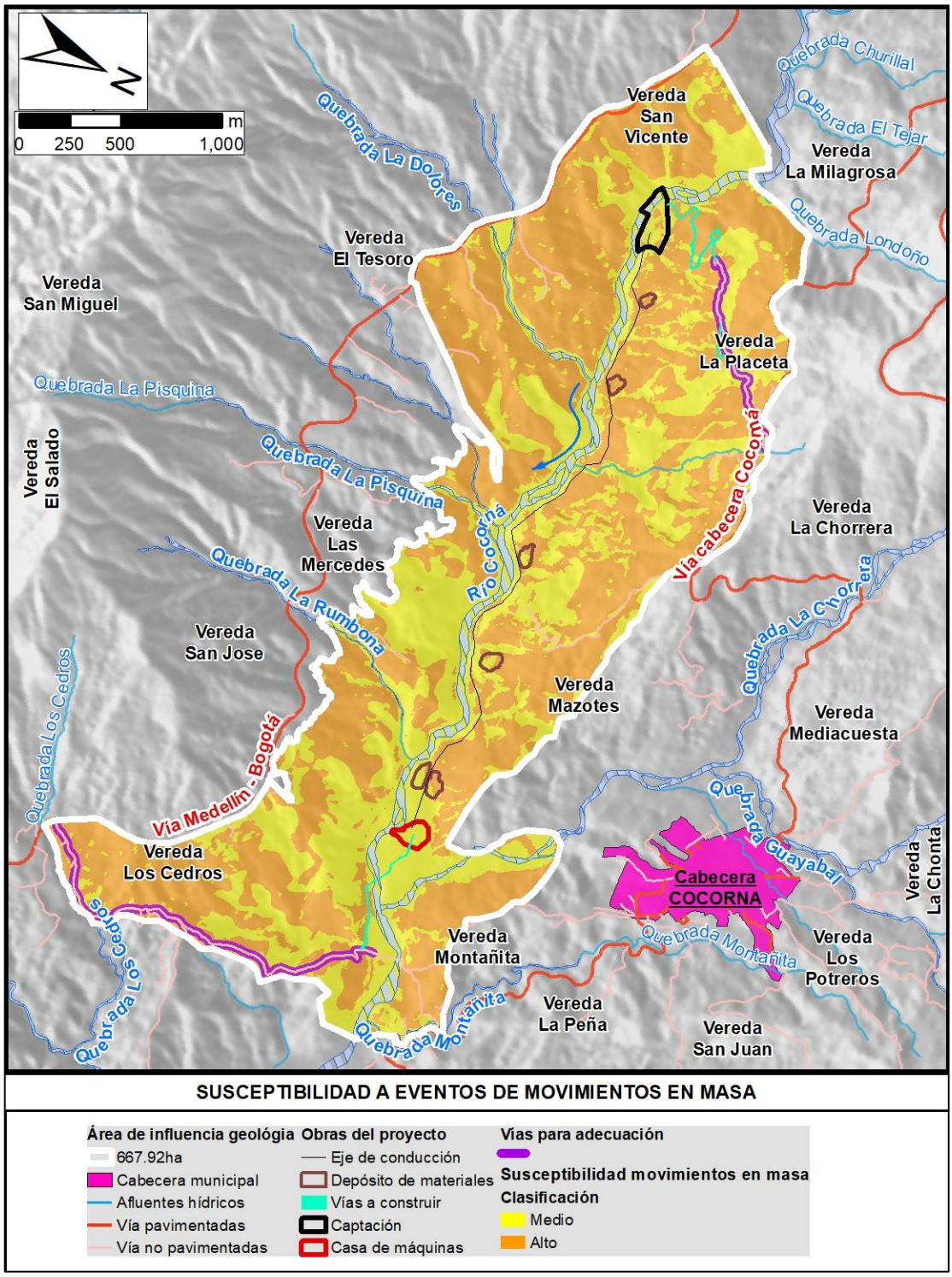


Figura 10-132. Susceptibilidad a movimientos en masa

La metodología utilizada arroja que para el área de influencia del componente geológico el 58,5% de la zona esta categorizada con una calificación Alta de amenaza por movimientos en masa.

Tabla 10-29. Calificaciones de amenaza por movimientos en masa para el área de influencia del componente geológico

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Medio	277,1	41,5%
Alto	390,8	58,5%
Total	**667,9**	**100%**

Las extensiones de territorio de esta área de análisis coincidentes con las áreas de intervención por parte de las obras del proyecto y que quedaron categorizadas como de amenaza Alta, serán objeto de recomendaciones que prevengan y/o mitiguen la amenaza identificada principalmente durante la etapa de construcción del proyecto. Es importante destacar que durante la fase de diseño se realizarán las exploraciones geotécnicas necesarias para determinar con mayor certeza las condiciones puntuales con respecto a una alternativa de trazado del proyecto definitiva y licenciada.

Al comparar los resultados obtenidos con este estudio respecto al realizado por Cornare & Gobernación de Antioquia (2012), se encuentra que ambos arrojan categorías de amenaza similares para la Cuenca del río Cocorná. Tal como se puede apreciar en la Figura 10-133, las categorías de amenaza por movimiento en masa para la Cuenca del río Cocorná van desde Muy Baja hasta Muy Alta, sin embargo, predominan las categorías Media y Alta que se ubican en márgenes del río Cocorná, así como en algunas laderas.

Es importante indicar que, aunque el presente estudio sigue la metodología empleada por la Autoridad Ambiental (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012), en el actual trabajo se utilizaron entradas con mayor nivel de detalle y actualizadas teniendo en cuenta las visitas de campo. Adicionalmente, se clasificaron los valores numéricos de acuerdo con los rangos Muy Baja (0-1), Baja 1-3), medio (3-5), Alto (5-7) y Muy Alto (7- 9), difiriendo del método de natural Breaks utilizado por la Corporación.

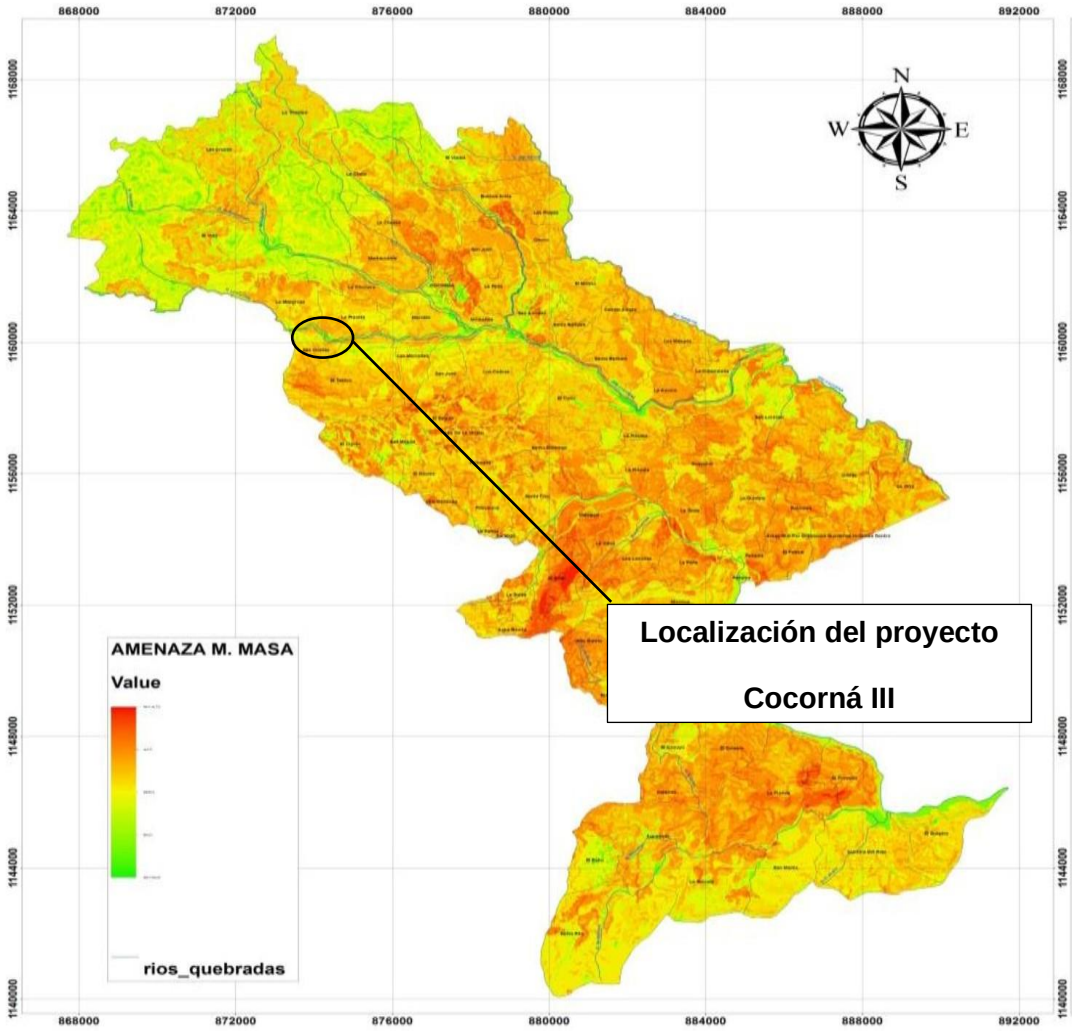


Figura 10-133. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el municipio de Cocorná

Fuente: Tomado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

10.3.2.3.2 Amenaza por inundación

En este apartado se identificarán las zonas próximas a los cauces principales de las corrientes que tengan posibilidad de ser afectadas por un incremento en el nivel del agua. Las áreas de afectación quedan delimitadas por el número de orden de los cauces que se encuentran en el área de análisis; mientras que la posibilidad o no de afectación por este fenómeno está dado por el grado de inclinación y la curvatura del terreno.

A partir de la superficie de pendientes en porcentaje para el área de influencia para el componente geológico, ya determinada, se normalizan sus valores teniendo en cuenta que las zonas con menor inclinación, están más dispuestas a ser inundadas (ver Tabla 10-30).

Tabla 10-30. Normalización de los valores de pendiente para amenaza de inundación

Valor Pendiente (%)	Valor Normalizado
0 - 3	9
3 - 5	7
5 - 7	5
7 - 12	3
> 12	1

Fuente: (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012, p. 31)

Paso seguido se determina para el área analizada la curvatura del terreno, definida como la segunda derivada de la superficie de elevación utilizada en el análisis de movimientos en masa. La superficie de curvatura fue reclasificada de tal forma que el rango entre -1,5 y 1,5 corresponde a condiciones que favorecen la acumulación de agua, es decir zonas cóncavas; mientras que por el contrario las zonas convexas (con valores mayores a 1,5 y menores a -1,5) a se normalizaron con cualificaciones bajas tal como se muestra en la Tabla 10-31.

Tabla 10-31. Normalización valores de curvatura

Valor Curvatura	Valor Normalizado
>1,5	1
<-1,5	3
0,3 - 1,5	5
-0,3 - 0,3	7
-1,5 - -0,3	9

La distribución espacial de las categorías resultantes de la normalización de las variables de pendiente y curvatura se muestran en la Figura 10-134. y Figura 10-135..

Con el fin de apreciar la proporción de las categorías determinadas en la normalización de los valores de pendiente y curvatura para el área de influencia del componente geológico, se presentan a continuación la Tabla 10-32 y la Tabla 10-33, respectivamente.

Tabla 10-32. Distribución porcentual por categorías de pendientes para análisis de inundación

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	609,19	91,21%
Bajo	32,05	4,80%
Medio	10,31	1,54%
Alto	8,32	1,25%
Muy alto	8,06	1,21%
Total	**667,92**	**100%**

Tabla 10-33. Distribución porcentual de las categorías de curvatura para análisis de inundación

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	124,21	18,60%
Bajo	125,13	18,73%
Medio	150,69	22,56%
Alto	109,04	16,33%
Muy alto	158,86	23,78%
Total	**667,92**	**100%**

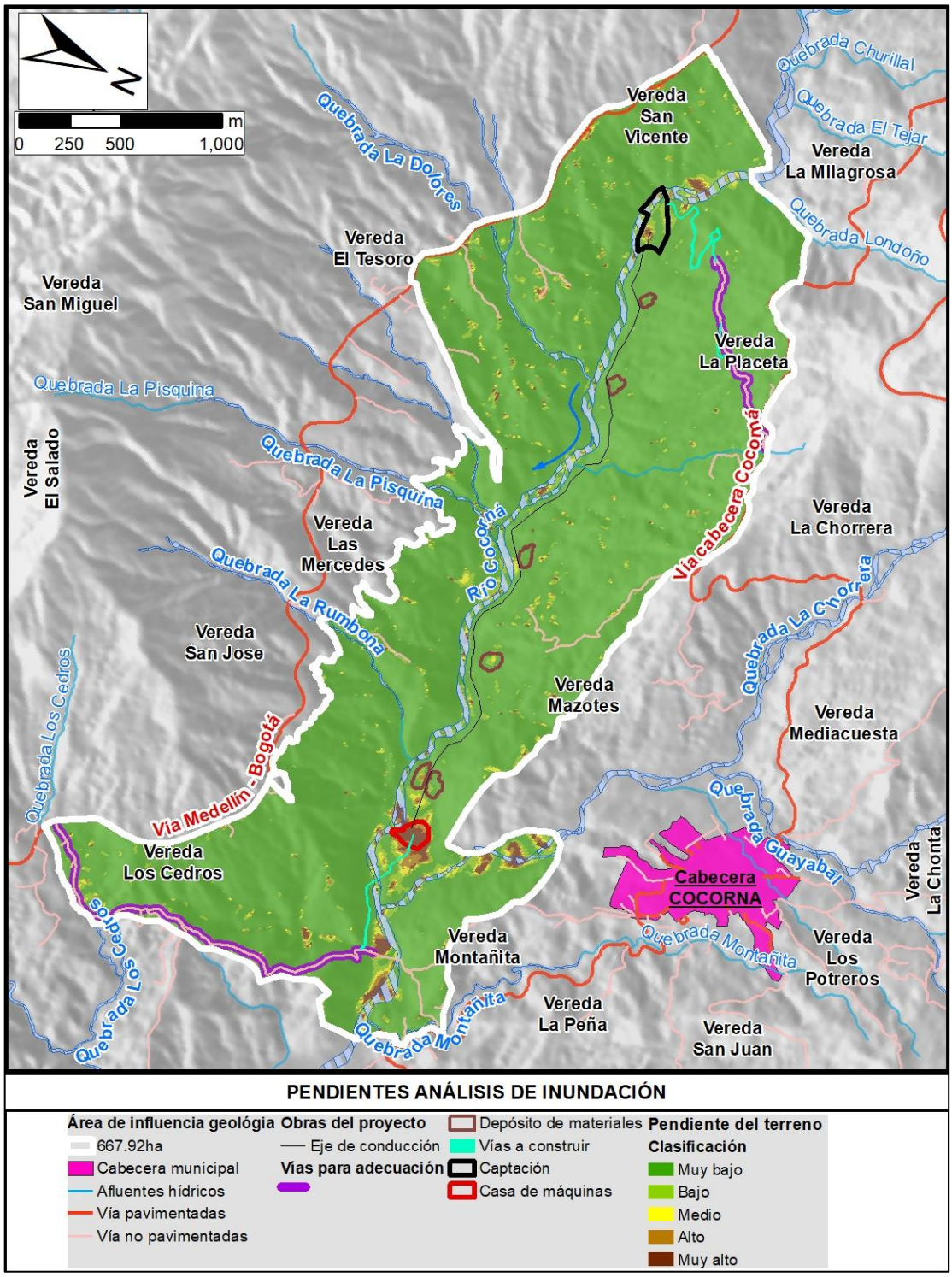


Figura 10-134. Distribución espacial de las categorías resultantes de la normalización de los valores de pendiente

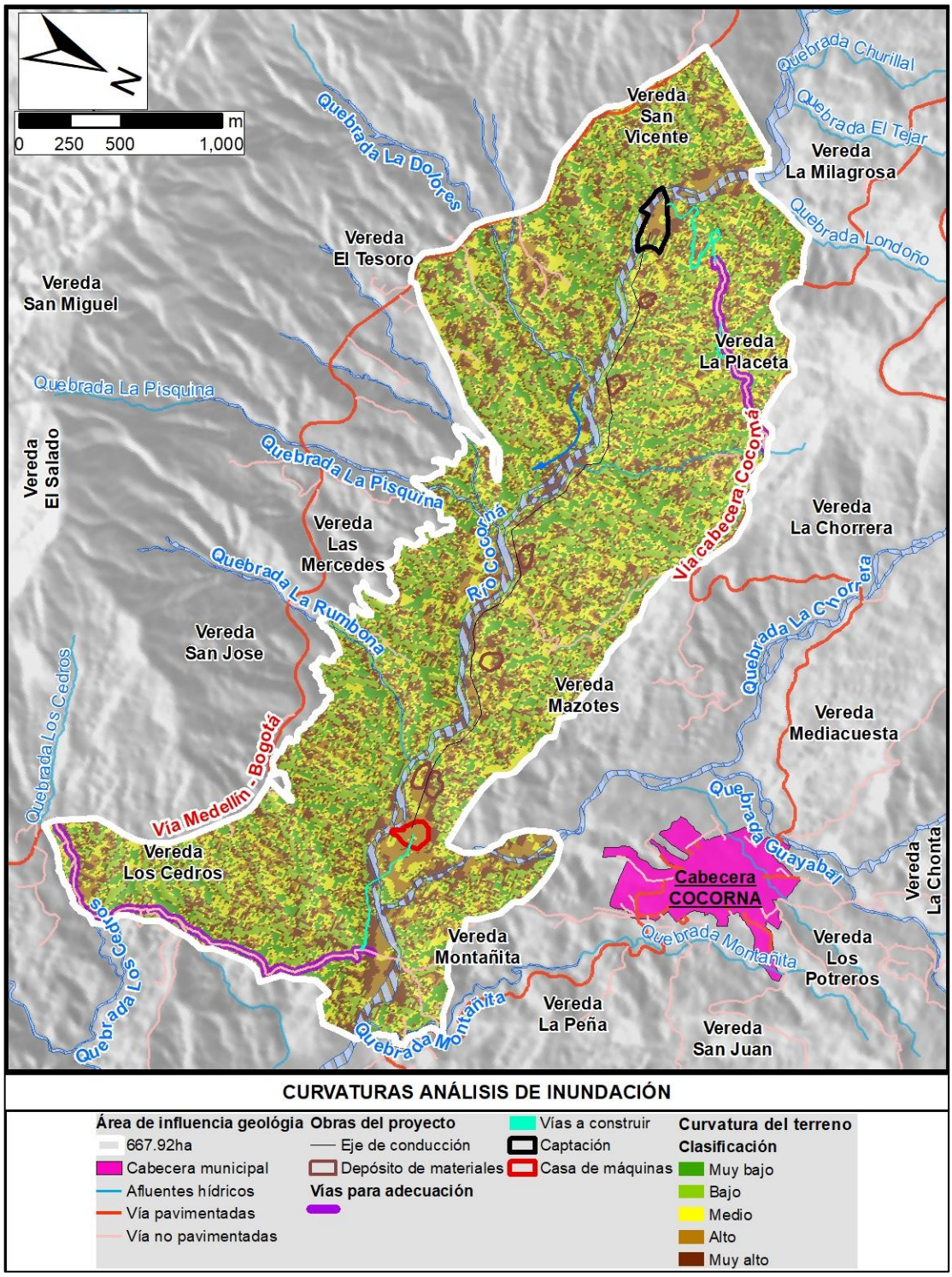


Figura 10-135. Distribución espacial de las categorías resultantes de la normalización de los valores de curvatura

Una vez normalizadas las temáticas de curvatura y pendiente, se obtiene a partir de estas, por medio de sumas ponderadas la superficie de zonas inundables. En la operación de sumas ponderadas se asignó un peso de 40% a la curvatura y 60% a las pendientes (ver Figura 10-138.), el resultado de cada categoría se presenta por área y porcentaje en la Tabla 10-34. Las cantidades tabuladas se representan en su dimensión espacial en la Figura 10-136.

Tabla 10-34. Categorías y porcentajes de las zonas inundables en el área de estudio

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	119,87	17,95%
Bajo	266,46	39,89%
Medio	248,08	37,14%
Alto	23,85	3,57%
Muy alto	9,68	1,45%
Total	**667,92**	**100,00%**

En paralelo con la determinación de las zonas inundables, se realiza la estimación de los sectores próximos a los cauces principales que se verían afectados por eventos de inundación. De acuerdo con la metodología ya referenciada, estas zonas estarán delimitadas por la unión de los depósitos aluviales y las áreas de influencia alrededor de las corrientes, las cuales, varían de acuerdo a su número de orden. Para la determinación de estas áreas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 10-35. Relación orden de la red de drenaje y el tamaño del área de influencia

Orden	Tipo de Afluente	Tamaño Buffer
0	Nacimiento red hídrica, quebradas pequeñas < 5 km de longitud	50 m
1	Quebradas entre 5 -10 km de longitud	80 m
2	Quebradas Importantes (ejemplo: quebrada La Mosca, La Pereira)	150 m
3	Ríos importantes de subcuencas (Río Negro, Buey)	250 m
4	Ríos Cuencas Cornare (Samaná, Arma, Porce, Nus)	400 m
5	Río Magdalena	700 m
6	Embalses y Ciénagas	Sin Buffer

Fuente: (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012, p. 29)

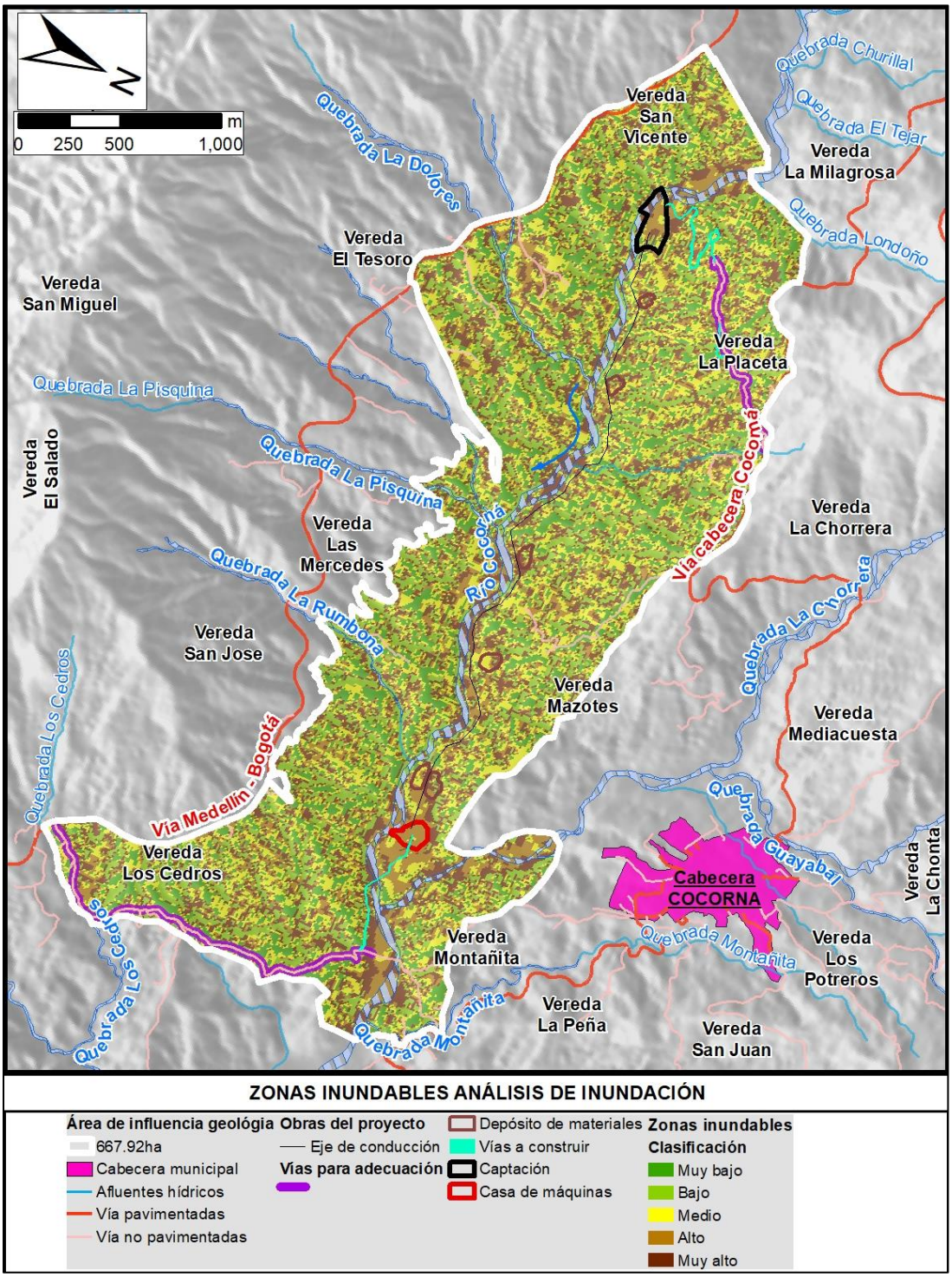


Figura 10-136. Distribución espacial para las categorías de zonas inundables

Los drenajes principales fueron trazados a partir de herramientas de geoprocesamientos espaciales en el software de sistemas de información geográfica, para el cual se utilizó como insumo un modelo de elevación digital (DEM, por sus siglas en inglés) con resolución espacial de 10 por 10 metros obtenido a partir de la cartografía básica oficial del IGAC a escala 1:10.000 para la zona. La red de drenaje resultante fue estimada a partir del valor de acumulación de flujo mínimo para representar los afluentes incluidos en la cartografía oficial ya mencionada. Para esta red de drenaje se hizo la clasificación del orden de acuerdo con los parámetros de la Tabla 10-35,delimitando las áreas susceptibles a inundación de acuerdo con las zonas de influencia para cada afluente de acuerdo con su número de orden, esta última se presenta en la Figura 10-137.

De la combinación entre la unidad geológica de depósitos aluviales y las áreas de influencia generadas de acuerdo al número de orden de los drenajes, se obtiene una extensión de 259,8 ha de zonas afectables por eventos de inundación. Ver Figura 10-137.

A continuación, se puede obtener por medio de intersección espacial de las zonas afectables por eventos de inundación y las zonas inundables, la susceptibilidad a eventos de inundación representada en el esquema de la Figura 10-139. Es de resaltar que las categorías con calificación Muy Alta tienen presencia en sectores puntuales próximos al cauce del río Cocorná, en donde, el proyecto implementará las acciones necesarias para la protección de la infraestructura y de las comunidades circundantes.

El resumen de las áreas y categorías de susceptibilidad con respecto al área de las zonas afectables por inundación se presenta en Tabla 10-36.

Tabla 10-36. Proporción categorías de susceptibilidad a eventos de inundación

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	36,70	14,29%
Bajo	91,58	35,66%
Medio	102,01	39,72%
Alto	18,62	7,25%
Muy alto	7,88	3,07%
Total	**256,79**	**100,00%**

La ausencia de registros de eventos en las bases de datos consultadas para la zona revisada, induce a tomar la susceptibilidad estimada como la amenaza ante eventos de inundación.

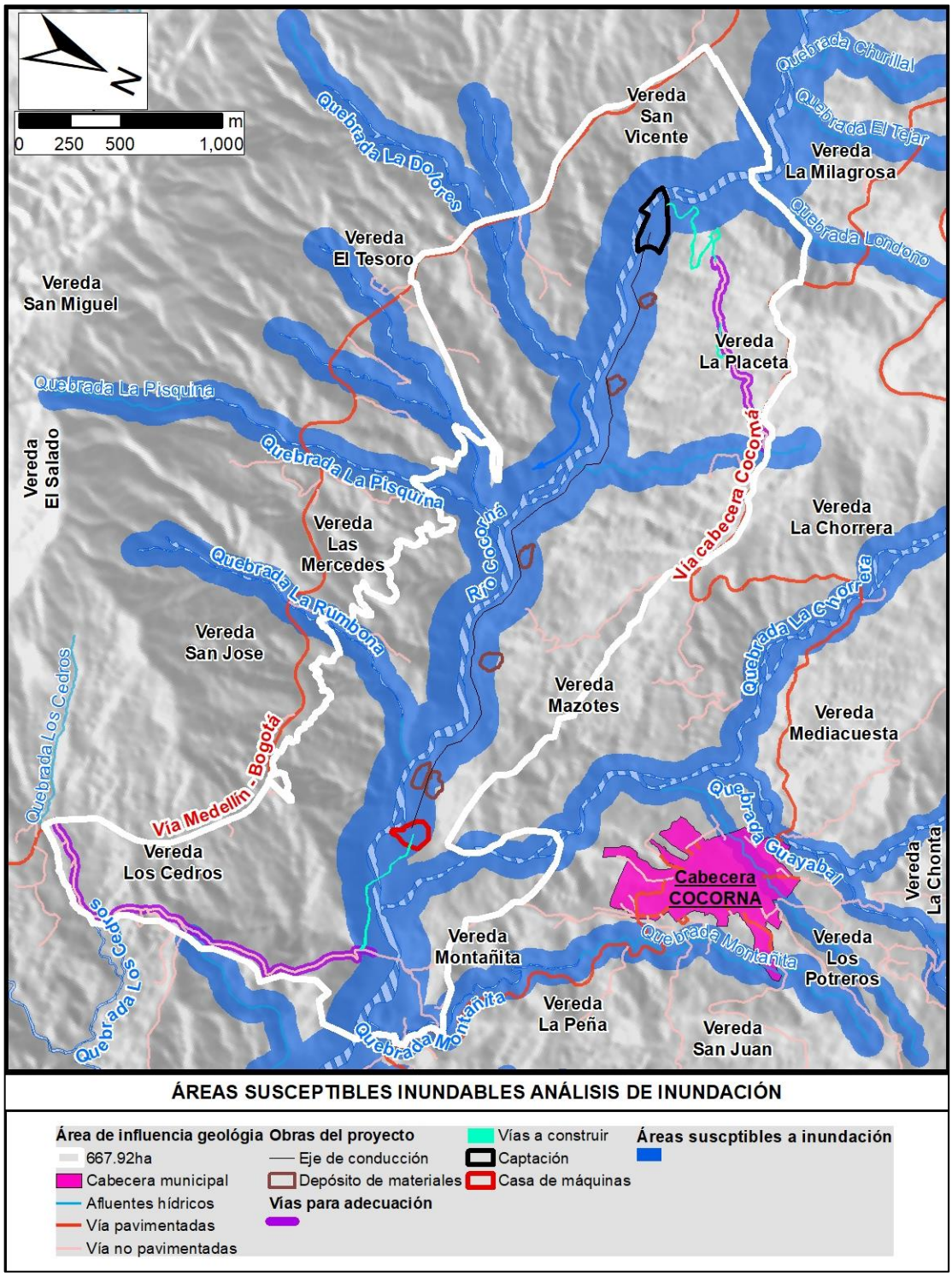


Figura 10-137. Áreas susceptibles de inundación

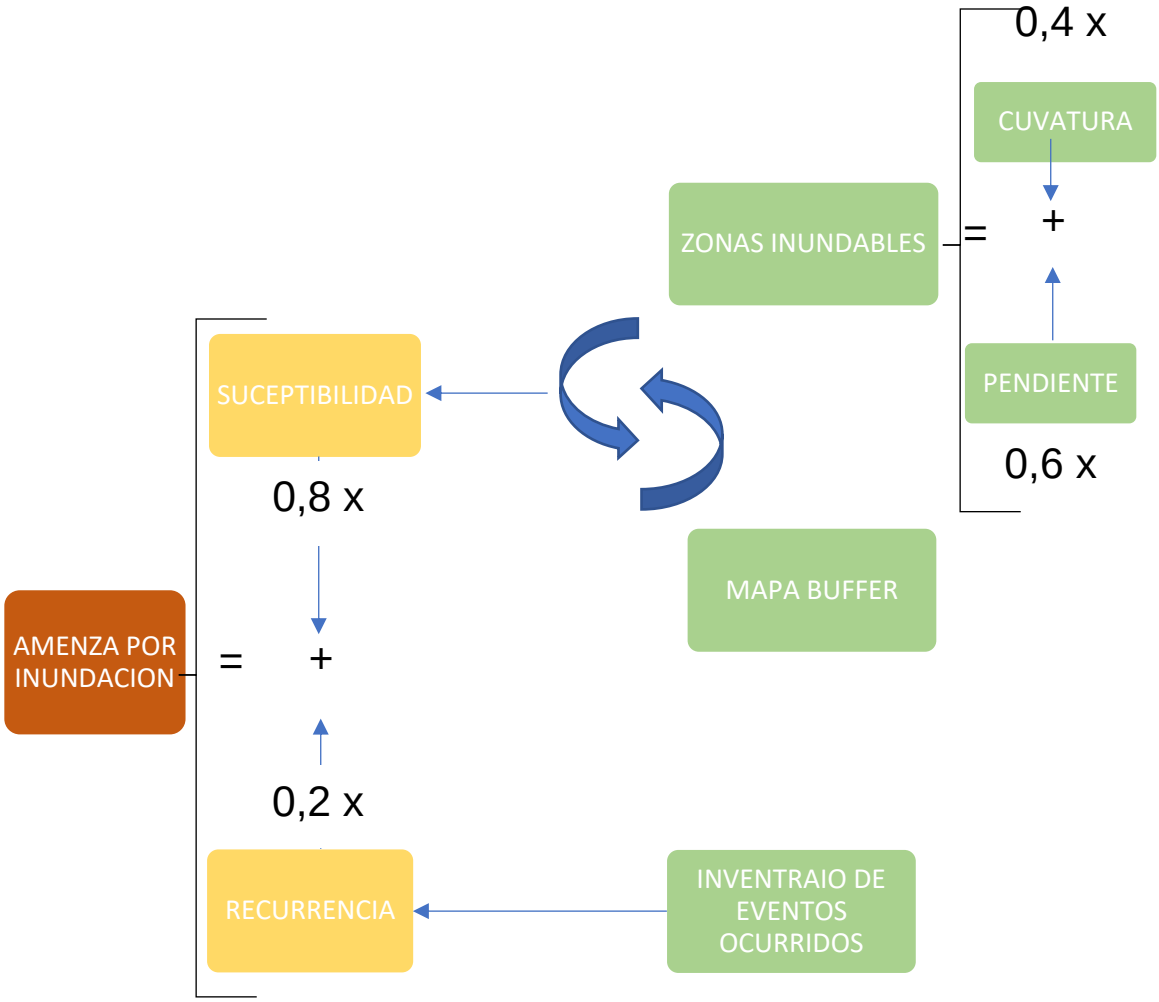


Figura 10-138. Esquema Metodológico Determinación Amenaza de Inundación

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

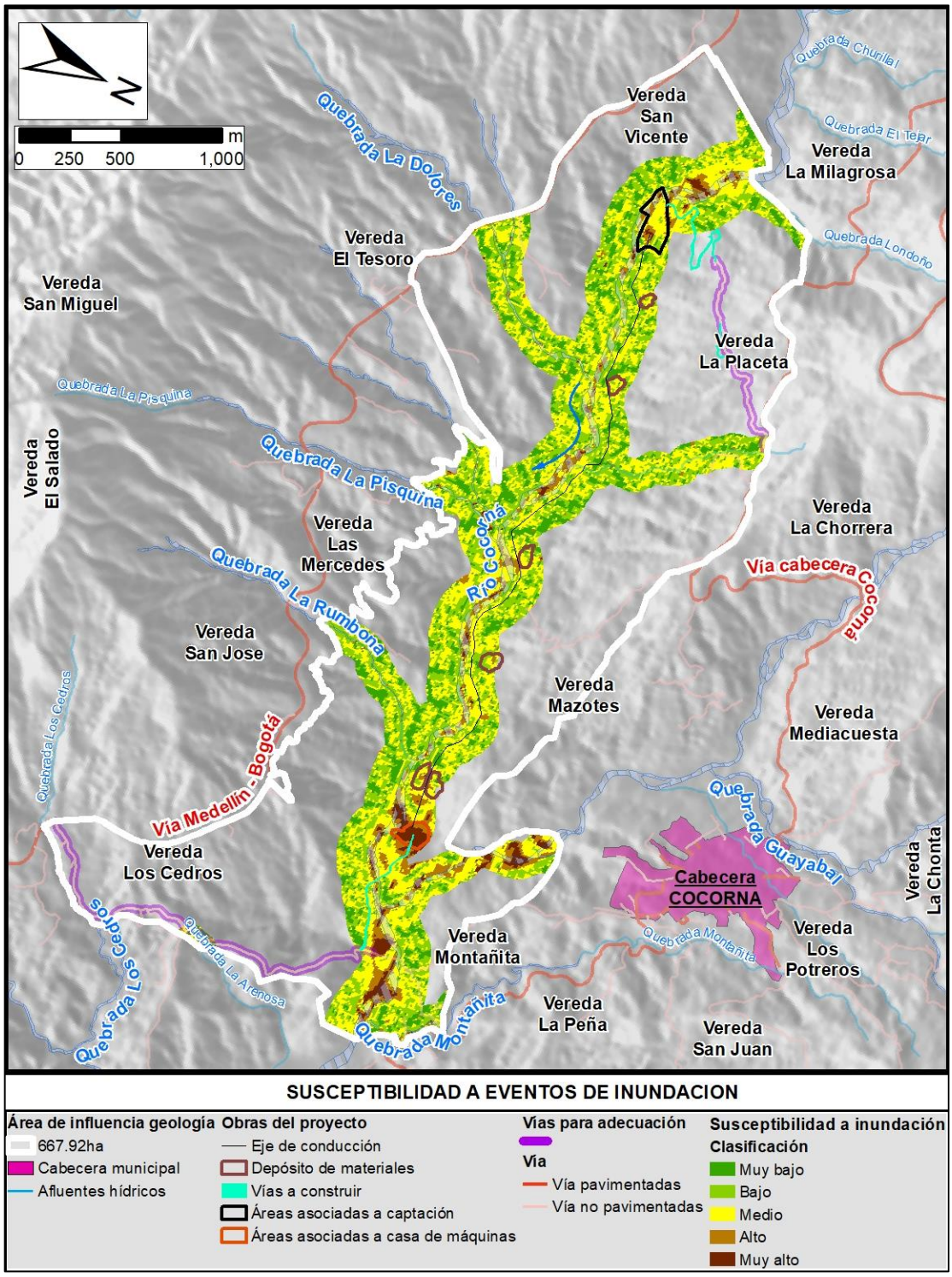


Figura 10-139. Susceptibilidad a eventos de inundación

Las zonas delimitadas con calificaciones Alta y Muy Alta (Tabla 10-36) serán resaltadas con el fin de que mediante modelaciones detalladas se identifique la extensión precisa de los fenómenos de inundación a lo largo de las zonas aledañas al río. Dichas modelaciones aportaran herramientas de decisión que permitan enfocar las acciones que mitiguen y prevengan los impactos sobre las obras y la población presente en el área.

Al comparar los resultados obtenidos con este estudio respecto al realizado por Cornare & Gobernación de Antioquia (2012), se encuentra que ambos arrojan categorías de amenaza similares para la Cuenca del río Cocorná, tal como se puede apreciar en la Figura 10-140.

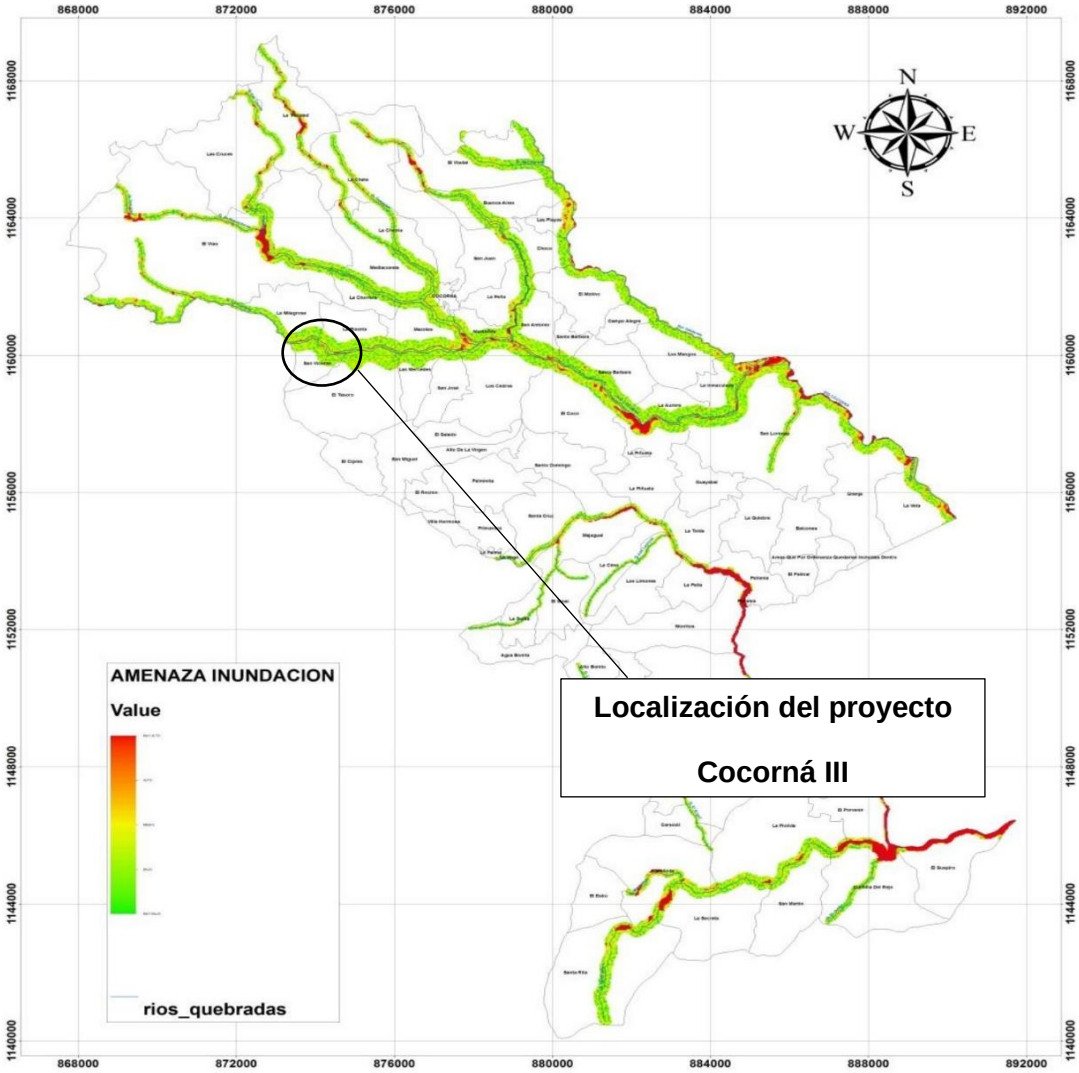


Figura 10-140. Mapa de amenaza por inundación para el municipio Cocorná

Fuente: Tomado de Cornare & Gobernación de Antioquia (2012)

10.3.2.3.3 Amenaza por avenida torrencial

Las avenidas torrenciales son un tipo de movimiento en masa que se desplaza generalmente por los cauces de las quebradas, llegando a transportar volúmenes importantes de sedimentos y escombros, con velocidades peligrosas para los habitantes e infraestructura ubicados en las zonas de acumulación de cuencas de montaña susceptibles de presentar este tipo de fenómenos (Caballero Acosta, 2011).

Las cuencas susceptibles ante eventos de avenida torrencial presentan algunas o la totalidad de las características listadas a continuación (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012):

- Cuencas jóvenes y pequeñas menores a 200 km^2
- Cuencas en regiones montañosas y escarpadas
- Alta pendiente del canal central y de la pendiente media de la cuenca
- Gran capacidad de socavación e incisión del cauce
- Abundante material detrítico a ser arrastrado
- Capacidad de transporte de material heterométrico
- Cuencas con valles o cañones estrechos en V
- Gran variabilidad del caudal máximo y mínimo en la cuenca
- Geoforma alargada de la cuenca
- Variaciones extremas en los valores pico de precipitación
- Alta susceptibilidad ante procesos de remoción en masa

Para la determinación de la torrencialidad de una cuenca se deben revisar las condiciones geomorfológicas y morfométricas en las subcuencas presentes en intersección con el área de influencia para el componente geológico, en combinación con las características de la precipitación, coberturas y material superficial en la zona analizada.

En ese sentido la susceptibilidad por eventos de avenida torrencial quedará determinada por la combinación de las temáticas clasificación morfométrica, geomorfología, precipitación, cobertura superficial y material superficial como se muestra en el esquema de la Figura 10-148. En lo que respecta a las últimas tres temáticas mencionadas, se utilizarán normalizaciones similares a las utilizadas en la determinación de la amenaza por movimiento en masa por lo que se obviará presentar sus figuras y sus proporciones.

Se inicia entonces por la estimación de la clasificación morfométrica por medio de la suma ponderada de los parámetros de pendiente media, coeficiente de compacidad y densidad de drenaje para las subcuencas interceptadas por el área de influencia del componente geológico en la Figura 10-142.

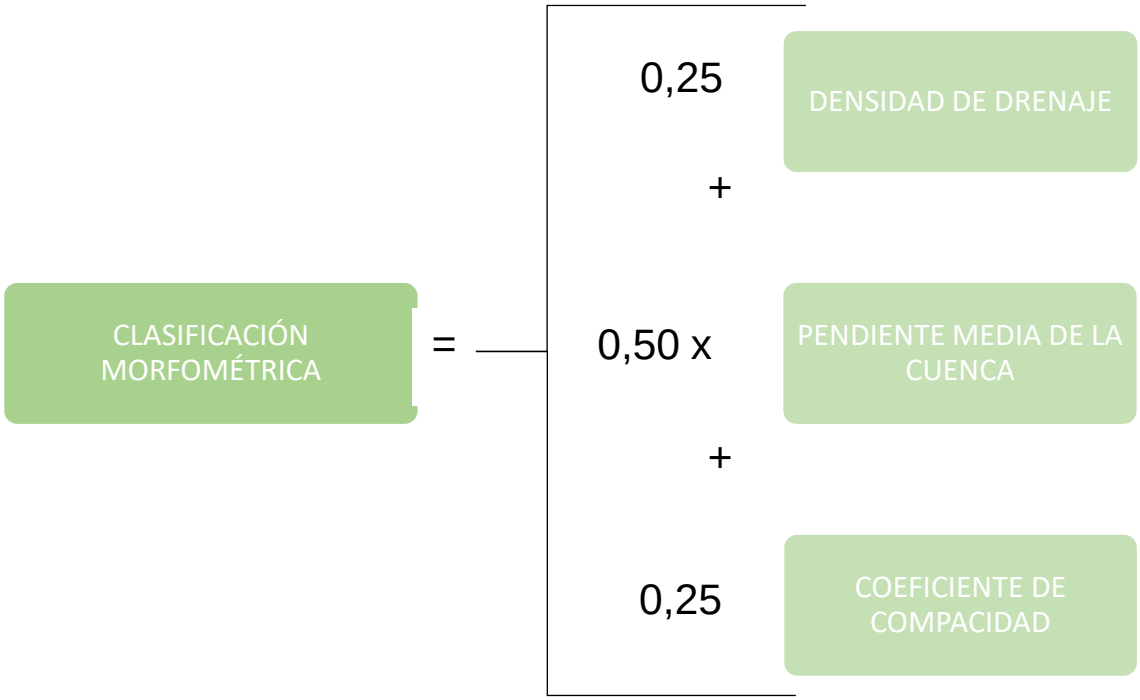


Figura 10-141. Esquema determinación Clasificación Morfométrica

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

Para las subcuencas de la Figura 10-142, se representa en la Figura 10-143. La pendiente media normalizada de acuerdo con los rangos utilizados en la Tabla 10-22 y a los rangos de valores explicados en el numeral 10.3.2.3.1, cuyo porcentaje en el área de influencia se muestra a continuación.

Tabla 10-37. Pendiente media por categoría, área y porcentaje

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Alta	667,9	100,00%

El parámetro de densidad de drenaje, se determinó teniendo en cuenta la relación entre el área de las subcuencas resaltadas y la extensión de afluentes o red de drenaje correspondiente. Una vez normalizados los valores resultantes del proceso se muestran tanto la distribución espacial, como la proporcionalidad para los parámetros en el área del componente geológico, ver la Figura 10-144 y la Tabla 10-38 correspondientemente.

Tabla 10-38. Densidad de drenaje normalizada por categorías

Categoría	Rango densidad de drenaje	Área [ha]	Porcentaje
Alto	2,10 – 2,44	28,28	4,23%
Muy alto	> 2,44	639,64	95,77%
Total		**667,92**	**100,0%**

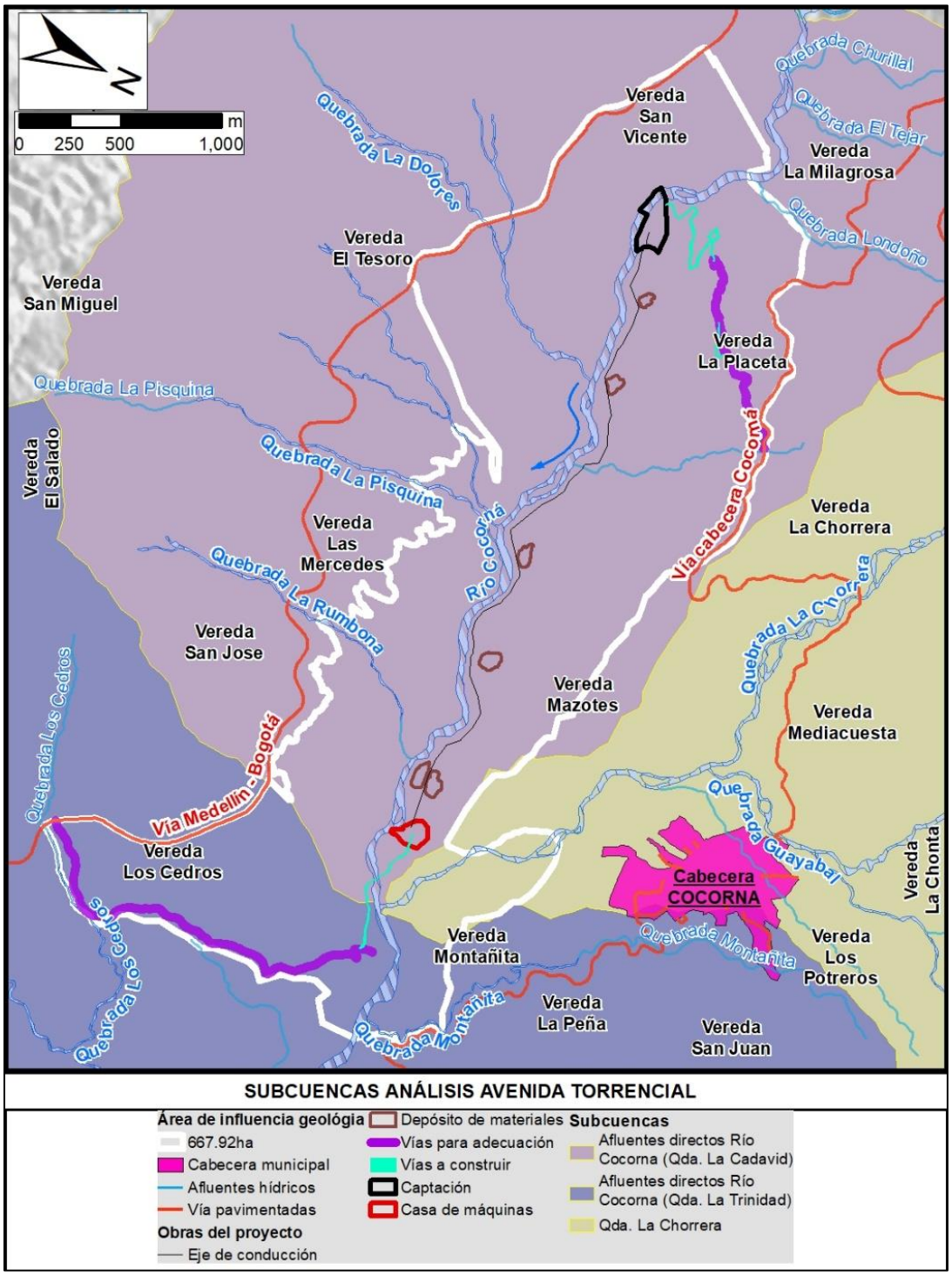


Figura 10-142. Subcuencas para el cálculo de parámetros morfométricos

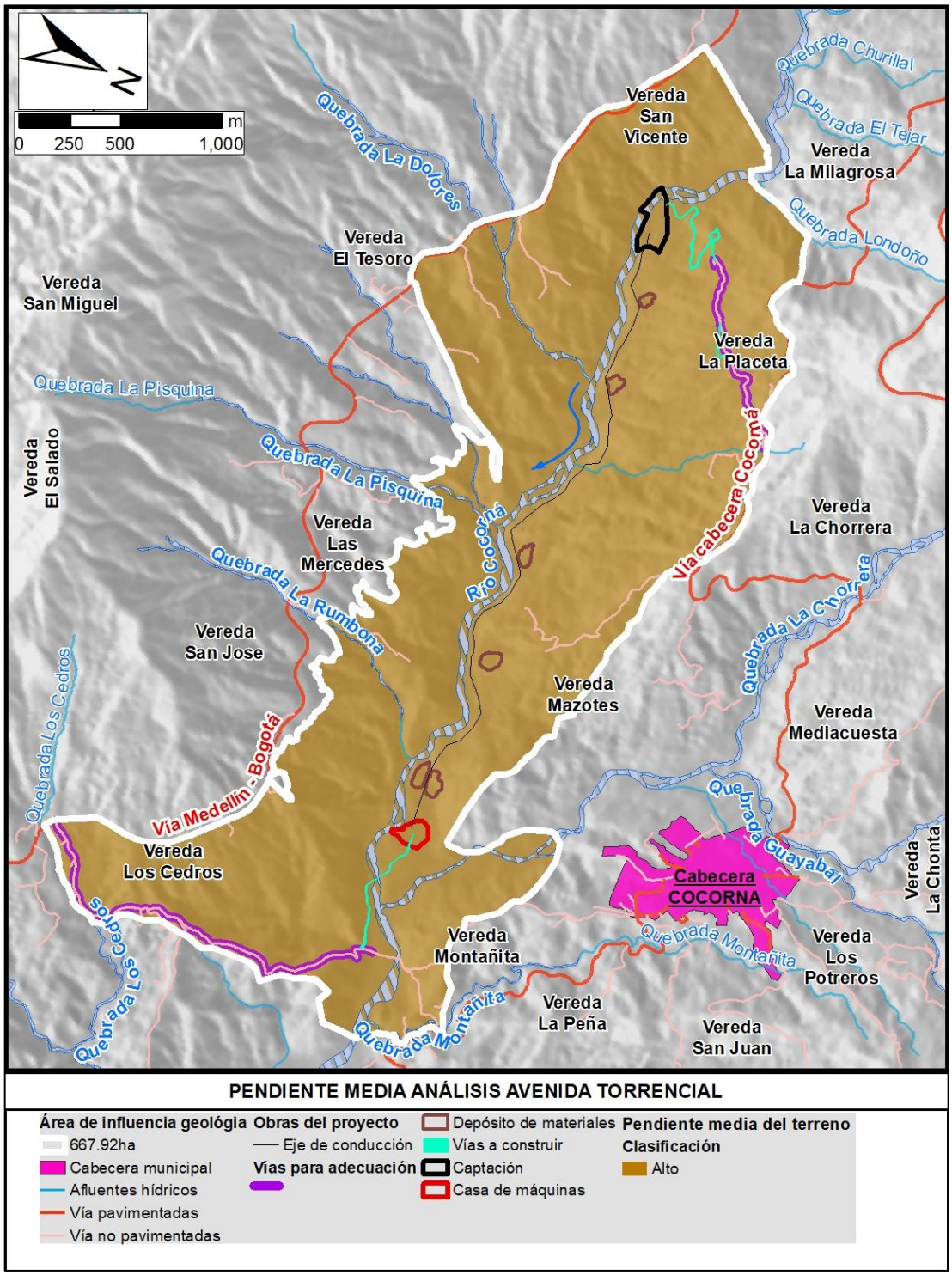


Figura 10-143. Categorías de normalización del valor de pendiente media para el área de estudio

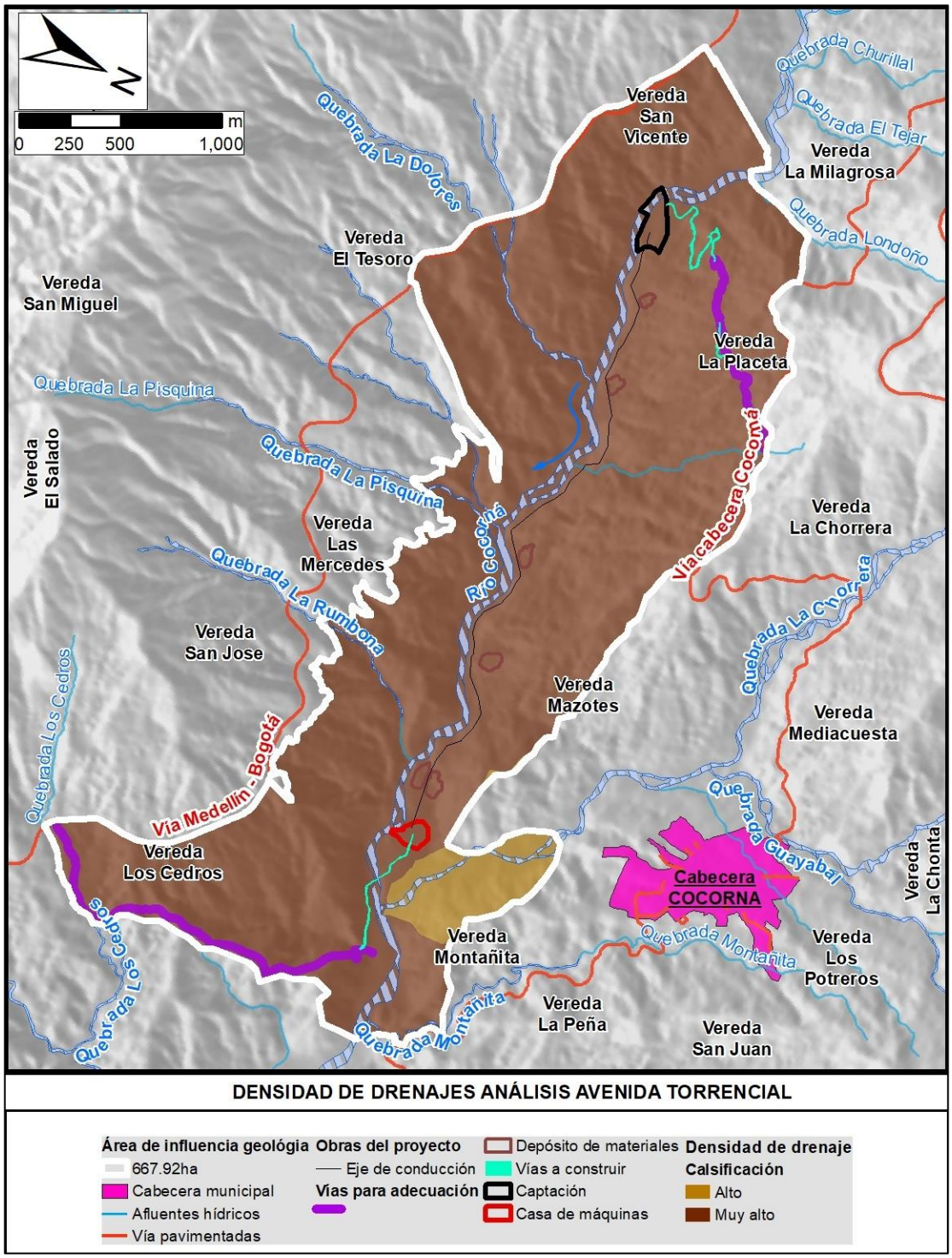


Figura 10-144. Distribución espacial de las categorías de densidad de drenajes

El parámetro de coeficiente de compacidad se calculó con base en la Ecuación 1 teniendo en cuenta los atributos de área y perímetro de cada una de las subcuencas presentadas en la Figura 10-142.

$$KC\ (Coeficiente\ de\ compacidad) = 0{,}28\frac{P(Perimetro)}{\sqrt{A(área)}}$$

Ecuación 1 Formula para el coeficiente de compacidad

Los valores obtenidos para las subcuencas fueron normalizados de acuerdo con la Tabla 10-39 y luego se representaron dentro del área de influencia para el componente geológico en su dimensión espacial (Figura 10-145) y el porcentaje para las categorías encontradas (Tabla 10-40).

Tabla 10-39. Valores de normalización para índice de compacidad

Valor Índice Compacidad	Valor Normalizado
1,148 - 1,360	3
1,361 - 1,467	5
1,468 - 1,846	7
1,847 - 2,270	9

Tabla 10-40. Índice de compacidad por categoría

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Muy bajo	525,10	78,62%
Medio	28,28	4,23%
Alto	114,54	17,15%
Total	**667,92**	**100,0%**

La combinación de los parámetros hasta ahora determinados mediante sumas ponderadas da como resultado la superficie de clasificación morfométrica para el área de influencia del componente geológico representada en la Figura 10-146. Las extensiones por categoría se muestran en la Tabla 10-41.

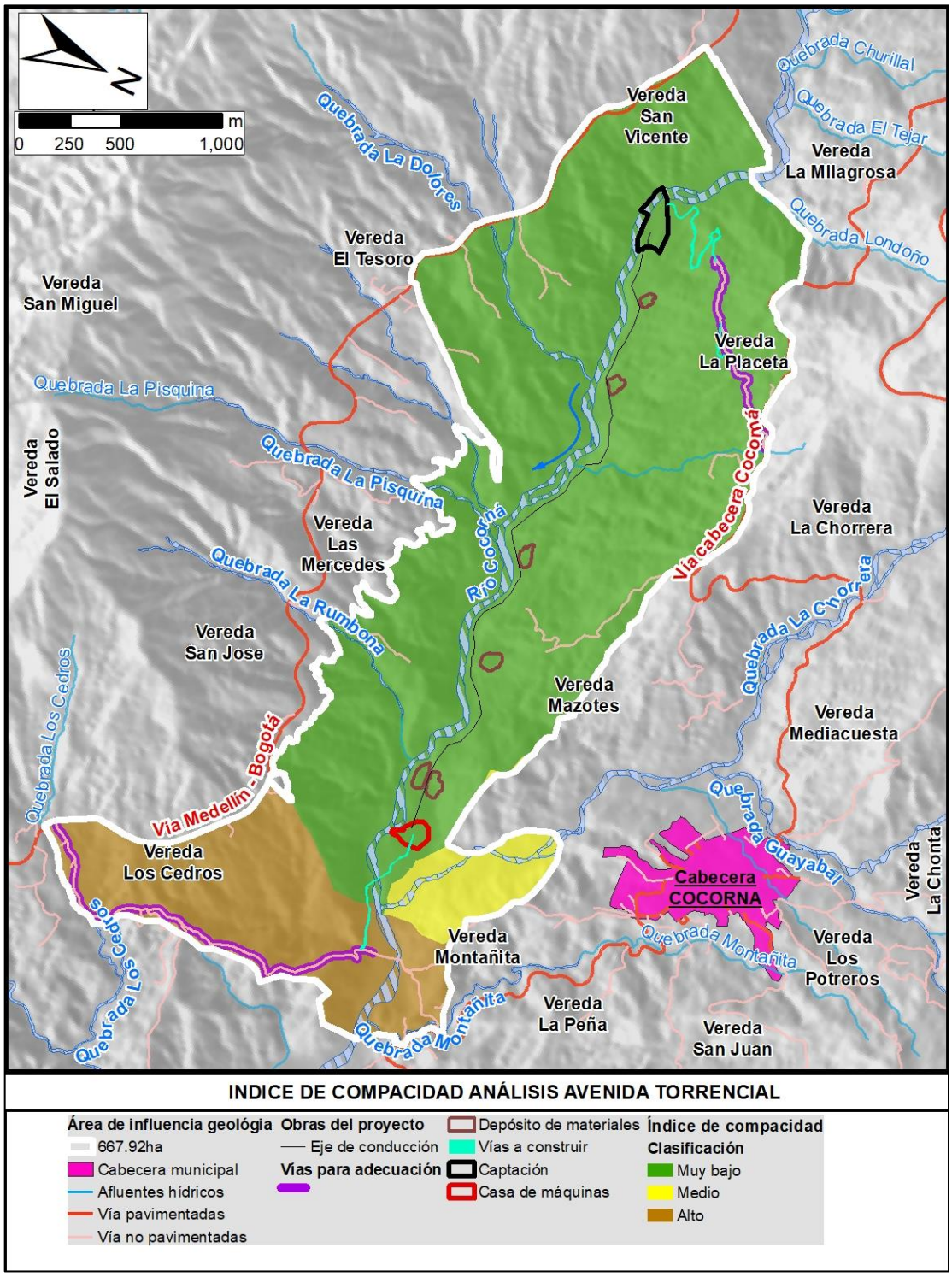


Figura 10-145. Dimensión espacial parámetro de índice de compacidad

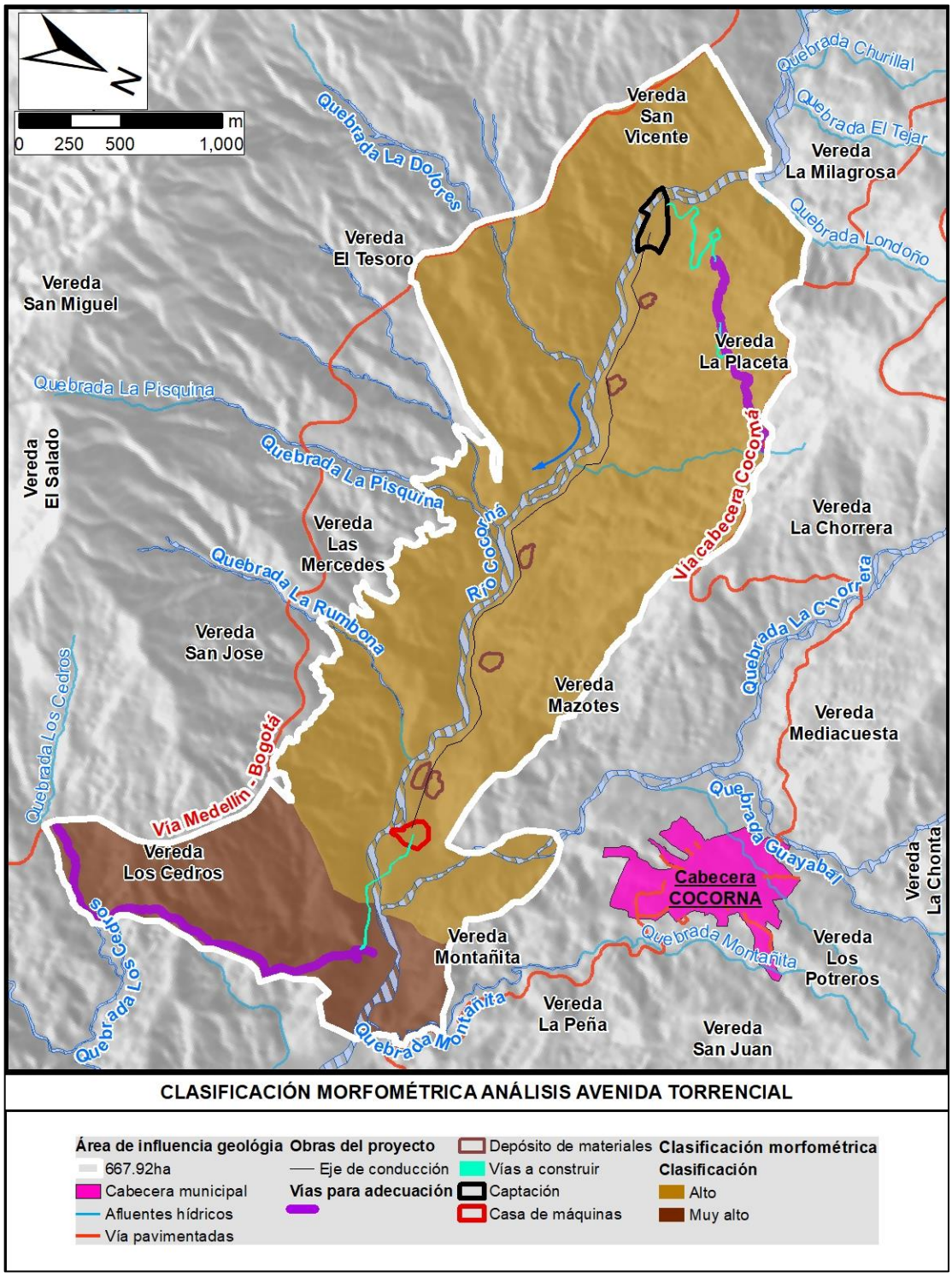


Figura 10-146. Clasificación morfométrica

Tabla 10-41. Clasificación morfométrica

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Alto	553,38	82,85%
Muy alto	114,54	17,15%
Total	**667,92**	**100,00%**

La variable geomorfológica sería la última variable por normalizar, para la obtención de la temática de susceptibilidad a eventos por avenida torrencial. De acuerdo a las unidades presentes en el área de influencia se propone la siguiente normalización de unidades (Tabla 10-42).

Tabla 10-42. Normalización de unidades geomorfológicas

Macro unidad	Valor
Zonas con susceptibilidad por avenida torrencial (SAT)	9
Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)	1

Una vez obtenida la distribución espacial de las unidades geomorfológicas normalizadas (Figura 10-147), se determinó para el área de influencia del componente geológico del proyecto PCH Cocorná III, la susceptibilidad a eventos de avenida torrencial (Figura 10-149 y Tabla 10-43), como el resultado de la suma ponderada de las variables apreciadas en la Figura 10-148. Es de resaltar que para esta estimación se trataron las variables de cobertura superficial, precipitación y material superficial de la misma manera como en el apartado de movimientos en masa.

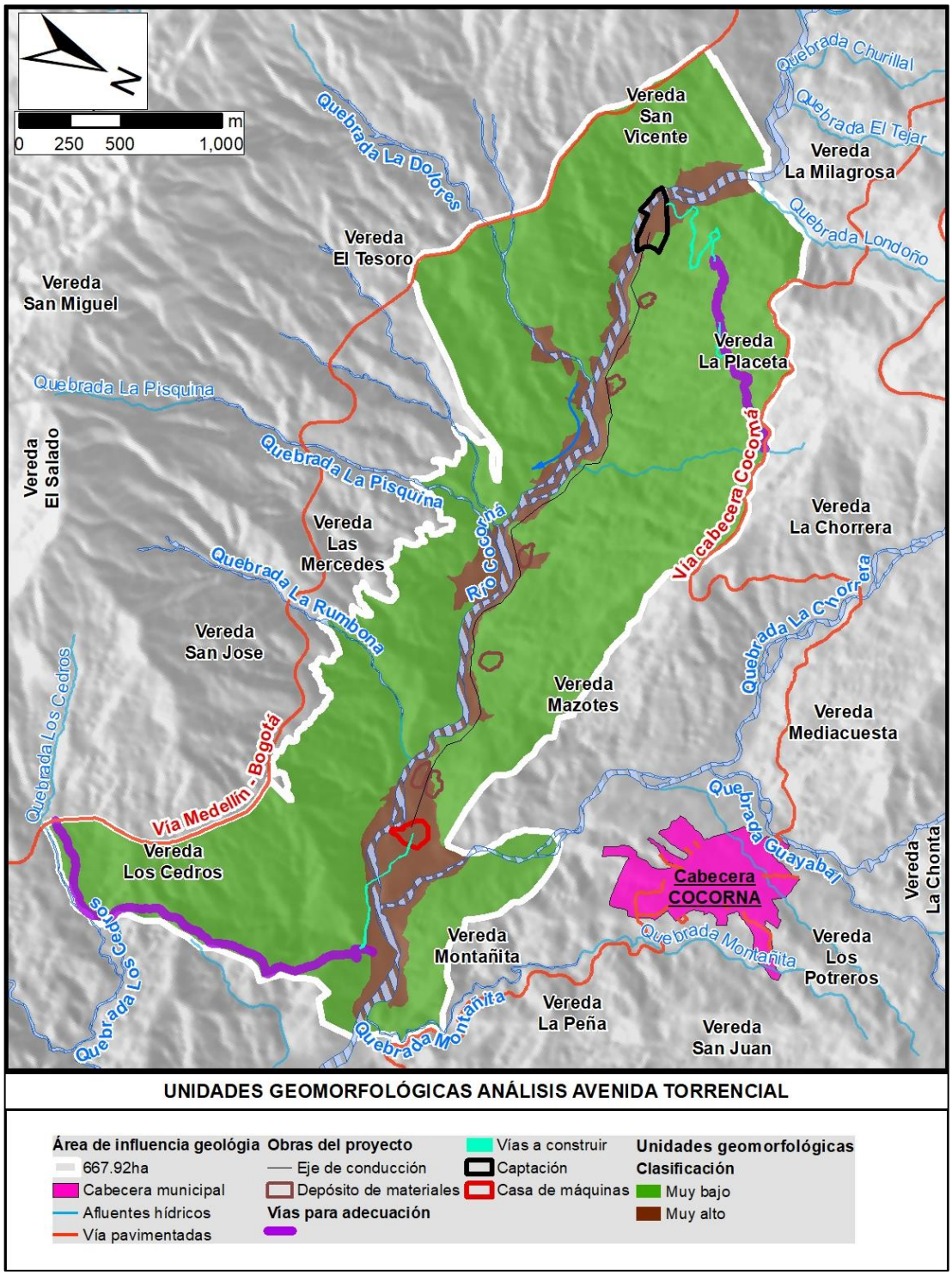


Figura 10-147. Distribución espacial para categorías de unidades geomorfológicas normalizadas

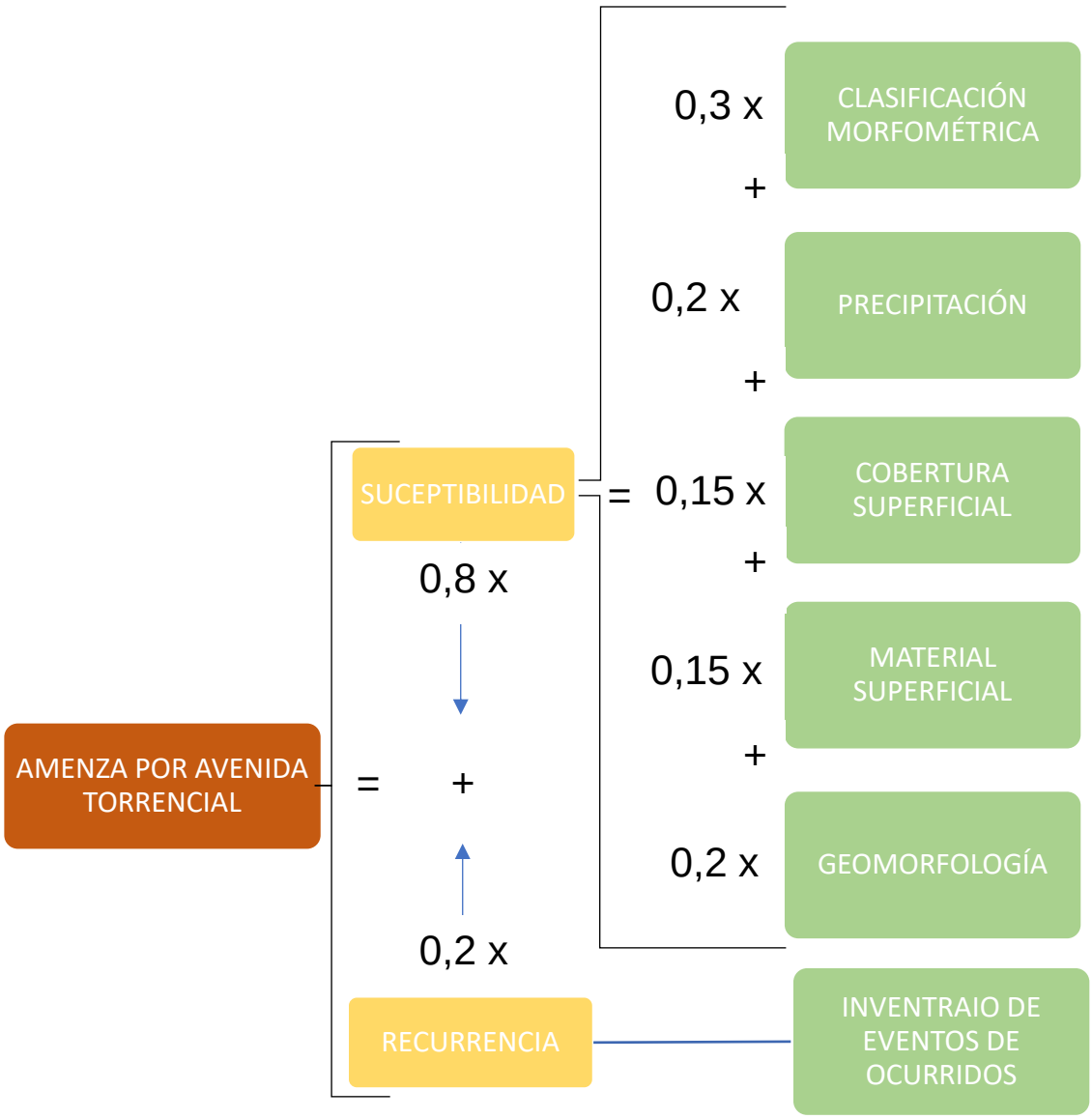


Figura 10-148. Esquema Metodológico determinación amenaza por avenida torrencial

Fuente: Adaptado de (Cornare & Gobernación de Antioquia, 2012)

Para este tipo de eventos no se obtuvieron registros en las bases de datos investigadas, por tal motivo se asumirá las cualificaciones de susceptibilidad como las categorías de amenaza para eventos de avenida torrencial en el área de influencia del componente geológico.

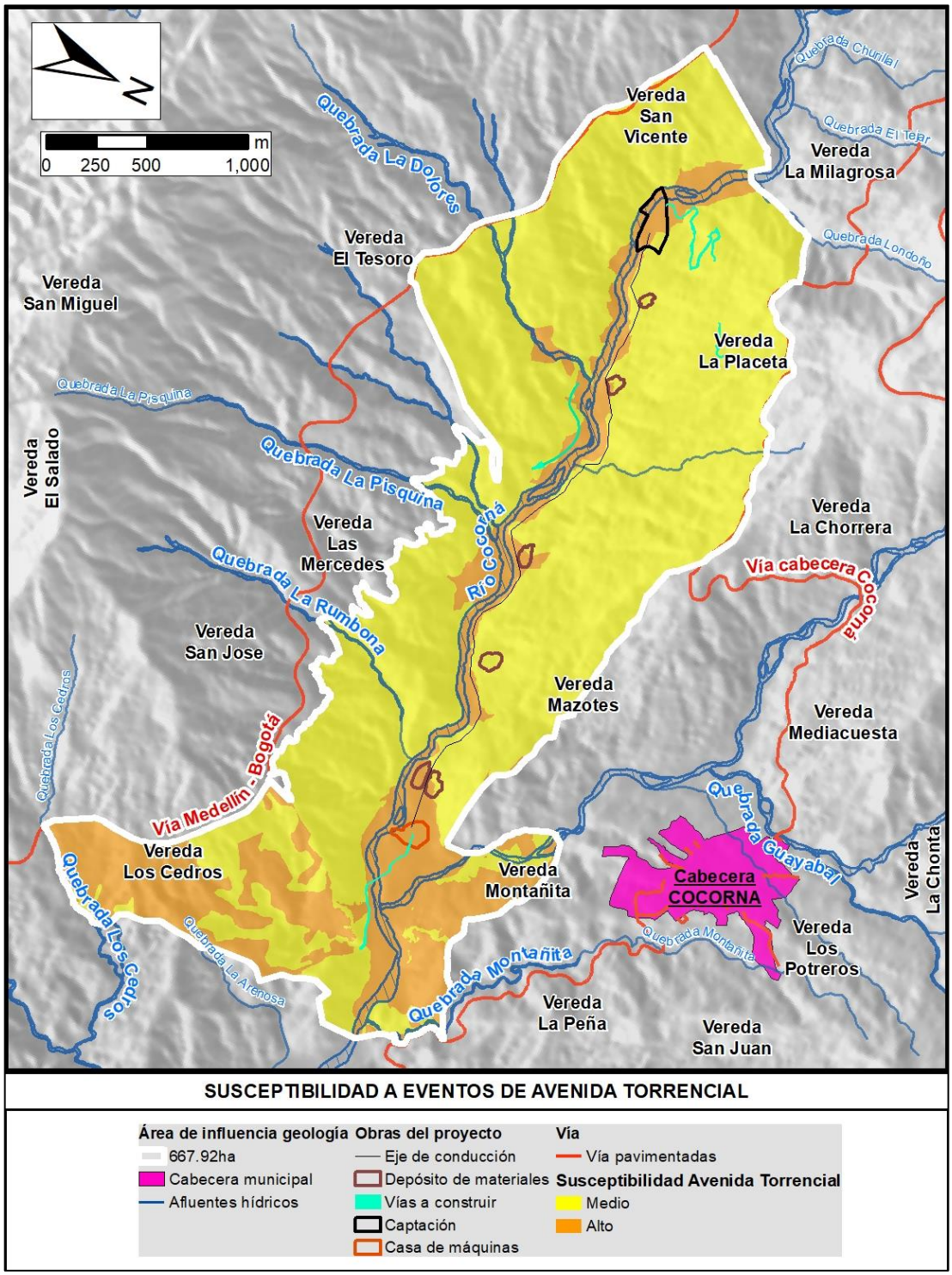


Figura 10-149. Susceptibilidad por eventos de avenida torrencial

Tabla 10-43. Susceptibilidad Avenida torrencial por categoría

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Medio	507,26	75,95%
Alto	160,67	24,05%
Total	**667,92**	**100,0%**

De acuerdo con el desarrollo de la metodología previamente descrita, en la Figura 10-149 se muestran las categorías de la amenaza a eventos de avenida torrencial en el área de influencia para el componente geológico. Esta figura, muestra que las categorías de amenaza a eventos de avenida torrencial obtenidas para la zona varían entre media y alta. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el informe de referencia (Figura 10-150), se encuentran similitudes en los resultados alrededor del cauce del río Cocorná con una amenaza alta en ambos estudios, sin embargo, en el caso de las laderas hay diferencias, pues para el estudio de referencia la amenaza también es alta, mientras que, los resultados de este EIA arrojaron un valor medio en casi toda el área de estudio.

Es importante indicar que la diferencia entre los dos estudios, a pesar de seguir la misma metodología, se puede deber a que en el presente apartado se utilizaron entradas con mayor nivel de detalle y actualizadas con la información levantada en las visitas de campo, tales como las coberturas y los depósitos aluviales. Adicionalmente, se clasificaron los valores numéricos de acuerdo con los rangos Muy Baja (0-2), Baja (2-4), Media (4-6), Alta (6-8) y Muy Alta (8-10), difiriendo del método de natural Breaks utilizado por el estudio referenciado.

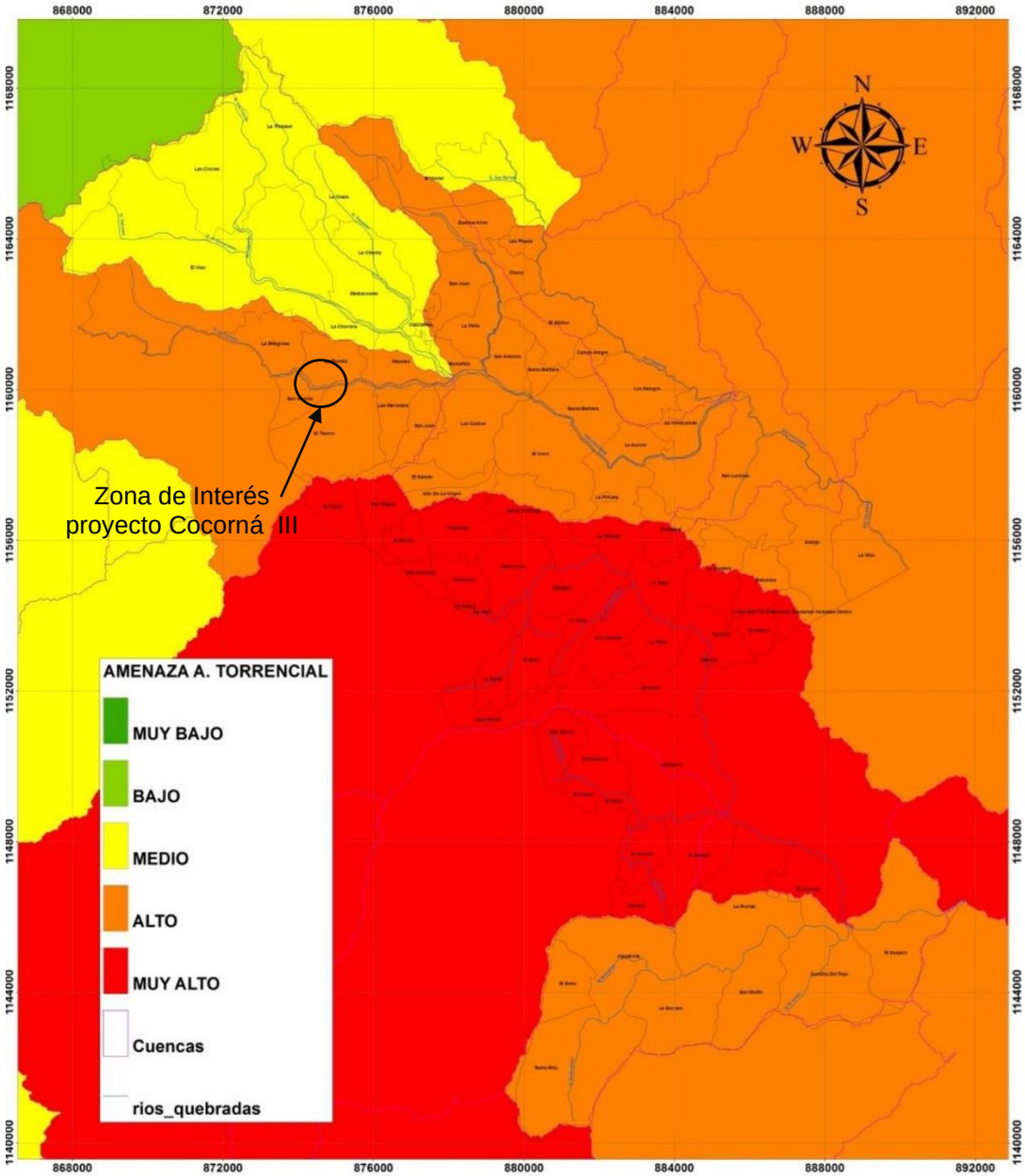


Figura 10-150. Mapa de amenaza por avenida torrencial para Cocorná

Fuente: Tomado de Cornare & Gobernación de Antioquia (2012)

10.3.2.3.4 Análisis de vulnerabilidad

El análisis del grado de exposición a posibles daños que puede sufrir una unidad social, estructura física o actividad económica por eventos de amenaza natural fue determinado a partir de indicadores para las unidades veredales presentes en el área de influencia del componente geológico en torno al Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III.

La información para el análisis de vulnerabilidad fue determina con base en los datos obtenidos durante la caracterización del área de influencia, considerando la siguiente expresión.

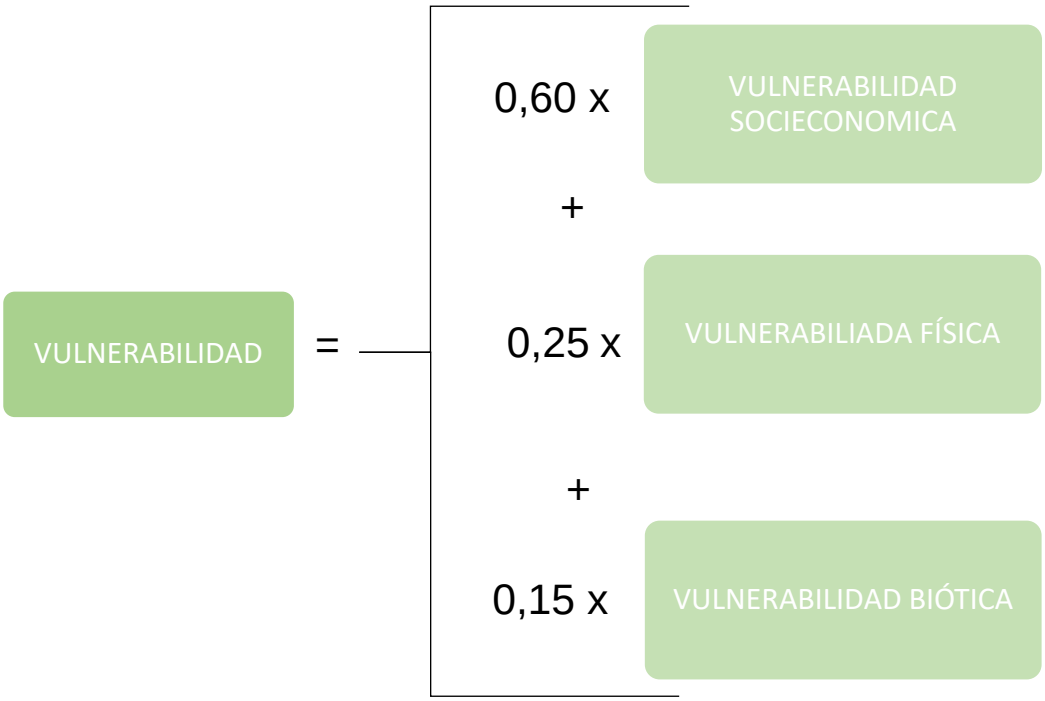


Figura 10-151. Esquema Metodológico Vulnerabilidad

Fuente: Adaptado de (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012)

Teniendo en cuenta la metodología mencionada (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012), la vulnerabilidad biótica es obtenida a partir de la cuantificación de la relación entre la extensión de áreas de importancia ambiental declaradas y el área de cada una de las unidades administrativas, en este caso veredas, del área de influencia socioeconómica.

La calificación de vulnerabilidad se realiza de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 10-44. Calificación de la vulnerabilidad

Categoría	Calificativo	Porcentaje
Muy bajo	1	0-10%
Bajo	3	10-30%
Medio	5	30-50%
Alto	7	50-70%
Muy alto	9	70-100%

Para el área de análisis se obtienen los siguientes resultados de vulnerabilidad biótica en la intersección de las veredas con el área de influencia para el componente geológico:

Tabla 10-45. Vulnerabilidad Biótica

Vereda	Calificativo	Área [ha]	Porcentaje
El Tesoro	Muy bajo	106.5	16.0%
La Placeta	Muy bajo	130.9	19.6%
Las Mercedes	Muy bajo	55.3	8.3%
Los Cedros	Muy bajo	114.2	17.1%
Mazotes	Muy bajo	134.2	20.1%
Montañita	Muy bajo	37.2	5.6%
San José	Muy bajo	34.7	5.2%
San Vicente	Muy bajo	54.9	8.2%
Total		**667.9**	**100.0%**

Los resultados de la vulnerabilidad biótica obtenidos se deben a que en el área de influencia analizada no se tienen áreas protegidas o zonas declaradas de importancia ambiental.

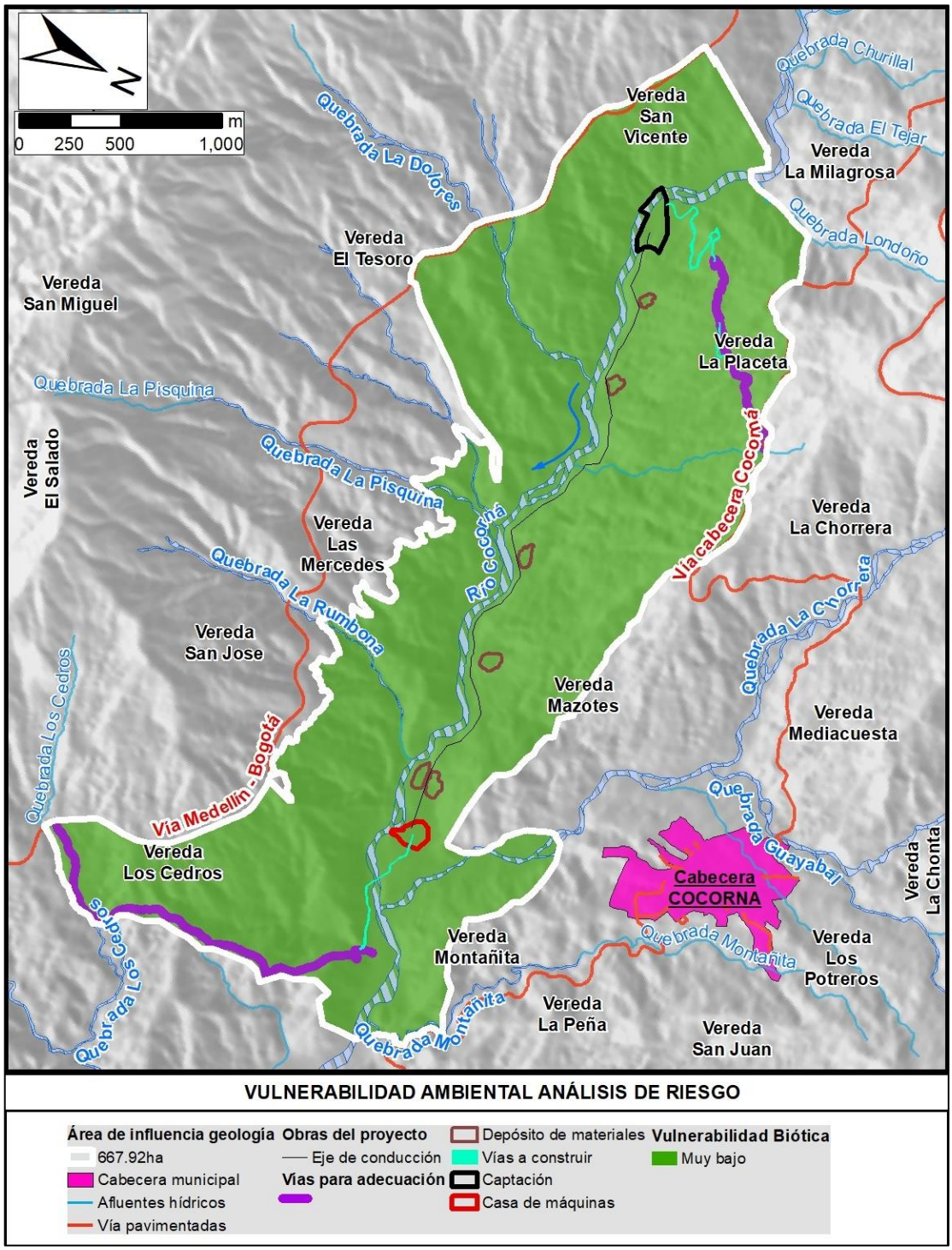


Figura 10-152. Vulnerabilidad Biótica

Para el análisis del medio socioeconómico se realiza la cuantificación y clasificación de variables que dejan entrever el estado de la población en el territorio desde un enfoque multidimensional de la pobreza (Ministerio de Medio Ambiente-Ministerio de Hacienda-CORNARE-CORANTIOQUIA, 2017, pág. 847). La información arrojada permite establecer el nivel de vulnerabilidad socioambiental de cada una de las veredas interceptadas por el área de influencia del componente geológico.

El indicador de vulnerabilidad socioambiental que se utiliza en este apartado se cimienta en la propuesta del documento Evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012) e incluye algunas variables de la propuesta del Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del Río Samaná Norte (Ministerio de Medio Ambiente-Ministerio de Hacienda-CORNARE-CORANTIOQUIA, 2017, pág. 847); la conjunción de ambas metodologías permite evaluar una mayor cantidad de elementos que dan un panorama general de las condiciones de vulnerabilidad de las veredas del área de influencia del medio socioeconómico.

De esta forma, la vulnerabilidad socioeconómica trata de un indicador compuesto que incluye las condiciones de empleo, ingresos, condiciones de acceso a servicios públicos y sociales, población con discapacidad, necesidades básicas insatisfechas, nivel educativo, presencia de organizaciones sociales y desempeño fiscal (dato para el nivel municipal).

A continuación, en la Tabla 10-46 se presentan las variables analizadas, así como las fuentes de información utilizadas en cada caso:

Tabla 10-46 Variables y fuentes de información para el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica

Variable	Categoría	Fuente
Ingresos	Familias que perciben menos de un salario mínimo	SIRPAZ 2012
	Familias que perciben un salario mínimo	SIRPAZ 2012
	Familias que perciben más de un salario mínimo	SIRPAZ 2012
Empleos	Personas que se encuentran desempleadas	SISBEN 2018
	Personas que se encuentran empleadas subempleadas	SISBEN 2018
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	Porcentaje de familias con Necesidades Básicas Insatisfechas	DANE, 2019

Variable	Categoría	Fuente
Desempeño Fiscal	Indicador de desempeño fiscal del municipio	Departamento Nacional de Planeación (DNP) 2019
Población con menos capacidad de respuesta	Población de 0 a 13 años	SISBEN 2018
	Población mayor de 50 años	SISBEN 2018
	Población con discapacidad	SISBEN 2018
Población analfabeta	Mayores de 15 años que no sabe leer ni escribir	SISBEN 2018
Presencia de organizaciones comunitarias	Junta de Acción Comunal	Ficha de caracterización socioeconómica del proyecto
	Junta Administradora de Acueducto	Ficha de caracterización socioeconómica del proyecto
	Grupos Ambientales-Ecológicos	Ficha de caracterización socioeconómica del proyecto
	Institución Educativa	Ficha de caracterización socioeconómica del proyecto
	Asociaciones productivas	Ficha de caracterización socioeconómica del proyecto

Posterior a la recopilación de cada una de las variables analizadas, se le asigna una calificación de 1 a 5 que permite homologar los valores y asignarles una calificación en la que 1 refiere a la mejor condición y 5 a la menos favorable. Posteriormente se promedian los resultados por variable permitiendo arrojar un resultado único para cada unidad territorial. Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan a continuación los resultados obtenidos para la vulnerabilidad socioeconómica en el área analizada, ver Tabla 10-47 y Figura 10-153:

Tabla 10-47. Vulnerabilidad Socioeconómica

Vereda	Calificativo	Área [ha]	Porcentaje
El Tesoro	Bajo	106,5	20,1%
La Placeta	Bajo	130,9	5,2%
Las Mercedes	Bajo	55,3	8,3%
Los Cedros	Bajo	114,2	17,1%
Mazotes	Bajo	134,2	5,6%
San José	Bajo	34,7	8,2%
San Vicente	Bajo	54,9	16,0%

Vereda	Calificativo	Área [ha]	Porcentaje
Montañita	Medio	37,2	19,6%
Total		**667,9**	**100,0%**

Para la interpretación de resultados se considera que las veredas más vulnerables son aquellas en las que confluye una proporción elevada de personas sin ingresos, empleo, discapacidad, necesidades básicas insatisfechas y una menor organización social y desempeño fiscal; la condición de vulnerabilidad indica una menor capacidad de respuesta ante eventos de riesgo natural y social y expresa condiciones más desfavorables para la recuperación de la dinámica económica y social de la unidad territorial de forma posterior a un evento.

Cómo se puede observar en la Tabla 10-47 los resultados de la vulnerabilidad socioeconómica muestran un comportamiento homogéneo de las variables tenidas en cuenta, para las veredas territoriales del área de influencia; lo anterior, guarda relación con un desarrollo histórico similar que se conjuga con unos efectos parecidos de los procesos socioeconómicos actuales marcados por la cercanía de las unidades territoriales con la autopista Medellín-Bogotá y la cabecera municipal.

A pesar de lo anterior, la vereda Montañita presenta un indicador medio cuyo elemento de mayor incidencia es la ausencia de organizaciones comunitarias como Junta de Acción Comunal, mientras tanto, las demás unidades territoriales del área de influencia tienen un indicador Bajo lo que determina una buena capacidad para dar respuesta a eventos de riesgo que se pueden presentar en el territorio de acuerdo con las variables analizadas.

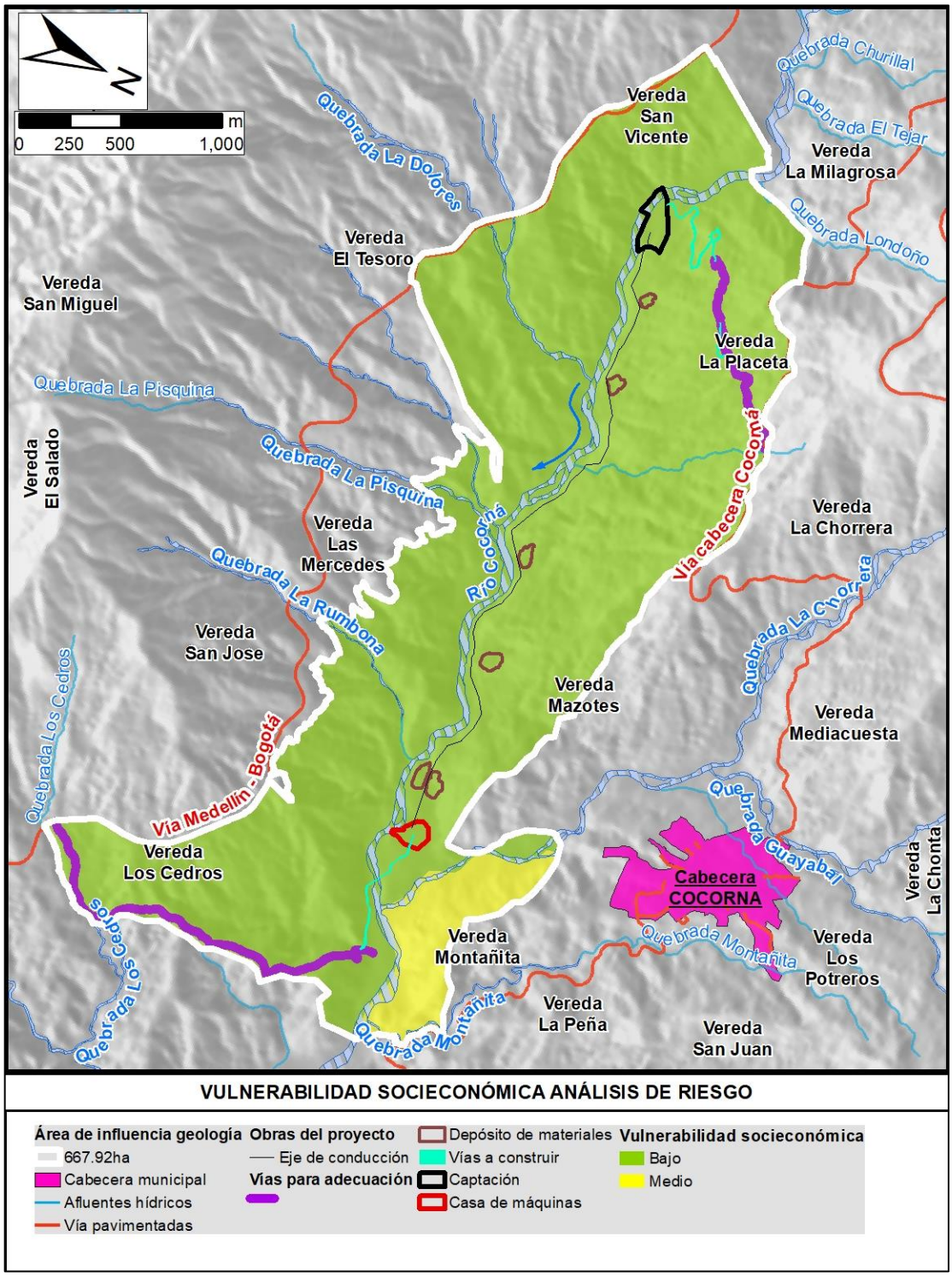


Figura 10-153. Vulnerabilidad Socioeconómica

Por último, para la determinación de la vulnerabilidad física se utiliza la propuesta del documento Evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012).

La vulnerabilidad física trata de un indicador compuesto donde se consideran las características espaciales de las unidades territoriales como la longitud de vías que permiten el intercambio de productos y la densidad y calidad de las viviendas de acuerdo con sus materiales constructivos (pisos y paredes).

A continuación, en la Tabla 10-48 se presentan las variables analizadas, así como las fuentes de información utilizadas en cada caso:

Tabla 10-48. Variables y fuentes de información vulnerabilidad física

Vulnerabilidad	Variable	Categorías	Fuente
Vulnerabilidad Física	Densidad de vías	Área de la vereda	Catastro departamental, 2020
		Longitud de vías	IGAC, 2020
	Densidad de viviendas	Número de viviendas	SISBEN 2018
	Calidad de viviendas	Viviendas que requieren mejoras	SISBEN 2018

Posterior a la recopilación de cada una de las variables analizadas, se le asigna una calificación de 1 a 5 que permite homologar los valores de las variables y asignarles una calificación en la que 1 refiere a la mejor condición y 5 a la menos favorable. Posteriormente se promedian los resultados por variable permitiendo arrojar un resultado único para cada unidad territorial. Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan a continuación los resultados obtenidos para la vulnerabilidad física en el área analizada (ver Tabla 10-49):

Tabla 10-49. Vulnerabilidad Física

Vereda	Calificativo	Área [ha]	Porcentaje
La Placeta	Bajo	130,9	16,0%
Montañita	Medio	37,2	19,6%
San Vicente	Medio	54,9	8,3%
El Tesoro	Muy bajo	106,5	17,1%
Las Mercedes	Muy bajo	55,3	20,1%
Los Cedros	Muy bajo	114,2	5,6%

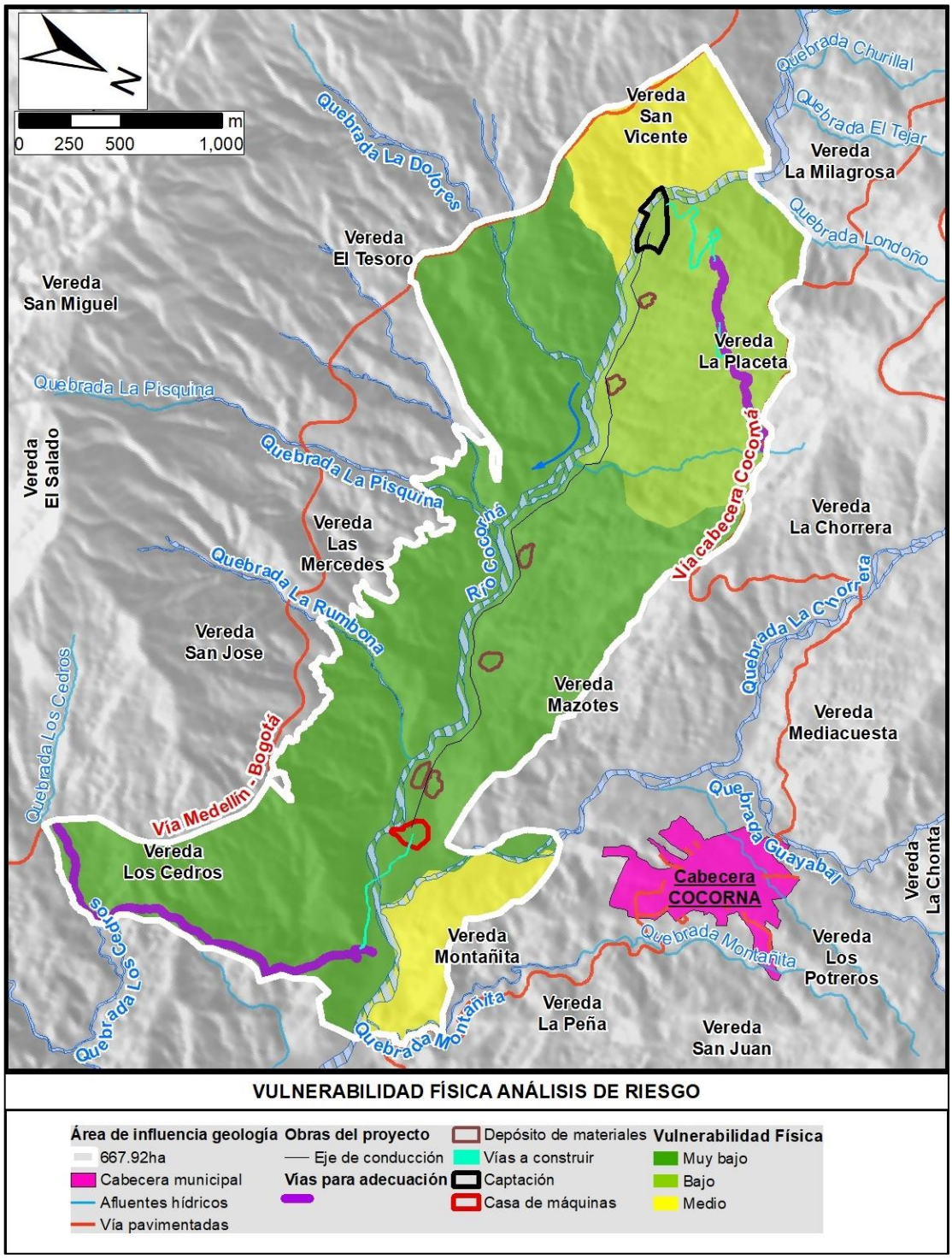
Vereda	Calificativo	Área [ha]	Porcentaje
Mazotes	Muy bajo	134,2	5,2%
San José	Muy bajo	34,7	8,2%
Total		**667,9**	**100,0%**

Para la interpretación de resultados se considera que las veredas más vulnerables son aquellas en las que se presenta una menor densidad de vías y las que tienen una mayor cantidad de viviendas que requieren mejoras, por encontrarse construidas en materiales inadecuados, esto significa que ante un evento de riesgo tienen una mayor posibilidad de verse afectadas estructuralmente con la amenaza consecuente a sus habitantes.

Dentro de las viviendas que requieren mejores se encuentran aquellas que tienen pisos de tierra o arena y paredes de madera burda, madera en mal estado, guadua, esterilla, zinc, latas y cartón, las cuales no cuentan con condiciones adecuadas para la habitabilidad.

Como se puede observar en la Tabla 10-49 las veredas El Tesoro, Las Mercedes, Los Cedros, Mazotes y San José tienen un indicador de vulnerabilidad “Muy Bajo”; esto tiene que ver con la presencia de la autopista Medellín-Bogotá y vías anexas que permiten una buena conectividad, esto muestra facilidades para el transporte de materiales adecuados para la construcción de las viviendas; en una situación similar, con calificativo “Bajo” se encuentra la vereda La Placeta que comporta indicadores más elevados de viviendas que requieren algunas mejoras.

Con calificativo “Medio” se encuentran las veredas San Vicente y Montañita que a pesar de encontrarse atravesadas por dos ejes viales de importancia como la vía Cocorná-San Francisco y la autopista Medellín-Bogotá, una proporción elevada de las viviendas se encuentran construidas en materiales inadecuados, especialmente madera burda, tablón y pisos de tierra. Ver Figura 10-154.



VULNERABILIDAD FÍSICA ANÁLISIS DE RIESGO

Área de influencia geología	Obras del proyecto		Vulnerabilidad Física
667.92ha	Eje de conducción	Depósito de materiales	Muy bajo
Cabecera municipal	Vías para adecuación	Vías a construir	Bajo
Afluentes hídricos		Captación	Medio
Vía pavimentadas		Casa de máquinas	

Figura 10-154. Mapa de Vulnerabilidad Física

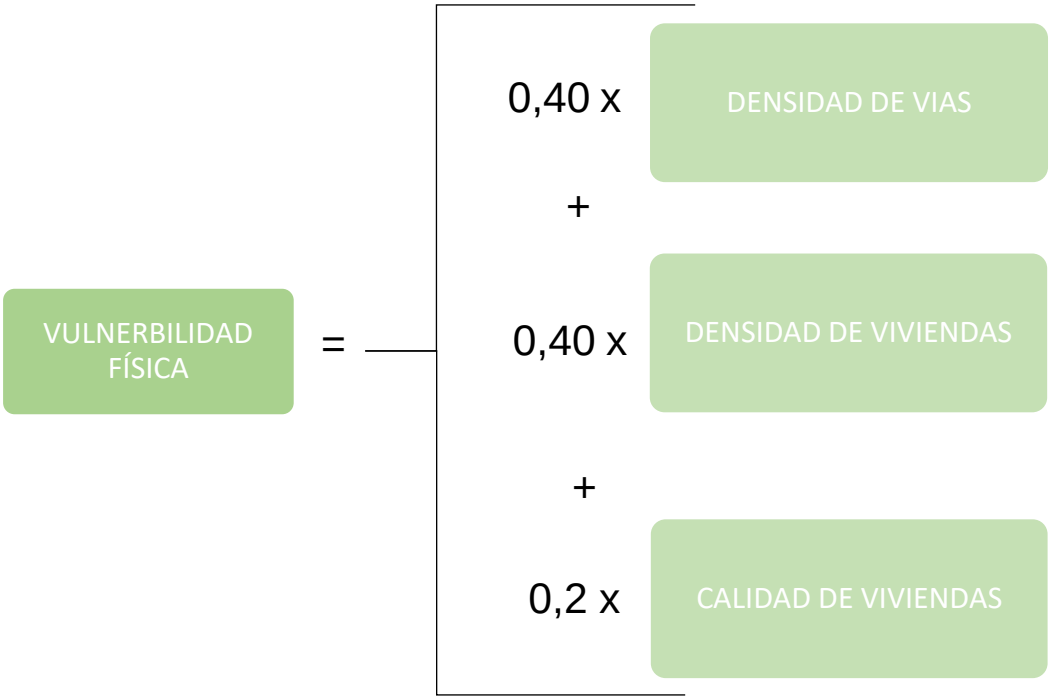


Figura 10-155. Esquema Metodológico Vulnerabilidad física

Fuente: Adaptado de (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012)

Una vez determinada la vulnerabilidad física, podemos abordar el cálculo de la vulnerabilidad ante eventos de avenidas torrenciales, movimientos en masa e inundaciones en el área de influencia del componente de geología, mediante la expresión ya mencionada en la Figura 10-151, ver Tabla 10-50.

Tabla 10-50. Vulnerabilidad de las veredas del área de influencia

Categoría	Calificación	Área [ha]	Porcentaje
El Tesoro	Baja	106,5	16,0%
La Placeta	Baja	130,9	19,6%
Las Mercedes	Baja	55,3	8,3%
Los Cedros	Baja	114,2	17,1%
Mazotes	Baja	134,2	20,1%
Montañita	Baja	37,2	5,6%
San José	Baja	34,7	5,2%
San Vicente	Baja	54,9	8,2%
Total		**667,9**	**100,0%**

Como se puede ver en la tabla anterior, toda el área de influencia en estudio tiene una vulnerabilidad ambiental “Baja” ante eventos de movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, que se debe principalmente a la no existencia de áreas protegidas o declaradas de importancia ambiental y a la cercanía de las unidades territoriales de dicha área con la autopista Medellín-Bogotá y la cabecera municipal.

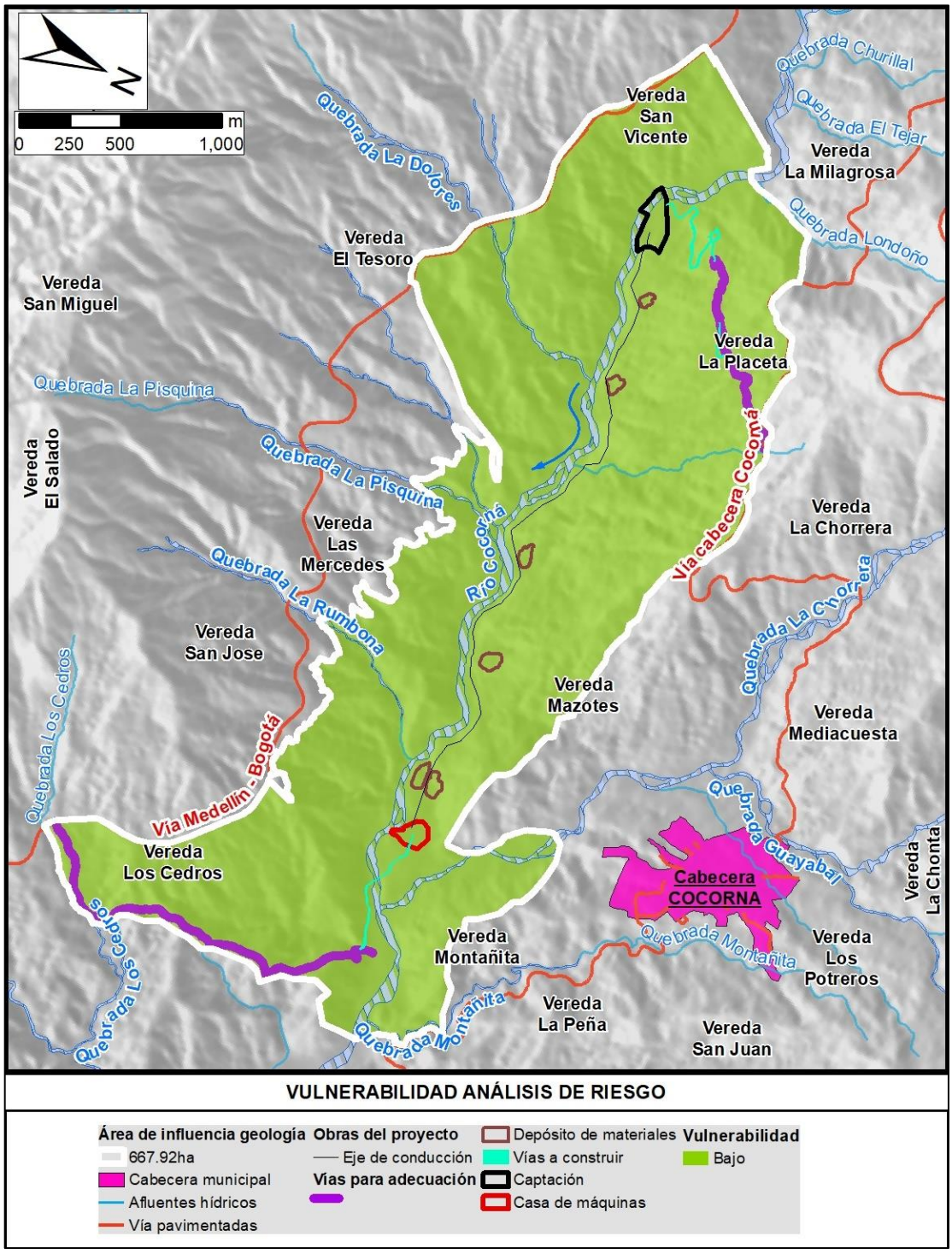


Figura 10-156. Vulnerabilidad en el área de influencia del componente geológico

10.3.2.3.5 Análisis de riesgo

Teniendo en cuenta la zonificación de amenaza realizada para los fenómenos de inundación, avenida torrencial y movimiento en masa, es posible, mediante el cruce con la vulnerabilidad obtener el riesgo asociado a cada uno de estos eventos para el área de influencia analizada.

De acuerdo con lo anterior se determina el riesgo a través de la siguiente expresión:

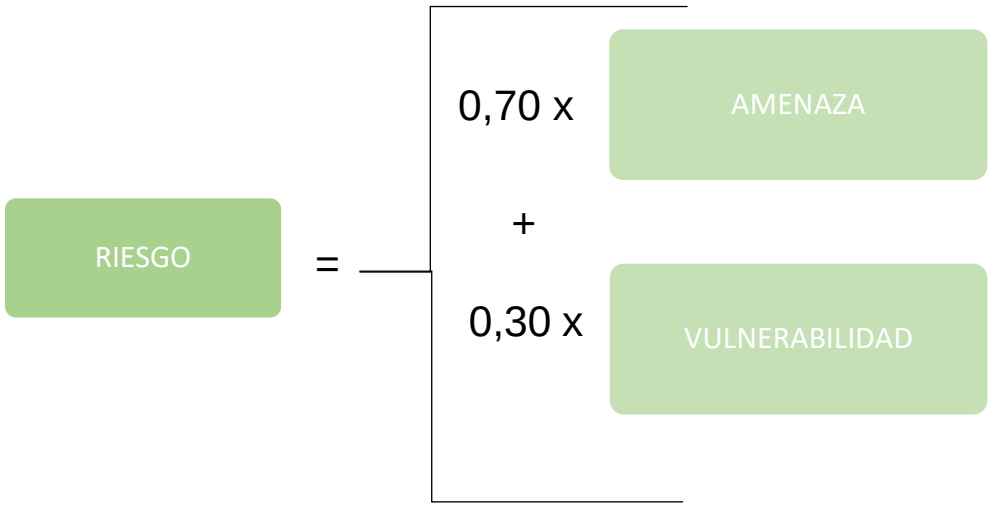


Figura 10-157. Esquema Metodológico Vulnerabilidad

Fuente: Adaptado de (CORNARE-Gobernación de Antioquia, 2012)

Para el área de influencia del componente de geología se obtienen los siguientes resultados para los eventos de movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, ver Tabla 10-51, Tabla 10-52, Tabla 10-53, Figura 10-158, Figura 10-159 y Figura 10-160:

Tabla 10-51. Riesgo movimiento en masa por categoría

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Bajo	8,78	1,31%
Medio	460,50	68,95%
Alto	198,65	29,74%
Total	**667,92**	**100,00%**

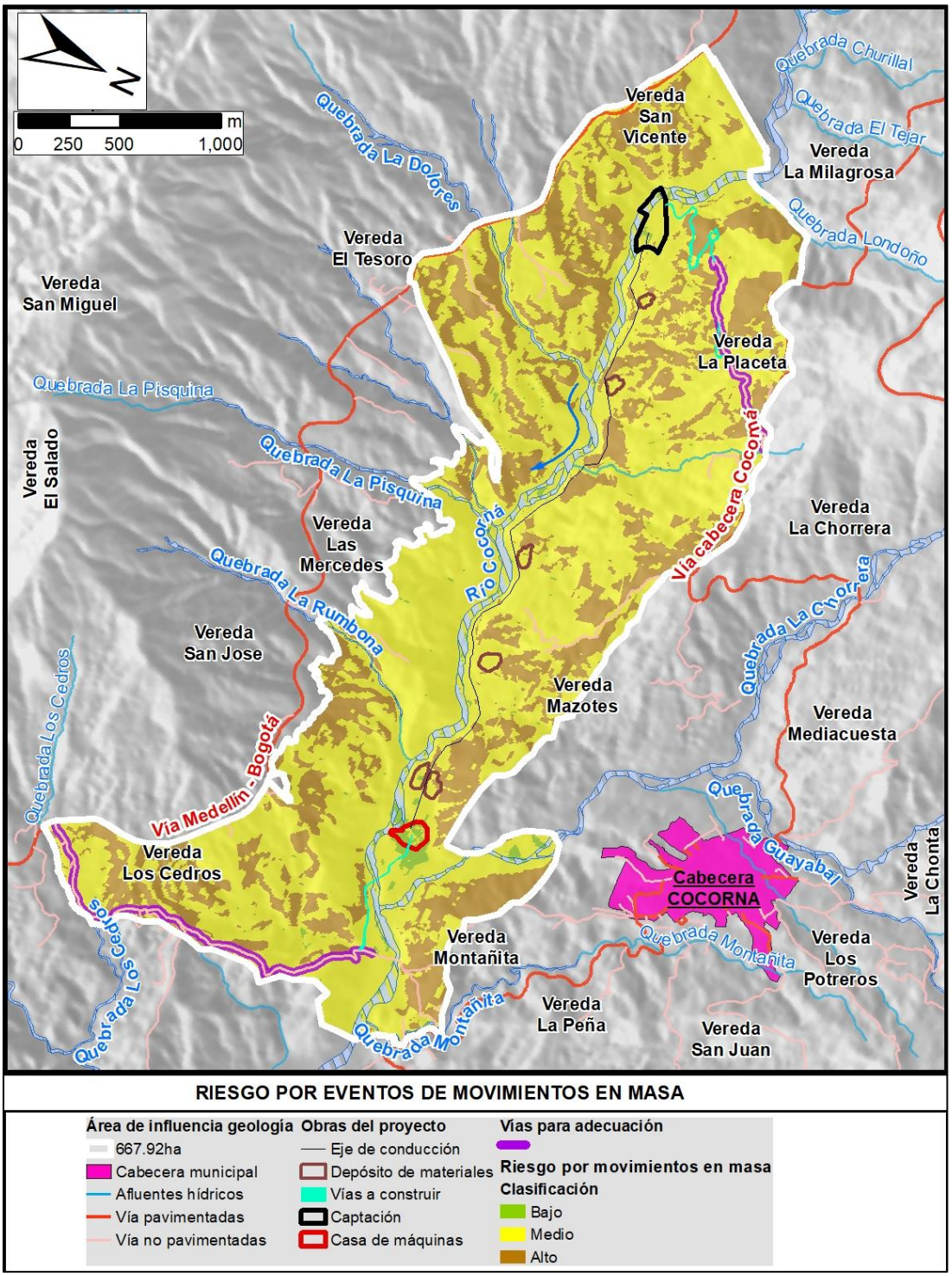


Figura 10-158. Mapa de riesgos por movimientos en masa

Tabla 10-52. Riesgo de inundación por categoría

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Bajo	128,28	49,96%
Medio	113,91	44,36%
Alto	13,55	5,28%
Muy alto	1,05	0,41%
Total	**256,79**	**100,00%**

Tabla 10-53. Riesgo por avenidas torrenciales por categoría

Categoría	Área [ha]	Porcentaje
Medio	638,75	95,63%
Alto	29,17	4,37%
Total	**667,92**	**100,00%**

En el caso de la temática de inundaciones se observan valores de riesgo alto en el sector de la casa de máquinas del proyecto, ver Figura 10-159, y aunque este sector corresponda a una zona que por su curvatura y pendiente podría albergar este tipo de fenómenos, se considera que al localizarse en unidades de terrazas aluviales con diferencias en alturas hasta de 4 metros con respecto al cauce del río, la posibilidad de ocurrencia de este tipo de fenómenos es bastante baja. Estos resultados se validaron en el estudio hidráulico realizado en el capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia, Caracterización del Medio Abiótico, sección Hidrología, donde se encontró que la casa de máquinas no se inundaría ni con el caudal de 500 años de retorno, aunque la parte baja del canal de descarga del caudal turbinado si se inundaría a partir de una lluvia de 10 años de ocurrencia. En el tramo de captación se encontró algo similar, pues las obras de captación y derivación no se inundarían incluso para el caudal de 500 años de período de retorno, ya que las obras principales como el vertedero de crecientes y los muros de cierre, fueron diseñadas considerando un caudal mayor a 445 m^3/s, correspondiente al caudal de retorno de 200 años.

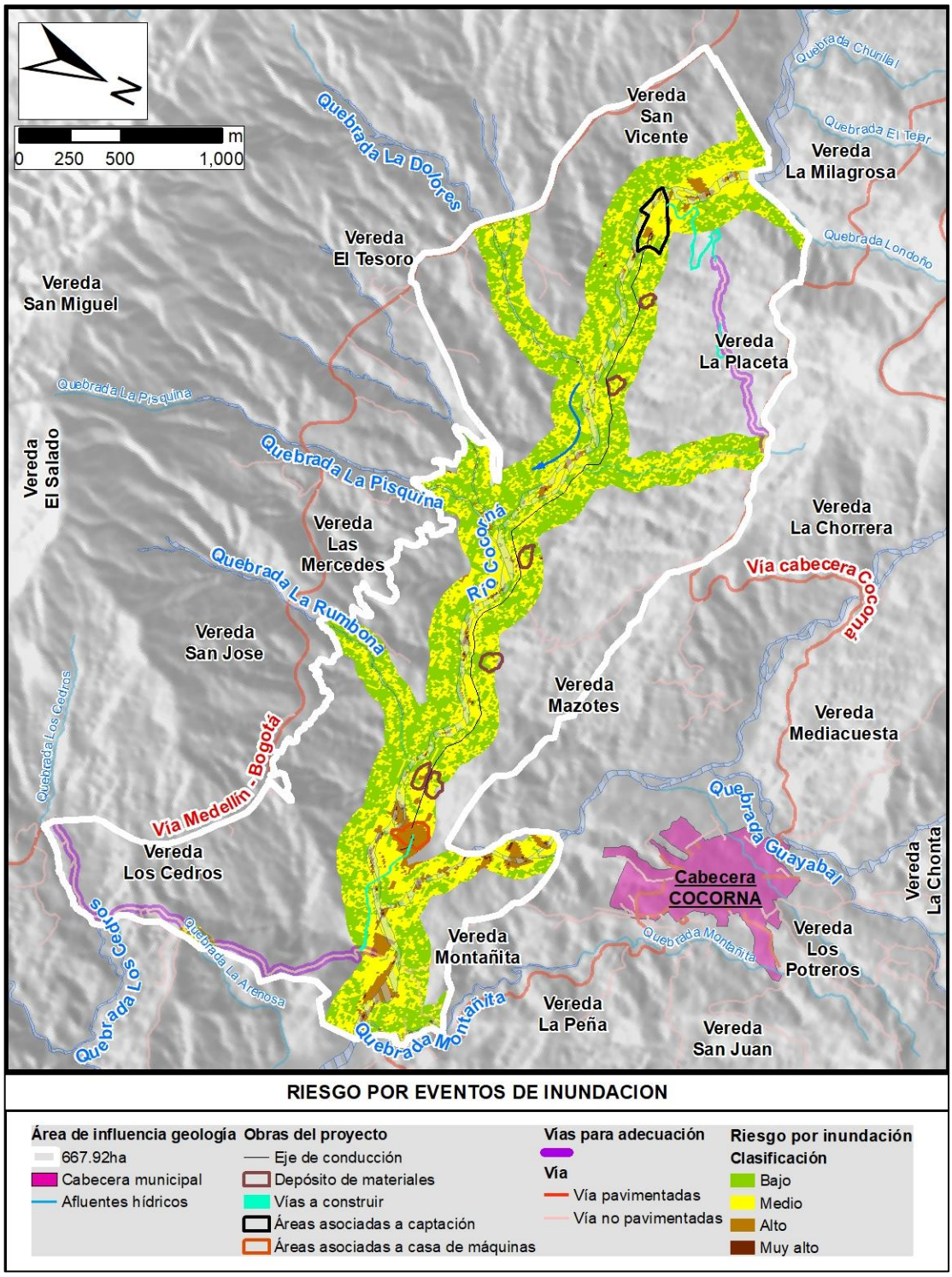


Figura 10-159. Mapa de riesgos por inundación

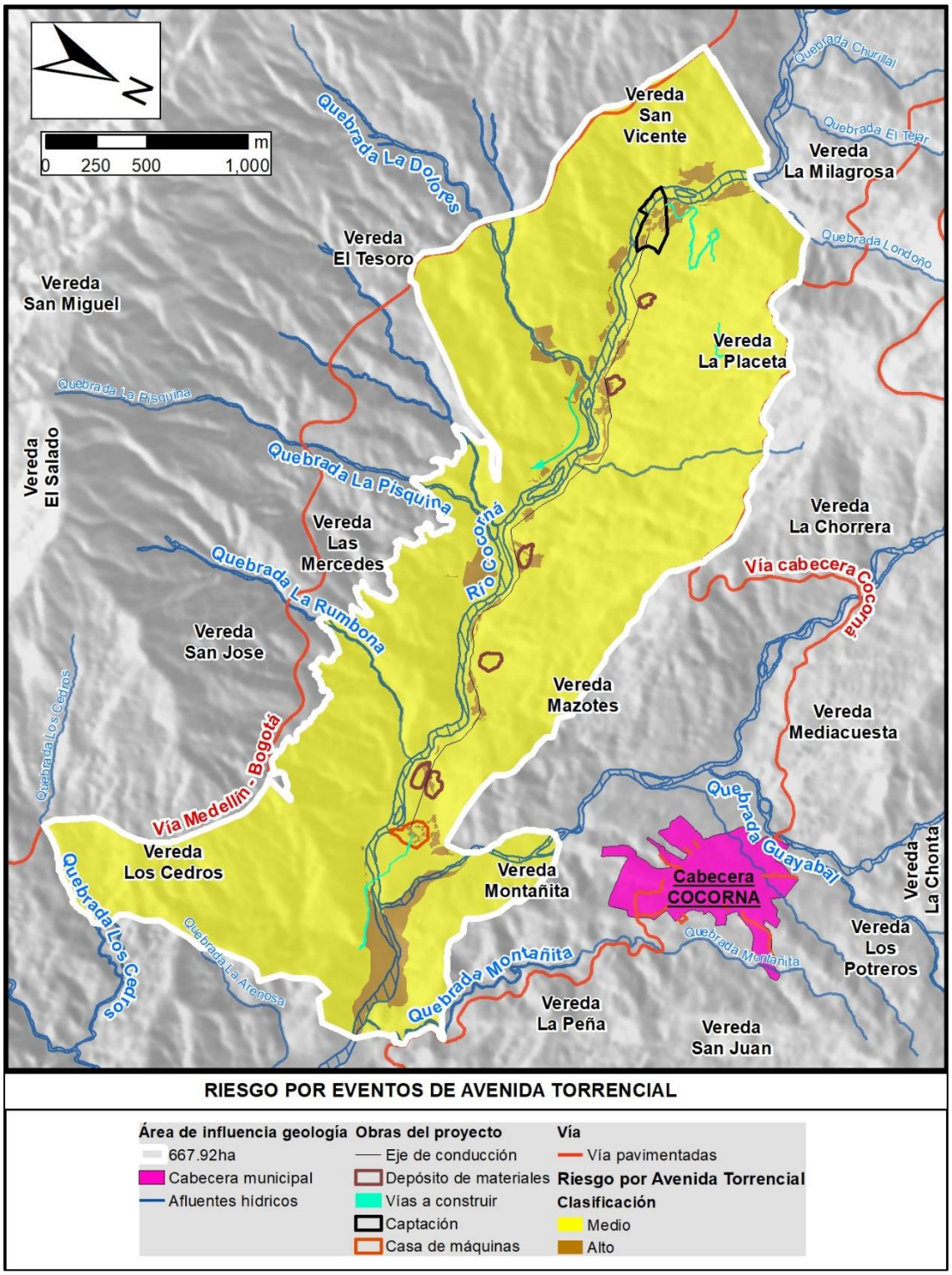


Figura 10-160. Mapa de riesgos por avenidas torrenciales

10.3.2.4 Calificación de las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo

La calificación de las amenazas se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado. Esta probabilidad depende de las características del evento, de las condiciones específicas de construcción y operación del proyecto y de su interacción con el entorno.

Para la evaluación del riesgo se utilizó la metodología planteada por Arboleda & Zuluaga (2005) que define el riesgo como:

$$R = A \times V = P \times I$$

Ecuación 10-2

Donde

- R = Valor cualitativo del riesgo.
- P = Probabilidad de ocurrencia de una amenaza (A)
- I = Intensidad o severidad de consecuencias potenciales (V).

Para la calificación de las amenazas identificadas se proponen las siguientes cinco categorías a las cuales se les asigna un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más alta la calificación, mayor es la probabilidad de que se materialice la amenaza (véase la Tabla 10-54).

Tabla 10-54. Categoría de la amenaza

Categoría	Descripción	Puntos
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil del proyecto (relación 1/1)	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años (relación 1/5)	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada diez años (relación 1/10)	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada 25 años (relación 1/25)	2
Muy remota	Cuando puede suceder una vez cada 50 años (relación 1/50)	1

En la Tabla 10-55 se presenta la calificación de las amenazas identificadas para el proyecto en estudio.

Tabla 10-55. Calificación de la amenaza para el proyecto

Amenaza o evento contingente	Calificación de la Amenaza (probabilidad)	
	Categoría	Puntaje
Actividad sísmica	Ocasional	3

Amenaza o evento contingente	Calificación de la Amenaza (probabilidad)	
	Categoría	Puntaje
Alteración del orden público y social	Ocasional	3
Terrorismo	Remota	2
Inundación en obras principales del proyecto	Remota	2
Incendios y explosiones en plantas físicas	Remota	2
Electrocución	Muy remota	1
Fallas en diseños	Ocasional	3
Fallas de construcción	Muy remota	1
Fallas en equipos	Remota	2
Incidencias en la vía principal	Ocasional	3
Emergencias de salubridad	Ocasional	3
Derrames accidentales de contaminantes al agua o al suelo	Probable	4
Accidentes operacionales	Probable	4

Para evaluar la vulnerabilidad, se consideran las consecuencias que se pueden causar sobre el ambiente y las personas. El término vulnerabilidad se refiere al nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado son los distintos componentes del proyecto y del entorno social, físico, económico y biótico.

Para calificar la vulnerabilidad ante las amenazas identificadas, se utilizan cuatro categorías (véase Tabla 10-56), las cuales se asocian con la gravedad de las consecuencias que puedan recaer en el ambiente y las personas. Entre más vulnerable es un sistema mayor daño puede sufrir por ocurrencia de un evento contingente o amenazante.

Tabla 10-56. Criterios de evaluación de la vulnerabilidad

Categoría	Descripción	Calificación
Insignificante	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1
Leves	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasiona lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2

Categoría	Descripción	Calificación
Grave	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigable o reversible en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	3
Catastrófica	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	4

Fuente: Revista EPM. El Concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No 3, Enero – abril de 2005

Para establecer la vulnerabilidad de los distintos componentes presentes en el área de influencia, es necesario conocer aspectos tales como el nivel de capacitación y la organización de las instituciones para responder ante un evento amenazante, la organización individual y colectiva y los recursos disponibles y de los bienes relacionados, tales como líneas vitales, infraestructura esencial, edificios claves y sitios críticos.

En la Tabla 10-57 se hace la calificación de la vulnerabilidad para los diferentes componentes o elementos del medio afectados por la ocurrencia de las amenazas identificadas para el proyecto y con los criterios de calificación expuestos.

Tabla 10-57. Calificación de la vulnerabilidad para el proyecto

Amenaza o evento contingente	Elementos afectados (vulnerables o sensibles)	Calificación de la vulnerabilidad	
		Categoría	Puntaje
Actividad sísmica	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Infraestructura física existente	Leve	2
	Obras del proyecto	Leve	2
Alteración del orden público y social	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Infraestructura física existente	Leve	2
	Obras del proyecto	Leve	2
Terrorismo	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Infraestructura física existente	Grave	3
	Obras del proyecto	Grave	3

Amenaza o evento contingente	Elementos afectados (vulnerables o sensibles)	Calificación de la vulnerabilidad	
		Categoría	Puntaje
Inundaciones en obras principales del proyecto	Obras del proyecto	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2
Incendios y explosiones en plantas físicas	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Obras del proyecto	Grave	3
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
Electrocución	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Obras del proyecto	Grave	3
Fallas en diseños	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Infraestructura física existente	Insignificante	1
	Obras del proyecto	Grave	3
Fallas de construcción	Comunidades presentes aguas abajo del sitio de captación.	Grave	3
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Infraestructura física existente	Grave	3
	Obras del proyecto	Grave	3
	Río Cocorná y sus quebradas afluentes	Grave	3
	Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río)	Grave	3
Fallas en equipos	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2
	Infraestructura física existente	Leve	2
	Obras del proyecto	Grave	3
Incidencias en la vía principal	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2
Emergencia de salubridad	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3

Amenaza o evento contingente	Elementos afectados (vulnerables o sensibles)	Calificación de la vulnerabilidad	
		Categoría	Puntaje
Derrames accidentales de contaminantes al agua o al suelo	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2
	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2
	Río Cocorná y sus quebradas afluentes	Grave	3
	Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río aguas abajo de la captación)	Grave	3
Accidentes operacionales	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3
	Obras del proyecto	Grave	3

Teniendo en cuenta que el riesgo hace referencia a la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad, se identifican y califican las amenazas o eventos contingentes asociados al proyecto (probabilidad de ocurrencia de una amenaza) y se determina la vulnerabilidad del entorno que puede verse afectado por la ocurrencia de dicho evento (intensidad de las consecuencias potenciales).

El riesgo, con base en la ecuación definida anteriormente (Ecuación 10-2), y teniendo en cuenta los criterios de evaluación de la amenaza y vulnerabilidad, se puede evaluar de acuerdo con la matriz que se presenta en la Tabla 10-58.

Tabla 10-58. Matriz de nivel de riesgo

			Nivel del Riesgo				
Vulnerabilidad	**Catastrófica**	**4**	4	8	12	16	20
	Grave	**3**	3	6	9	12	15
	Leve	**2**	2	4	6	8	10
	Insignificante	**1**	1	2	3	4	5
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
			Improbable	**Remota**	**Ocasional**	**Probable**	**Frecuente**
			Amenaza				

	Riesgo aceptable		Riesgo tolerable		Riesgo crítico

Fuente: Adaptado de Arboleda & Zuluaga (2005)

Teniendo en cuenta los rangos establecidos en la matriz anterior, los riesgos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Riesgos aceptables (1-4), los cuales no representan una amenaza significativa para el ambiente y sus consecuencias son menores.
- Riesgos tolerables (5-9), que son aquellos que pueden ocasionar daños más significativos al ambiente, por lo que requieren el diseño de planes de atención.
- Riesgos críticos (10-20), que pueden ocasionar daños graves sobre el ambiente y requieren planes de atención prioritarios y a corto plazo, con alta disponibilidad de recursos y con un monitoreo intenso.

En la Tabla 10-59 se presenta la categorización de los riesgos identificados para el presente proyecto de acuerdo con el nivel de riesgo obtenido.

Tabla 10-59. Nivel de riesgo para el proyecto

Amenaza o evento contingente	Calificación de la amenaza (probabilidad)	Elementos afectados	Calificación de la vulnerabilidad		Riesgo	Nivel de Riesgo
			Categoría	Puntaje		
Actividad sísmica	3	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Infraestructura física existente	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Obras del proyecto	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
Alteración del orden público y social	3	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	9	Riesgo Tolerable
	3	Infraestructura física existente	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Obras del proyecto	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
Terrorismo	2	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	4	Riesgo Aceptable
	2	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
	2	Infraestructura física existente	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
	2	Obras del proyecto	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
Inundaci	2	Obras del proyecto	Leve	2	4	Riesgo Aceptable

Amenaza o evento contingente	Calificación de la amenaza (probabilidad)	Elementos afectados	Calificación de la vulnerabilidad		Riesgo	Nivel de Riesgo
			Categoría	Puntaje		
	2	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2	4	Riesgo Aceptable
Incendios y explosiones en plantas físicas	2	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	4	Riesgo Aceptable
	2	Obras del proyecto	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
	2	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
Electrocución	1	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Obras del proyecto	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
Fallas en diseños	3	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	9	Riesgo Tolerable
	3	Infraestructura física existente	Insignificante	1	3	Riesgo Aceptable
	3	Obras del proyecto	Grave	3	9	Riesgo Tolerable
Fallas de construcción	1	Comunidades presentes aguas abajo del sitio de captación.	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Infraestructura física existente	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Obras del proyecto	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Río Cocorná y sus quebradas afluentes	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
	1	Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río)	Grave	3	3	Riesgo Aceptable
Fallas en equip	2	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	4	Riesgo Aceptable

Amenaza o evento contingente	Calificación de la amenaza (probabilidad)	Elementos afectados	Calificación de la vulnerabilidad		Riesgo	Nivel de Riesgo
			Categoría	Puntaje		
	2	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2	4	Riesgo Aceptable
	2	Infraestructura física existente	Leve	2	4	Riesgo Aceptable
	2	Obras del proyecto	Grave	3	6	Riesgo Tolerable
Incidencias en la vía principal	3	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
Emergencia de salubridad	3	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	6	Riesgo Tolerable
	3	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	9	Riesgo Tolerable
Derrames accidentales de contaminantes al agua o al suelo	4	Comunidades presentes en el área de influencia	Leve	2	8	Riesgo Tolerable
	4	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Leve	2	8	Riesgo Tolerable
	4	Río Cocorná y sus quebradas afluentes	Grave	3	12	Riesgo Crítico
	4	Recurso biótico (flora y fauna íctica presente en el río aguas abajo de la captación)	Grave	3	12	Riesgo Crítico
Accidentes operacionales	4	Comunidad vinculada a las obras del proyecto	Grave	3	12	Riesgo Crítico
	4	Obras del proyecto	Grave	3	12	Riesgo Crítico

10.3.3 Plan de contingencias

El plan de contingencias tiene por objetivo definir medidas de prevención, atención y restauración o recuperación de las emergencias previstas para las etapas de

construcción y operación de El Proyecto. Con base en el análisis de riesgos que se realizó anteriormente, se plantean dichas estrategias, contando con la disponibilidad de recursos humanos, técnicos y económicos para su aplicación.

Dentro de las medidas propuestas se contemplan, primero, las acciones preventivas y las acciones de administración del riesgo, es decir, las que tienen como objetivo reducir las probabilidades de ocurrencia de las contingencias y la atención de estas. Luego, se presentan las medidas de recuperación después de que se materializa y se atiende la emergencia.

10.3.3.1 Objetivos

- Suministrar los elementos de juicio necesarios para la toma oportuna de decisiones, que permitan una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de un evento que afecta las condiciones normales del área de influencia del proyecto.
- Involucrar en todos los niveles la contribución de los programas de Seguridad Industrial, y Salud en el Trabajo, específicamente en la prevención y control de emergencias.
- Definir el grupo que se encargará de la prevención y atención de desastres, así como de los requerimientos de capacitación.
- Identificar las organizaciones que podrán participar en la atención de un evento.
- Elaborar un sistema de información que se convierta en guía de procedimientos para lograr una efectiva comunicación con el personal que conforma las brigadas y las entidades de apoyo externo.
- Estructurar los programas que permitan una oportuna y adecuada respuesta ante la ocurrencia de cualquiera de los eventos identificados.
- Minimizar el impacto generado al ambiente ante un evento e implementar las acciones ambientales necesarias después de la emergencia para la restauración ambiental del área afectada.
- Reducir los costos y reclamos derivados de la ocurrencia de una emergencia o evento.
- Salvaguardar la integridad de las instalaciones del proyecto.

10.3.3.2 Lineamientos generales

El enfoque general del Plan de Contingencia para el proyecto hidroeléctrico Cocorná III, considera de un lado la identificación y análisis de los riesgos que puedan suceder durante la construcción y operación del proyecto y de otro, la definición de los lineamientos de atención de las contingencias previstas.

El análisis de riesgo y el plan de prevención y atención de contingencias se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres originados en las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto, por el desarrollo de las actividades inherentes a éste o por situaciones de orden social, buscando prevenir dichos eventos, o en caso tal de suceder, disponer de respuestas rápidas y eficientes para atender el efecto causado.

El plan de contingencia se define como un conjunto integrado de recursos humanos y económicos, instrumentos técnicos, normas generales, reglas e instrucciones que tienen como finalidad suministrar los elementos de juicio necesarios para la toma oportuna de decisiones, que permitan una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de un desastre que altere las condiciones ambientales, sociales y económicas del área de influencia del proyecto.

El plan es esencialmente preventivo, deberá cumplir con una misión informativa a la comunidad y acatará las decisiones tomadas por las autoridades municipales para la atención de eventos adversos, respetando el poder otorgado por el Decreto 919 de mayo de 1989, por el cual se organiza el sistema nacional de atención y prevención de desastres y se faculta a los alcaldes como máxima autoridad en la atención de un desastre.

Dentro de este plan se incluye los objetivos, la descripción de la estructura organizativa del proyecto para la atención de los eventos de riesgo o contingentes analizados, los elementos para la implementación y los programas de educación y divulgación, las estrategias de respuesta para cada uno de los eventos de riesgo, las necesidades de recursos humanos, logísticos y de comunicación.

10.3.3.3 Estructura organizativa

Se refiere a la organización necesaria para atender oportunamente la ocurrencia de un evento de carácter contingente y responder así a la implementación del Plan de Contingencias.

La estructura organizativa planteada responde a las necesidades de asignar responsabilidades a las diferentes entidades que intervienen en la construcción y operación del proyecto. En esta organización, la empresa propietaria del proyecto deberá asumir la responsabilidad administrativa y económica de la implementación del plan de contingencias y deberá liderar el comité coordinador del mismo. Los demás comités que se deben conformar estarán integrados por las demás entidades que participan en la ejecución (contratistas, interventoría y asesoría).

También hacen parte de la estructura organizacional para la atención de aquellas contingencias que por su magnitud no pueden ser atendidas totalmente por el proyecto, las entidades externas al proyecto como Cornare, la alcaldía del municipio de Cocorná y, la Defensa Civil.

Durante la operación del proyecto, la atención de contingencias deberá ser responsabilidad de la empresa dueña del proyecto y de los entes gubernamentales (CREPAD – Comité regional para la prevención y atención de desastres de Antioquia y el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio), siendo también responsabilidad de la empresa propietaria del proyecto, el mantenimiento del sistema de alarmas y comunicaciones y de la infraestructura de apoyo.

En la Figura 10-161 se presenta la estructura organizativa del plan de emergencias:

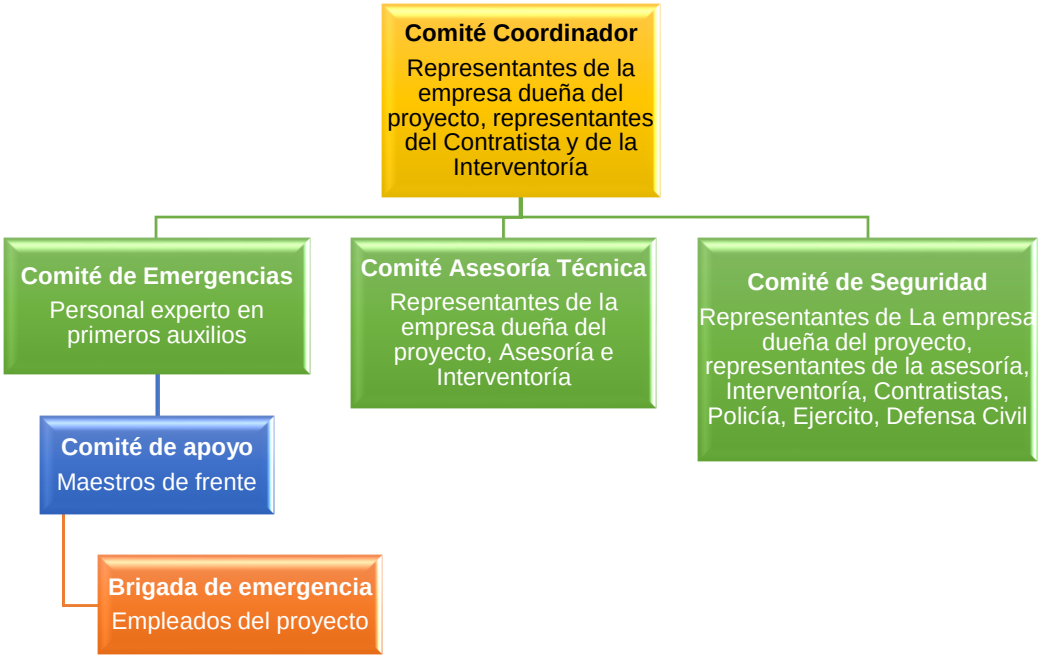


Figura 10-161. Estructura organizativa del Plan de Emergencias

10.3.3.4 Entidades participantes

Las diferentes entidades participantes en la puesta en marcha del Plan de contingencia se detallan a continuación y se rigen bajo los siguientes lineamientos:

- La empresa dueña del proyecto tiene directamente a su cargo los aspectos económicos y administrativos y el manejo de las relaciones con la comunidad del área de influencia de éste.
- La empresa contratista de la construcción es responsable de aportar todos los recursos constructivos para obtener un producto final dentro del plazo y el costo previsto, además de responder por la seguridad del recurso humano, la infraestructura del proyecto y los ecosistemas del área de influencia del proyecto.

- La empresa contratista de interventoría del proyecto es responsable de aportar toda la experiencia de su recurso humano para obtener una obra con la calidad exigida en las especificaciones, además de responder por la conservación de las condiciones ambientales existentes.
- La empresa contratista de asesoría y de diseño de las obras es la responsable ante el propietario por el aspecto técnico de las obras.
- Las entidades de apoyo interinstitucional, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que en un momento dado pueden entrar a apoyar la atención de una contingencia en las instalaciones y en la zona de ubicación del proyecto.

En la zona del proyecto hacen presencia las siguientes entidades y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales:

- Comités regionales y locales para prevención y atención de desastres
- CORNARE
- Ejército Nacional
- Policía Nacional
- Defensa Civil
- Alcaldía de Cocorná
- Bomberos Voluntarios de Cocorná

La coordinación de recursos humanos y técnicos con las entidades y organizaciones debe ejecutarse debido a que:

- Una sola institución no cuenta con todos los recursos humanos, técnicos y económicos para atender satisfactoriamente situaciones de desastre.
- Una contingencia no puede segmentarse en función de la territorialidad de las entidades y organizaciones.
- La necesidad de no duplicar esfuerzos ni desperdiciar recursos.
- La necesidad de obtener resultados, en función de la salvaguarda de los recursos naturales y del bienestar de la comunidad y no en función de las entidades u organizaciones.

De acuerdo con las necesidades reflejadas en las diferentes estrategias de respuesta planteadas para cada uno de los eventos contingentes identificados y los programas que conforman el plan y teniendo en cuenta la disponibilidad del personal del proyecto y las autoridades municipales, se conforman los comités y brigadas que participan en la ejecución del plan. A continuación, se detallan dichos comités:

10.3.3.4.1 Comité coordinador del Plan (CCP)

Es asesor de aspectos relacionados con valores de: Maquinaria, equipos e instalaciones que permitan la toma de decisiones en maniobras de búsqueda, rescate, protección, estabilización, traslado y evacuación de personas. Este comité estará conformado por un director e ingenieros residentes del proyecto y la Interventoría.

El director del comité coordinador deberá tener en lo posible amplia experiencia en seguridad industrial, en administración de proyectos y amplia capacidad de negociación; esta persona dada su responsabilidad dependerá directamente de la gerencia del proyecto.

Las funciones de este comité son:

- Coordinar las acciones preventivas, de atención y restauración que hacen parte del plan de contingencias.
- Centralizar la información de los frentes de obra y de la comunidad del área de influencia del proyecto, que sirva de base para la toma de decisiones.
- Establecer el área de influencia de un evento contingente y sus características.
- Definir en coordinación con otras instancias del proyecto, la necesidad de activar alguno de los planes de contingencia.
- Actualizar el plan de contingencia.
- Diseñar, organizar y actualizar los cursos de capacitación para el personal de las empresas que intervienen en la construcción del proyecto y del personal que intervendría en la atención de una contingencia.
- Participar en los simulacros organizados por los comités de emergencia y de seguridad, para ajustar los mecanismos que garanticen la efectividad de las acciones ante un evento.

10.3.3.4.2 Comité de emergencias (CE)

El comité de emergencias estará conformado por personal con conocimientos en primeros auxilios y será apoyado por el comité de apoyo y por las brigadas de emergencias y de bomberos, que cuentan con personal de cada uno de los frentes.

Entre las funciones del comité se tienen:

- Planear, coordinar y dirigir las medidas a implementar en caso de emergencia tanto en los frentes de obra como en la zona de influencia del proyecto.
- Manejar los recursos humanos, físicos y tecnológicos que se requieren para la atención de desastres.
- Capacitar los grupos que conforman las brigadas.

- Organizar, realizar y evaluar simulacros.
- Dirigir la brigada de emergencia y los grupos de apoyo.
- De acuerdo con la amenaza ordenar la evacuación total o parcial de las instalaciones.
- Coordinar acciones con cuerpos de socorro.
- Prestar los primeros auxilios a los lesionados por la emergencia. Si la lesión es grave y se presentan varios heridos, solicitar ayuda al personal de cada uno de los frentes.
- Evaluar el estado de salud de las personas afectadas por una contingencia hasta su completo restablecimiento.

10.3.3.4.3 Comité de asesoría técnica (CAT)

El comité de asesoría técnica estará compuesto por representantes de la empresa dueña del proyecto, de la empresa de asesoría y de la empresa de interventoría. La función de este comité será:

- Asesorar a los ingenieros jefes de frente para solucionar problemas ocurridos por una eventualidad de carácter técnico.
- Asesorar al comité coordinador del plan en la actualización de la información requerida para la atención de contingencias de carácter técnico.

10.3.3.4.4 Comité de seguridad y salud en el trabajo

Se encarga de promover la participación interna de los trabajadores de la empresa (dueño del proyecto, obreros del contratista y de la interventoría) para realizar una inspección regular y periódica de las actividades realizadas para la prevención y atención de desastres. Su función es facilitar el intercambio de opiniones frente a la forma en que se debe realizar la gestión del riesgo en la zona del proyecto y gestionar la implementación de medidas de manejo.

10.3.3.4.5 Comité de apoyo (CA)

Los comités de apoyo están conformados cómo mínimo por los supervisores de los frentes de obra que se estén ejecutando en el proyecto en la fase de construcción y por los operarios de la Central en la fase de operación. Este comité dependerá directamente del comité de emergencias. Su función será participar en la evacuación y rescate de víctimas de una contingencia.

10.3.3.4.6 Brigadas de emergencia (BE)

A nivel operativo se encuentra la brigada de emergencia, que es una organización compuesta por personas con aptitud física, mental y social, debidamente motivadas, entrenadas y capacitadas debido a su permanencia y nivel de responsabilidad.

Asumen la ejecución de procedimientos administrativos u operativos necesarios para prevenir o controlar emergencias.

Las funciones de la brigada de emergencia son:

- Realizar un reporte oportuno de riesgos.
- Realizar una lista de chequeo con periodicidad acorde con la peligrosidad de riesgo.
- Intervenir con los medios disponibles para tratar de evitar que se produzcan daños o pérdidas como consecuencia de una amenaza.
- Hacer uso adecuado de extintores.
- Valorar la situación y los lesionados.
- Clasificar los lesionados y atenderlos según su prioridad.
- Prestar primeros auxilios.
- Coordinar el traslado de lesionados al centro de emergencias (escuela de la vereda u otro sitio designado para tal fin) o asistencial si es del caso.
- Realizar un análisis y evaluación de daños y perjuicios.
- Realizar un inventario de pérdidas.
- Verificar quienes evacuaron, quienes hacen falta y reportarlos.
- Realizar los ajustes necesarios a la estructura, instalaciones, equipos, y procesos de atención y prevención de desastres.
- Esta brigada estará conformada por mínimo cinco operarios del proyecto, los cuales deben ser capacitados debidamente para atender todas y cada una de las emergencias que se puedan presentar.

10.3.3.5 Sistema de comunicaciones

La implementación de un sistema de comunicación durante la etapa de construcción del proyecto es necesaria para garantizar el éxito en la atención de un evento contingente y la restauración de los componentes afectados por la ocurrencia de éste.

Se recomienda la utilización de sistemas de comunicación tanto fijos como móviles. Los dispositivos móviles se localizarán en los frentes de obra, a cargo del Maestro del frente responsable de las actividades que se desarrollan en el mismo y de la interventoría.

Los dispositivos fijos se localizarán en los sitios donde se presta servicio permanente, como en talleres, oficinas, oficina de atención de la comunidad, bases militares y de policía. El sistema de comunicaciones del plan de contingencias tendrá una central de control, localizada en la oficina principal del proyecto, la cual coordinará las acciones de atención ante la ocurrencia de un evento contingente.

El proyecto debe contar con radios portátiles y celulares en cada uno de los frentes de obra, talleres y demás oficinas del proyecto. Así mismo, los integrantes de los comités deberán tener un directorio actualizado de los números telefónicos de las personas que lo conforman y de las entidades de apoyo.

10.3.3.6 Sistema de monitoreo y alarma

La instalación de un sistema de monitoreo y alarmas en cada uno de los frentes de obra y demás sitios estratégicos, evita que la ocurrencia de un evento contingente desencadene un desastre de grandes magnitudes.

Los sistemas de monitoreo y alarmas deben incluir:

- Alarmas de evacuación en el río Cocorná, aguas abajo del sitio de captación debido a la presencia de avenidas torrenciales o por la creciente súbita del río.
- Alarmas de evacuación en todos los frentes de trabajo y obras de potencial peligro.
- Alarmas por la generación de un incendio forestal
- Alarmas por accidentes operacionales, explosiones o incendios en plantas físicas
- Alarmas por problemas de orden público
- Alarma por la suspensión de las actividades de generación: en caso de que se deba realizar un apagado de las dos turbinas disponibles para el proyecto, se deberá avisar por lo menos tres horas antes, a las pequeñas centrales hidroeléctricas ubicadas aguas abajo de la PCH Cocorná III, a menos de 5 km de distancia de la casa de máquinas. La alarma, que consiste en una llamada telefónica, se deberá activar con el fin de evitar problemas en la generación y en los equipos de las demás PCH debido la reducción del caudal del río Cocorná por la suspensión temporal del turbinado.

El sistema de monitoreo y alarmas del proyecto se articulará con los sistemas de alerta temprana de Cornare y del municipio de Cocorná, con el fin de dar aviso y trabajar en conjunto, en caso de que se detecte la posible ocurrencia de una avenida torrencial o de cualquier evento natural o de carácter antrópico que pueda poner en peligro la vida de personas. Para la adecuada articulación, en la fase de Estudios de detalle se programarán y realizarán reuniones con dichas entidades, en las cuales se socialice el Plan de Contingencias y se hagan los ajustes que se consideren necesarios.

10.3.3.7 Programa de educación y divulgación

Con el apoyo del comité coordinador del plan y a partir de las características de la región, se diseñan los programas de divulgación y educación para los diferentes grupos del proyecto y la comunidad.

La principal herramienta de todo plan de contingencia es la prevención, de ella depende que la implementación de medidas de atención sean lo más eficiente posible y que los procesos de restauración sean lo menos traumáticos.

Para cumplir con los procesos preventivos, tanto los programas de educación como de divulgación deben dirigirse a dos grupos básicos, el personal adscrito al proyecto y las personas que habitan en el área de influencia. La diferencia fundamental radica en la profundidad con la que se realicen los procesos, es decir, se requiere una mayor atención sobre aquellas personas que se encuentran expuestas a un mayor riesgo y para la cual la afectación estará por encima de la que está dispuesta a manejar.

10.3.3.7.1 Divulgación

Los programas de divulgación del Plan de Contingencia se dirigirán a las comunidades asentadas en las veredas incluidas en las zonas de influencia del proyecto (San Vicente, La Placeta, El Tesoro, Las Mercedes, Mazotes, San José, Los Cedros, Montañita). Así mismo, se incluirá a la población de la vereda San Antonio ubicada aguas abajo de la descarga.

Este proceso se realizará mediante charlas previamente programadas por las Juntas de Acción Comunal y con material didáctico como cartillas y plegables.

10.3.3.7.2 Educación

Los programas de educación estarán dirigidos a personas cuya capacitación asegure un mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el buen desarrollo del proyecto.

Para el personal que labora en el proyecto, se dictarán charlas acerca de cómo se debe actuar en caso de una emergencia, comportamiento en los sitios de trabajo y procedimientos constructivos.

Durante el primer semestre de construcción, estas reuniones se realizarán mensualmente y, a partir de dicha fecha, se llevarán a cabo de manera trimestral hasta que la obra culmine.

10.3.3.7.3 Capacitación

Posterior a una selección del personal que realiza labores específicas y maneja maquinaria especializada, se implementará un programa de capacitación, ya sea dentro de la zona del proyecto o fuera de ésta, que permita la capacitación dirigida a minimizar los riesgos de operación de maquinaria y equipos.

10.3.3.7.4 Entrenamiento

Tanto para los grupos y brigadas que conforman el Plan de Contingencia como para el personal del sistema local de atención y prevención de desastres, se posibilitará,

como una medida de compensación, la realización de procesos de autoevaluación mediante simulacros y charlas que permitan mantener el plan de contingencia vigente. El proyecto, luego de la capacitación, entregará a la brigada de emergencias el material necesario para atender emergencias y realizar simulacros. Una de las medidas que puede adoptar el propietario del proyecto para mitigar efectos, es incluir en los programas de capacitación a personas de la región.

La ejecución de todas las actividades propuestas en el Plan de Gestión del Riesgo, estarán acompañadas de la recolección de las respectivas evidencias que demuestren su implementación. Se tomarán fotos, se diligenciarán los formatos o listas de chequeo donde se expliquen las actividades ejecutadas, las fechas de ejecución y los problemas presentados, entre otra información. Todas las evidencias recogidas serán entregadas a la Corporación en los informes de cumplimiento ambiental, según los estipulado en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos (Ministerio del Medio Ambiete, 2002) o la norma que los modifique, complemente o sustituya.

10.3.3.8 Elementos para la implementación del Plan

Para la implementación del plan de contingencias se requiere lo siguiente:

- Organización: Coordinación de acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del plan o de un comité de emergencia o autoprotección cuando sea necesario.
- Medios Técnicos: Programa de mantenimiento de instalaciones peligrosas y de los medios de prevención y protección exigibles según legislación vigente.
- Medios Humanos: Constitución, capacitación y adiestramiento de los diferentes equipos de emergencia.
- Simulacros periódicos.
- Programa de implementación y mantenimiento.

10.3.3.9 Procedimiento en caso de emergencia

Las acciones durante una emergencia se pueden resumir, sin pretender incluir todas, en la siguiente relación:

- Ubicar el siniestro.
- Accionar un sistema de alarma de emergencia tanto interno como externo, dependiendo de la gravedad de la situación.
- Coordinar los comités y grupos de apoyo logístico.
- Dar prioridad y coordinar la búsqueda y rescate de personas en el lugar del siniestro, sacar los heridos, prestarles los primeros auxilios y ubicarlos en los puestos de atención o trasladarlos al hospital más cercano, si así se requiere.

- Dar la orden de evacuación.

10.3.3.10 Plan de evacuación

El plan de evacuación establece los procedimientos, genera las condiciones locativas necesarias y persigue procurar la actitud y destrezas que les permita a los ocupantes, protegerse en caso de ocurrencia de eventos que puedan poner en peligro su integridad, mediante unas acciones rápidas, coordinadas y confiables, tendientes a desplazarse de un sitio de riesgo, por y hasta lugares de menor riesgo.

Este plan será activado cuando el evento que ocurra sea de carácter accidental o natural y que pueda ocasionar lesiones o pérdida de vidas humanas. En los eventos accidentales se incluyen las explosiones, accidentes de maquinaria, incendios, entre otros. Y entre los naturales, se incluyen inundaciones, sismos, avenidas torrenciales, entre otros.

10.3.3.10.1 Fases de una evacuación

Las evacuaciones tienen tres fases identificables claramente en el tiempo:

- Fase 1 - Detección del Peligro: tiempo transcurrido entre el momento que se origina el peligro hasta que se le reconoce como tal. Depende de la clase de amenaza, los medios de detección existentes y del día y la hora del evento.
- Fase 2 - Alarma: periodo de tiempo transcurrido entre el momento que se detecta el peligro, se toma la decisión de evacuar y se comunica al personal.
- Fase 3 – Evacuación: tiempo transcurrido desde el momento en que se emite la alarma hasta que evacúa la última persona. Depende de: grado de preparación, distancia, número y tipo de personas a evacuar, salidas existentes, mapas de rutas y su capacidad.

10.3.3.10.2 Preparación para la salida

Es el tiempo transcurrido desde que se comunica la decisión de evacuar, hasta que empieza a salir la primera persona y la salida de la totalidad del personal. Consiste en:

- Desarrollar medidas de protección a las instalaciones y bienes (evitar posibles saqueos)
- Establecer y mantener el servicio de comunicaciones, después de dada la alarma controlando las llamadas al exterior

- Controlar el ingreso de personas y vehículos, el cual se suspenderá hasta nueva orden, exceptuando el ingreso de los integrantes del sistema de apoyo, debidamente identificados
- Determinar que ha pasado el peligro. Esta responsabilidad está a cargo del director del comité coordinador del plan
- Avisar a la ARP correspondiente para evaluar la situación
- Limpiar y restaurar el área e instalaciones afectadas
- Determinar el código de la emergencia entre los que se muestran en la Tabla 10-60:

Tabla 10-60. Códigos de emergencia

Código	Situación
Rojo	Para quienes requieran atención médica urgente entre los que incluyen problemas cardio - respiratorios, shock, quemaduras mayores del 20% de la superficie corporal, signos de asfixia, heridas penetrantes en el tórax o abdomen.
Azul	La atención médica puede esperar. Se presenta cuando hay heridas en tronco y extremidades cuyas lesiones se pueden mantener con vendajes compresivos.
Verde	Aquellos que pueden ser atendidos por el grupo de primeros auxilios.

A continuación, se muestra la estructura del Plan de Atención de Emergencias. Ver Figura 10-162.

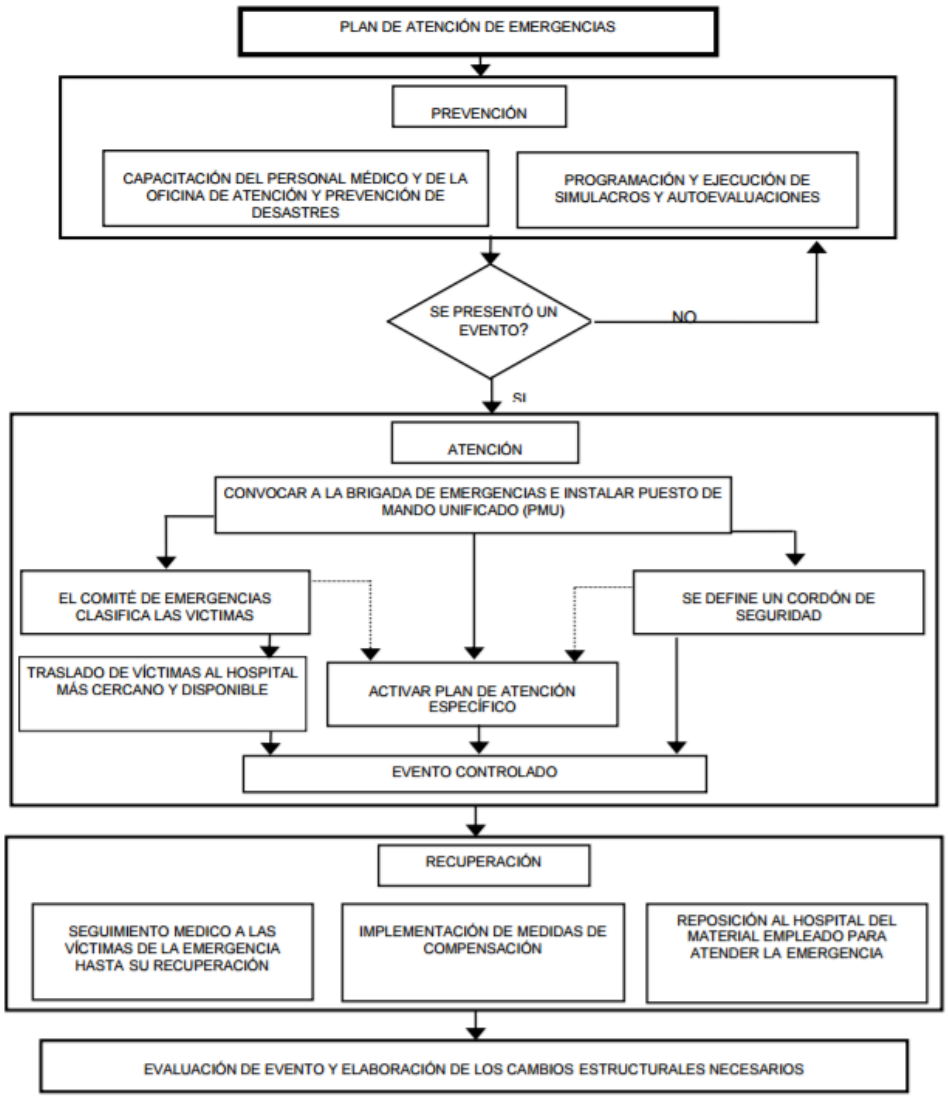


Figura 10-162. Plan de Atención de emergencias

10.3.3.11 Estrategias del plan de contingencias

A continuación, se presentan las medidas de manejo de las contingencias que se pueden presentar durante la construcción y operación del proyecto. Dichas medidas incluyen los procedimientos básicos (plan estratégico) para la atención o respuesta ante la contingencia.

En los numerales 10.3.3.2 a 10.3.3.9 de este capítulo se presentaron los elementos del plan de contingencias que son transversales a las contingencias identificadas

(plan operativo). Se incluyeron los lineamientos generales, los diferentes grupos de atención o ayuda que pueden participar ante la ocurrencia de un evento contingente, los sistemas de comunicaciones, monitoreo y alarmas, el programa de información (educación y divulgación), entre otra información.

En particular, para cada una de las amenazas, es necesario considerar los siguientes lineamientos:

10.3.3.11.1 Actividad sísmica

- Mantener una constante comunicación con las entidades que se encargan de realizar alertas tempranas de sismos y actividad volcánica
- Mantener una señalización actualizada de vías de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro
- Capacitar al personal en los protocolos adecuados de evacuación ante la ocurrencia de sismos
- Mantener una lista actualizada del personal del área

10.3.3.11.2 Movimientos en masa y procesos erosivos

- Monitorear constantemente la estabilidad geotécnica de los taludes, tanto conformados por el proyecto, como los que presentaban procesos erosivos, y de inestabilidad geológica previos a la intervención.
- Controlar la estabilidad del talud mediante trinchos, rondas de coronación, cunetas, revegetalización, muros anclados o cualquier estructura de contención en concreto, entre otros, según lo que se considere apropiado con el monitoreo de la estabilidad.
- Realizar mantenimiento a las estructuras hidráulicas que evacúan las aguas superficiales y subterráneas del talud.
- Tal como se contempla en el Programa de Manejo de Inestabilidad Geotécnica, Taludes y Control de la Erosión PMA-MF-09 en la actividad 3. Construcción de obras para mitigar y estabilizar procesos erosivos identificados, dentro de la etapa de operación se debe llevar especial seguimiento a los procesos de remoción en masa en el tramo de caudal ambiental por el cambio de régimen en el río, como procesos de socavación o desmoronamientos del terreno por cambio en la dinámica del río. Se debe presentar un formato mensual con el inventario de procesos en el río, localización, dimensionamiento, origen, tipo de proceso, fecha, coordenadas, referente geográfico. Estado de avance del proceso en términos de severidad, tipo de material, litología, uso del suelo y cobertura, adicionalmente se adjuntarán fotos y se debe determinar el estado o actividad de los mismos. Se debe especificar si hay infraestructura en riesgo como viviendas, vías, puentes

o actividades productivas afectadas por los mismos. Ver formato sugerido Anexo.10.3. Formato_IN_MM.

- Para cada proceso clasificado como de riesgo potencial se requiere establecer la medida de mitigación o compensación según sea el caso y se debe adelantar seguimiento del mismo.

10.3.3.11.3 Crecientes e inundaciones

- Monitorear constantemente las variables hidroclimatológicas: precipitación, niveles de la lámina de agua, temperatura, humedad
- Capacitar al personal en los protocolos adecuados de evacuación ante la ocurrencia de inundaciones.
- Ubicar las conexiones eléctricas por encima del nivel del piso.
- Una vez comience a llover, dependiendo de su magnitud, realizar inspecciones visuales de las áreas críticas.
- Estar atento a las instrucciones del personal de la Brigada de Emergencia, Coordinadores de Evacuación y los grupos de apoyo.
- En caso de tormenta, desconectar los equipos eléctricos y máquinas.

10.3.3.11.4 Avenidas torrenciales

- Monitorear constantemente las variables hidroclimatológicas.
- Capacitar al personal en los protocolos adecuados de evacuación ante la ocurrencia de avenidas torrenciales.

10.3.3.11.5 Alteración de orden público y social

- Contratar un servicio de seguridad permanente en todos los espacios del proyecto, con el fin de vigilar las instalaciones y propiedades del proyecto.
- Mantener una vía directa de comunicación con la fuerza pública.
- Conservar unas buenas relaciones con las personas de la comunidad y vecinos del proyecto.
- Atender todas las quejas y reclamos por parte de la comunidad y darles un adecuado manejo y seguimiento.
- Realizar actividades que mejoren el clima laboral y las relaciones entre la empresa y el empleado.

10.3.3.11.6 Terrorismo

- Mantener una vía directa de comunicación con la fuerza pública y los hospitales cercanos. Tener disponibles los números de teléfono de emergencia.
- Capacitar al personal en los protocolos adecuados de evacuación en caso de terrorismo.
- Mantener libres las salidas de evacuación.
- Notificar elementos sospechosos o personas con comportamientos inusuales.
- No mover o tocar ningún material sospechoso.
- Una vez atendida la emergencia, esperar indicaciones por parte del Comité de Emergencia para retomar las actividades.

10.3.3.11.7 Inundaciones de las obras principales

- Monitorear constantemente las variables hidroclimatológicas: precipitación, temperatura, humedad, niveles de la lámina de agua, etc.
- Monitorear constantemente las infiltraciones de agua a las obras subterráneas.
- Verificar periódicamente los niveles de las obras auxiliares de protección de las obras principales.
- Capacitar al personal en los protocolos adecuados de evacuación ante la ocurrencia de inundaciones.
- Una vez comience a llover, dependiendo de su magnitud, realizar inspecciones visuales de las áreas críticas.
- Estar atento a las instrucciones del personal de la Brigada de Emergencia, Coordinadores de Evacuación y los grupos de apoyo.
- En caso de tormenta, desconectar los equipos eléctricos y máquinas

10.3.3.11.8 Riesgo de incendios y explosiones en plantas físicas

- No sobrecargar las líneas eléctricas
- Revisar periódicamente el buen estado del cableado eléctrico, conexiones, tomacorrientes, entre otras instalaciones eléctricas, para verificar que no existan riesgos de cortocircuito o generación de chispa

- Adecuar en las instalaciones de mayor importancia, sistemas de protección pasiva como alarmas y aspersores contra incendio
- Revisar que las sustancias inflamables se encuentren en lugares ventilados, lejos de una posible fuente de llama o chispa
- Revisar que todas las fuentes de explosiones o fuego (cableado eléctrico o sustancias inflamables) se encuentren marcados visiblemente y pueda observarse en ellos la señal de precaución por el riesgo que impliquen.
- Capacitar al personal en primeros auxilios y en uso de extintores.
- Mantener libreas las salidas de evacuación

10.3.3.11.9 Electrocución

- Revisar periódicamente el buen estado del cableado eléctrico, conexiones, tomacorrientes, entre otras instalaciones eléctricas, para verificar que no existan riesgos de cortocircuito o generación de chispa
- Mantener libres las salidas de evacuación
- No sobrecargar las líneas eléctricas
- Revisar que todas las fuentes de explosiones o fuego (cableado eléctrico o sustancias inflamables) se encuentren marcados visiblemente y pueda observarse en ellos la señal de precaución por el riesgo que impliquen

10.3.3.11.10 Fallas de diseño, de construcción y de materiales

- Aplicar en todos los diseños, compra de materiales y procesos constructivos, las normas sismo-resistentes vigentes y demás normas, guías o manuales que las reglamenten o modifiquen.
- Monitorear periódicamente el estado de las obras que hacen parte de la pequeña central hidroeléctrica como la captación, conducciones, taludes, puentes, pontones, alcantarillas, etc., con el fin de realizar las tareas de mantenimiento o reparación que requieran. Estas evaluaciones se llevan a cabo por medio de inspección visual de campo y/o prueba de funcionamiento, además de la detección por indicación del instrumental y/o durante la auscultación.
- Realizar, tan pronto como una avería en alguna estructura es observada o reportada, una evaluación con el fin de determinar el nivel del daño y establecer la causa del evento. Una vez clasificado el caso, se alertará a las entidades responsables del manejo y se procederá a convocar al comité de

asesoría técnica para proponer la solución para la reparación de la estructura afectada.

10.3.3.11.11 Fallas en equipos

- Capacitar al personal en temas básicos de seguridad industrial generales (trabajo en alturas, manejo de sustancias peligrosas, trabajo en espacios confinados, riesgos laborales) y exigir una adecuada certificación para quienes realizan labores que implican unos riesgos específicos.
- Realizar mantenimientos periódicos de maquinaria y equipos, para prevenir posibles accidentes o para reparar averías.
- Evaluar los riesgos que representan los entornos y ambientes de trabajo, especialmente aquellos que representan un mayor riesgo.

10.3.3.11.12 Incidencias en la vía principal

- Si a pesar de las actuaciones previstas no fuera posible evitar la rotura o falla grave de las estructuras, y desencadenase un riesgo para la vía, se dará aviso inmediato a las entidades de apoyo externo para coordinar las actividades del caso. Se deberá prever la comunicación e información a través de los correspondientes sistemas de transmisión, de alertas y alarmas, a las autoridades competentes, y en su caso a la población potencialmente afectada, para que se adopten las medidas oportunas. Puede ser necesario el apoyo de las siguientes entidades: Comités locales para la prevención y atención de desastres, Policía Nacional, Defensa Civil, Cruz Roja, Ejército, Bomberos de municipio aledaños, etc.
- En caso de presentarse heridos, su atención y evacuación será una prioridad. Para ello, será necesario llevar a la zona afectada los botiquines existentes, camillas rígidas, cuerdas, iluminación de la zona, escaleras, etc.
- Se procederá a cerrar la zona y se prohibirá el ingreso o circulación de vehículos y peatones en el lugar afectado, mediante su adecuada delimitación y señalización. En caso de ser necesario, se evacuarán las personas que se encuentren en peligro.
- En coordinación con el operador de la vía, se tramitará la autorización y permiso para ejecutar las medidas de remediación.
- En caso de que la vía haya sido deteriorada, se iniciarán las obras de reconformación procurando no causar mayor afectación, evaluando las condiciones y ejecutando las obras de soporte apropiadas para detener y/o controlar los eventos que amenacen la infraestructura vial, las cuales deben incluir como mínimo: destape inmediato para tránsito vehicular, retirando la

infraestructura afectada y se procederá a la limpieza y restauración de la zona, además de la evacuación de comunidades presentes en el área de influencia del evento, procurando que sea transitable en el menor tiempo posible.

- Es necesario dotar el sitio de una señalización y demarcación diurna y nocturna adecuadas. Si la interrupción se presenta por un deslizamiento, se debe desplazar la maquinaria necesaria para retirar el material, con el fin de restablecer el tráfico tan pronto como sea posible. En caso de que las características del talud indiquen que el deslizamiento puede repetirse o continuar, se debe mantener la maquinaria en la vía y tomar las medidas necesarias.
- Para la ejecución de las medidas correctivas, se realizará una programación de recursos tanto humanos como físicos, con el objetivo de solucionar la novedad presentada. Se deberá diseñar y montar una estrategia de comunicación, que entregue permanentemente información sobre el evento, los daños causados y las medidas tomadas, elaborando informes y manifestando los resultados de la compensación.

10.3.3.11.13 Contaminación del agua y el suelo. Manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas

- Realizar la adecuada separación de residuos sólidos ordinarios, reciclables, especiales, peligrosos y sustancias nocivas.
- Prevenir el derrame de sustancias líquidas o sólidas al suelo o a las fuentes hídricas, realizando las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos lejos de cuerpos de agua, y utilizando cunetas perimetrales para aislar las zonas donde se pueden presentar estos derrames.
- Realizar un adecuado seguimiento del uso de las sustancias químicas demandadas por el proyecto, a lo largo de las distintas etapas: adquisición, suministro, almacenamiento, manipulación, procesamiento y eliminación.
- Activar e instruir a los trabajadores del proyecto, en el manejo de las alarmas de fuga y derrame de sustancias contaminantes, colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.
- Recibida la alarma por derrames de sustancias contaminantes, el personal de la brigada se constituirá con urgencia en la zona de ocurrencia.
- Producida la fuga o derrame se evaluará la situación, la cual si es crítica se informará al Comité de Seguridad, para que se tomen las acciones necesarias para controlar el derrame, evacuar la zona de ser necesario y limpiar o restaurar la zona afectada.
- En caso de presentarse contaminación del suelo, se deberá evaluar la posibilidad de aplicación de un tratamiento de descontaminación o de la disposición del suelo como residuo contaminado.

- En caso de derrame sobre el agua, deben utilizarse kits antiderrames que permitan contener el contaminante y recogerlo.
- Si no es posible impedir la contaminación del agua, es necesario considerar alternativas de compensación del daño aguas abajo del sitio de derrame.
- Evaluar periódicamente el buen estado de las plantas de tratamiento de agua residual del proyecto.
- Realizar análisis de calidad fisicoquímica y microbiológica a los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con lo establecido por la norma vigente en el tema de vertimientos a cuerpos de agua. En caso de que no se cumplan los valores máximos permitidos por la normatividad colombiana, se deberán hacer los ajustes necesarios.

10.3.3.11.14 Accidentes operacionales

En caso de que se presente algún accidente derivado del desarrollo de las actividades del proyecto, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Notificar e informar a la persona encargada de Seguridad y Salud en el Trabajo, a su superior o a un miembro de la brigada de emergencia sobre el accidente. Si esto no es posible se deberá llamar a uno de los teléfonos de emergencia disponibles.
- La persona encargada deberá reportar el accidente, dentro de 48 horas hábiles, a la administradora de riesgos laborales a la cual está afiliada la empresa.
- Revisar si hay personas heridas o implicadas en el accidente
- Diligenciar el FURAT (Formato único de reporte de accidentes de trabajo)
- Se deberá asegurar el entorno para evitar nuevos accidentes
- Brindarles las primeras ayudas a los heridos identificados y/o gestionar su traslado a un centro de asistencia.
- Realizar seguimiento a las acciones correctivas propuestas en las recomendaciones según el tiempo establecido en el informe, verificando el cumplimiento y haciendo seguimiento a la eficacia de estas.
- Cuando el accidente sea grave o mortal, en la investigación deberá participar un profesional con licencia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Implementar las medidas y acciones correctivas que se recomienden por parte de la administradora de riesgos laborales según investigación.

10.3.3.12 Sistema de señalización asociado al Plan de Contingencia

10.3.3.12.1 Señalización de equipos y áreas de trabajo

Los tipos de señalización que se presentan a continuación permiten la mitigación de riesgos en las áreas de trabajo al controlar las posibles amenazas a las que se enfrenta el personal por la existencia de situaciones de riegos laborales o la presencia de sustancias peligrosas. El supervisor o coordinador del área o frente de trabajo deberá garantizar la capacitación y sensibilización de su personal frente a los diferentes tipos de señalización. Ver Tabla 10-61 a Tabla 10-65:

Tabla 10-61. Señalización utilizada para la mitigación de riesgos

Color de Seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color de contraste
Rojo	• Detención • Prohibición • Elementos contra incendio	• Señales de detención • Dispositivos de parada de emergencia • Señales de prohibición	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
Amarillo	• Precaución • Advertencia	• Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante) • Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.	Triángulo de contorno negro Banda de amarillo combinado con bandas de color negro	Negro	Amarillo
Verde	• Condición segura • Señal informativa	• Indicación rutas de escape. • Salida de emergencia. • Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc.	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde
Azul	Obligatoriedad	Obligatoriedad de usar equipos de	Círculo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

Color de Seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color de contraste
		protección personal			

Tabla 10-62. Señales de prohibición

Prohibido Fumar	Prohibido encender fuego	Prohibido el paso de peatones	Prohibido el consumo de agua
Prohibido apagar con agua	Prohibido el acceso a personal no autorizado	No tocar	Prohibido el ingreso de vehículos de manutención

Tabla 10-63. Señales de advertencia

Materiales inflamables	Materiales explosivos	Materiales tóxicos	Materiales corrosivos	Materiales radiactivos
Cargas suspendidas	Vehiculos de manutención	Riego eléctrico	Peligro	Materiales comburentes
Radiaciones no ionizantes	Caída a distinto nivel	Material biologico	Riesgo de tropezar	Materiales nocivos o irritantes

Tabla 10-64. Señales de obligatoriedad

Protección obligatoria de los ojos	Uso obligatorio de casco	Protección auditiva obligatoria	Protección obligatoria de vias respiratorias	Protección obligatoria de pies
Protección obligatoria de manos	Protección obligatoria de cuerpo	Protección obligatoria de rostro	Uso obligatorio de equipo en alturas	Paso obligatorio peatonal

Tabla 10-65. Señales informativas

Ruta de evacuación	Dirección	Primeros auxilios
Ducha de seguridad	Camilla	S.O.S

10.3.3.12.2 Sistema de señalización de sustancias peligrosas

El Sistema Internacional de Clasificación de la Organización de las Naciones Unidas ha establecido un sistema de clasificación para los materiales peligrosos, los cuales se clasifican en nueve GRUPOS o CLASES (ver Tabla 10-66), a su vez subdivididos en subgrupos denominados Clase de Riesgo o Divisiones.

Tabla 10-66 Clasificación para materiales peligrosos

Clase	Sustancia peligrosa
1	Explosivos

Clase	Sustancia peligrosa
2	Gases
3	Líquidos inflamables
4	Sólidos inflamables
5	Oxidantes o peróxidos
6	Tóxicos en infecciosos
7	Radioactivos
8	Corrosivos
9	Misceláneos

Para cada clase existe una simbología gráfica en forma de rombo, con colores, números, símbolos y textos normalizados que identifican a cada clase y división respectivamente. Adicionalmente, para cada producto existente se ha establecido un número de 4 dígitos que justifica de acuerdo con las Naciones Unidas, a una sustancia peligrosa determinada.

El acceso al lugar o centro de almacenamiento debe contar con las respectivas señalizaciones de advertencia (señalización de forma triangular y fondo amarillo), informativas (señalización de forma cuadrada y fondo verde), y de obligatoriedad (señalización de forma circular y fondo azul). Luego al interior de estos lugares se manejará la señalización respectiva al tipo de sustancia.

10.3.3.12.2.1 Clase 1- Explosivos

Son materiales o dispositivos que funcionan con una liberación instantánea de gas y calor. La señal de tipo de advertencia deberá ser ubicada al ingreso de las instalaciones de almacenamiento de sustancias explosivas o polvorines, y se deberá asegurar su delimitación y capacitación a todo el personal con respecto a este tipo de señalización. Véase Tabla 10-67:

Tabla 10-67 Categorías de explosivos

División	Descripción	Ejemplo	Señal
1.1	Representa riesgo de explosión masiva. Explota instantáneamente toda la carga.	Dinamita, TNT	

División	Descripción	Ejemplo	Señal
1.2	Explosivos con riesgo de proyección. Proyectiles o fragmentos.	Bengalas, cuerdas detonantes	
1.3	Representa riesgo de incendio y voladura	Motores de cohetes	
1.4	Riesgo menor de explosión	Fuegos artificiales	
1.5	Agentes detonantes. Representan riesgo de explosión masiva, siendo estables con baja posibilidad de explosión.	Nitrato de amonio	
1.6	Insensibles con bajo riesgo de explosión en masa. Difícilmente puede explorar accidentalmente		

10.3.3.12.2.2 Clase 2 - Gases

Son aquellos materiales contenidos bajo presión en sus respectivos recipientes. Al igual que los explosivos, poseen una clasificación de acuerdo con su capacidad de ignición. La señal de advertencia del lugar de almacenamiento deberá ser alguna de las mostradas a continuación, según corresponda (ver Tabla 10-68):

Tabla 10-68 Categorías de gases

División	Descripción	Ejemplo	Señal
2.1	Gases inflamables que se encienden fácilmente y se queman rápidamente	Licuado de petróleo, acetileno	
2.2	Gases no inflamables que soportan la combustión	Bióxido de carbono	
2.3	Gases venenosos que plantean gran riesgo para la salud	Cloro	

10.3.3.12.2.3 Clase 3 - Líquidos inflamables

Dentro de la Clase 3 se tienen líquidos inflamables o líquidos en combustión. En la Tabla 10-69 se muestra el detalle de ellos:

Tabla 10-69. Líquidos inflamables

Tipo	Descripción	Señal
Inflamable	Líquidos con punto de ignición inferior a los 37°C	
Combustible	Líquidos con punto de inflamación superior a 37°C e inferior a los 93°C	

10.3.3.12.2.4 Clase 4 - Sólidos inflamables

Catalogan cualquier sólido, que no sea explosivo, susceptible de causar fuego mediante fricción o calor retenido de los procesos de operación o que puede inflamarse al entrar en contacto con el aire o el agua.

Los sólidos inflamables se clasifican en 3 categorías que se muestran a continuación en la Tabla 10-70:

Tabla 10-70. Categorías de los sólidos inflamables

División	Descripción	Ejemplo	Señal
4.1	Se enciende con facilidad, como explosivos humedecidos	Virutas, cintas de magnesio.	
4.2	Materiales de combustión espontánea. Entra en ignición al contacto con el aire	Carboncillo, desechos de algodón	
4.3	Reaccionan al contacto con agua o aire húmedo	Carburo de calcio	

10.3.3.12.2.5 Clase 5 - Oxidantes o peróxidos

Son aquellas sustancias que producen oxígeno, estimulando la combustión de materias orgánicas e inorgánicas.

Los materiales oxidantes o se clasifican en 3 categorías que se muestran a continuación en la Tabla 10-71:

Tabla 10-71. Categorías de los materiales oxidantes

División	Descripción	Ejemplo	Señal
5.1	Oxidantes o peróxidos comburentes que, sin ser necesariamente combustibles por si mismas, pueden provocar o favorecer la combustión de otros materiales.	Nitrato de amonio, peróxido de hidrógeno	
5.2	Peróxidos orgánicos que pueden ser sensibles al calor, golpes y fricción.	Peróxido de benzol	

10.3.3.12.2.6 Clase 6 - Sustancias tóxicas e infecciosas

Son aquellas que pueden causar daño a los organismos vivientes (personas, animales y plantas).

Las sustancias tóxicas e infecciosas tienen la clasificación mostrada en la Tabla 10-72:

Tabla 10-72 Categorías de las sustancias tóxicas e infecciosas

División	Descripción	Ejemplo	Señal
6.1	Sustancias tóxicas o venenosas que, al entrar con cualquier organismo vivo pueden causar daños.	Anilinas, compuestos de arsénico, hidrocarburos clorados.	

División	Descripción	Ejemplo	Señal
6.2	Sustancias peligrosas, contienen patógenos que causan enfermedades infeccionas en animales o humanos.	Virus de hepatitis B, virus de Ébola, Botulismo, VIH sida	

10.3.3.12.2.7 Clase 7 – Radiactivos

Aunque no es común encontrar este tipo de materiales dentro de la zona del proyecto, pueden existir instrumentos y materiales que contengan y/o emitan esta clase de sustancias, las cuales causan quemaduras o pueden producir efectos biológicos. Ver Figura 10-163:

Figura 10-163. Radioactivos

10.3.3.12.2.8 Clase 8 – Corrosivos

Son aquellos materiales que puedan causar daños al tejido dérmico y corroer o debilitar materiales como el acero y el aluminio. Algunas sustancias corrosivas

reaccionan al entrar en contacto con agua. Ejemplo: Ácido sulfúrico. Su señalización se muestra en la Figura 10-164.

Figura 10-164. Corrosivos

10.3.3.12.2.9 Clase 9 - Misceláneos

Comprende materiales peligrosos no incluidos en otra clase de riesgos. En muchos casos aplica para el almacenamiento de residuos peligrosos en los que difícilmente pude ser identificada su composición. Pueden ser anestésicos, nocivos o que causen irritaciones. Ejemplo: Cal viva. Su señalización se muestra en la Figura 10-165.

Figura 10-165. Misceláneos

En el Anexo 10.1 se presentan las fichas detalladas de los Programas del Plan de Contingencias.

10.4 Plan de desmantelamiento y abandono

En el presente capítulo se describe el proceso final para la etapa constructiva y la etapa operativa de la pequeña central hidroeléctrica Cocorná lII. Si bien para este tipo de proyectos no se tiene certeza de cómo se podría aprovechar la infraestructura existente posterior a su clausura, se evaluará el desmantelamiento de algunas obras en el proceso de cierre y abandono para ambas etapas, teniendo en cuenta los impactos tanto positivos, como negativos que se producirían a la población asentada en el área de influencia y su entorno por la demolición de las obras.

El Plan de Desmantelamiento y Abandono (PDA) está planteado sobre varias bases: (1) se parte del proyecto planteado en el presente EIA, ver el Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”, (2) se utilizan métodos, procedimientos y materiales actuales y (3) se hace caso de la legislación ambiental vigente, sabiendo que esta puede cambiar durante cualquiera de las dos fases, construcción u operación, pero, sobre todo, y casi con toda seguridad, sabiendo que esta legislación cambiará durante la operación del proyecto. Debido a lo anterior, este Plan deberá ser actualizado incluyendo la normatividad vigente en el momento de su ejecución.

10.4.1 Objetivos

10.4.1.1 Objetivo general

Fijar las condiciones necesarias para el desmantelamiento efectivo de las obras temporales del proyecto hidroeléctrico PCH Cocorná lII, así como la infraestructura existente en el momento del cierre y abandono del mismo; con el fin de restituir las áreas afectadas y causar el menor impacto negativo posible a la población adyacente y a la oferta natural existente.

10.4.1.2 Objetivos específicos

- Restaurar las áreas ocupadas por las obras provisionales levantadas en la etapa de construcción.
- Identificar las obras permanentes de mayor afectación que deban ser desmanteladas y proponer medidas para la rehabilitación y restauración de la zona de manera que no se generen nuevos impactos ambientales.
- Establecer procedimientos adecuados para la disposición de los residuos sólidos generados por el desmantelamiento de las obras cuando termine el proyecto.
- Realizar charlas informativas a la comunidad y a las autoridades del área de influencia sobre la finalización del proyecto.

10.4.2 Metas

- Recuperar, al menos, el 80% del área susceptible de ser recuperada.
- Disponer adecuadamente el 100% de los residuos sólidos generados durante la ejecución de esta actividad.

10.4.3 Impactos a controlar

- Cambio en las condiciones de estabilidad de taludes, laderas y procesos erosivos
- Alteración a las geoformas naturales del terreno y asociadas a la dinámica fluvial
- Variación de los niveles freáticos
- Variación en las propiedades visuales para las unidades del paisaje
- Cambio en los usos del suelo
- Cambio en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo
- Cambio en la disponibilidad del agua superficial
- Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua
- Alteración en la dinámica fluvial
- Alteraciones en los niveles de contaminación atmosférica
- Cambios en los niveles de ruido ambiental
- Generación de residuos sólidos
- Alteración de las comunidades de fauna terrestre
- Alteración de coberturas y/o flora terrestre
- Afectación a los hábitats y/o corredores biológicos terrestres
- Alteración de las comunidades hidrobiológicas
- Alteración hábitats acuáticos
- Afectación a los corredores biológicos acuáticos
- Presión demográfica derivada del proyecto
- Generación de expectativas
- Generación de empleo
- Demanda de bienes y servicios locales
- Alteración de las actividades económicas
- Alteración a predios por la infraestructura del proyecto

- Conflictos socioambientales
- Cambios en los niveles de gobernabilidad
- Molestias a la comunidad
- Afectación a infraestructura pública y privada
- Alteración al tránsito y movilidad
- Alteración de actividades de aprovechamiento recreativo del río Cocorná

10.4.4 Tipo de medidas

Mitigación, prevención y compensación

10.4.5 Población beneficiada

Población asentada en el área de influencia del proyecto.

10.4.6 Lugar de aplicación

Las veredas donde se construirán las obras: La Placeta, Mazotes, San Vicente y Los cedros del municipio de Cocorná.

10.4.7 Actividades a desarrollar en la etapa de construcción

Una vez terminado el proceso constructivo de la PCH Cocorná lll y cuando se hayan culminado las tareas pendientes por instalaciones temporales, se procede a realizar el desmantelamiento de las siguientes obras: talleres, almacenes y oficinas, dejando los terrenos intervenidos limpios y haciendo la disposición adecuada de los materiales sólidos sobrantes.

Informar a los actores sociales del área de influencia el cronograma y las actividades a realizar durante este desmantelamiento de las obras temporales, así como establecer un canal claro de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) para que la comunidad pueda comunicarse con el proyecto al respecto de estas actividades.

10.4.7.1 Actas de vecindad al inicio y final de la obra

Con el propósito de dejar un registro del estado en que se recibieron los sitios donde se realizará la construcción de la central y de sus vecinos más cercanos, se realizará un acta de vecindad con los propietarios o vivientes de las áreas que serán intervenidas por las obras; esto con el propósito de dejar las áreas intervenidas en iguales o mejores condiciones a las encontradas; es por eso, que las actas se deberán realizar también al final de proceso constructivo y es allí donde se deja evidencia del estado final de la entrega y el cumplimiento de este aspecto.

10.4.7.2 Demolición de edificios y superficies duras provisionales

Las superficies duras construidas durante la ejecución de las obras como oficinas, almacenes, bodegas, talleres, plazoletas, parqueaderos provisionales, alcantarillas, cunetas, pozos, obras de arte, sedimentadores y demás, que no serán utilizadas en la etapa de operación, deben removerse de manera ordenada, tratando de generar la menor cantidad de escombros. Todo el material que pueda reciclarse o reutilizarse, debe ser retirado de la zona del proyecto por el contratista.

Se incluye en esta actividad la remoción y disposición de todas las señales postes, vallas, casetas, cercas, mallas, recipientes de acopio de residuos, entre otros.

10.4.7.3 Recolección y disposición de escombros

Los materiales resultantes de la demolición que no pueden reciclarse, se dispondrán en las zonas de depósito del proyecto o en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental para tal fin.

Todos los materiales que puedan reciclarse como contenedores, envases, chatarra, canecas, cables, entre otros, serán recolectados en su totalidad por cada contratista.

Cualquier residuo peligroso o especial que se genere deberá ser dispuesto según lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental, Programa de manejo de residuos sólidos (ficha PMA-MF-10, ver Capítulo 10 sección Plan de Manejo Ambiental de este EIA).

10.4.7.4 Recuperación de superficies compactadas

Todas las superficies de plazoletas, talleres y plantas serán escarificadas en una profundidad de por lo menos 20 cm, o en su defecto cubiertas con una capa de material de descapote, antes de su revegetalización.

10.4.7.5 Reconformación de terrenos

En todos los sitios que se haya modificado la superficie natural del terreno, tales como depósitos, canales, cunetas, pozos, obras de arte, sedimentadores, entre otras, se deben restaurar, hasta donde sea posible, las condiciones topográficas originales.

10.4.7.6 Paisajismo

Teniendo en cuenta el desmantelamiento de las obras temporales, es necesario hacer una rehabilitación y restauración de estos lugares; de manera que se compense la morfología y el paisaje de la zona para la fase operativa. Una de las obras a la que se le debe prestar mayor importancia es a la de los ZODMES debido a que esta zona ha sufrido un cambio morfológico importante y no se deben dejar deprimidos, por lo cual se deben compactar muy bien los materiales que se depositen allí, además se debe agregar una capa de suelo para la revegetalización teniendo en cuenta las especies nativas de la zona.

Tal como se dispone en el programa de manejo de materiales sobrantes, de Manejo y uso del suelo y de Paisaje (fichas PMA-MF-06, PMA-MF-03 y PMA-MF-11 respectivamente), estas zonas y todas aquellas que lo requieran, deben disponer de un programa de cierre y abandono, que incluya los diseños finales del sitio y las actividades de recuperación paisajística.

En las obras de rehabilitación y restauración, en caso de ser necesario, se implementarán obras de drenaje, descoles o filtros para controlar los procesos erosivos y de desestabilización de taludes.

La revegetalización del depósito iniciará en el mismo período de la etapa operativa, esta actividad tomará un tiempo aproximado de tres meses.

10.4.7.7 Señalización de zonas de riesgo

Aquellos sectores que hayan sufrido modificaciones fuertes de su topografía, profundidad o estabilidad por efectos de excavaciones, las cuales no puedan corregirse a través de alguna actividad de mitigación o compensación, deben quedar debidamente señalizadas indicando las limitaciones de uso y la clase de riesgo que se corre al utilizar el sitio.

Se entregará al contratista un acta o certificado equivalente a un “paz y salvo ambiental de cierre” que le sirva para acreditar la correcta finalización de la obra. Finalmente, se debe efectuar la consolidación de la información en un documento y presentar un informe completo a la comunidad.

10.4.7.8 Obras para el desvío del cauce

Las obras utilizadas para el desvío del cauce del río Cocorná (ataguía y contraataguía) se deberán desmontar y llevar el material recogido al ZODME más cercano o al que tenga capacidad disponible.

10.4.7.9 Obras auxiliares

Las vías de acceso a captación y a casa de máquinas se mantendrán en la etapa operativa realizando mantenimiento periódicamente para que se conserve en buen estado y facilite el acceso al personal de la empresa constructora, interventores e inspectores. De igual modo se tendrán en cuenta las medidas de seguridad para evitar problemas o perjuicios con la comunidad.

10.4.7.10 Balance de la gestión ambiental de las medidas de manejo ambiental implementadas durante la construcción

Una vez finalizada la construcción se revisarán uno a uno los programas del plan de manejo para verificar el cumplimiento de sus metas en esta fase. Como insumo básico para esta revisión se tendrán los informes de interventoría y los registros de gestión ambiental del contratista.

Se hará una revisión detallada de los documentos y registros de los programas. Estos incluyen entre otros: actas de vecindad, de reuniones, registros de quejas y reclamos de la comunidad, registros de información a los propietarios de predios en los que se realizarán podas y talas, informes de obras y estado de las áreas intervenidas por el proyecto.

A partir de estos informes se evaluará si los programas están completamente cumplidos y en cuáles de ellos se presentaron inconvenientes, que solución se dio y si está fue o no efectiva. En esta revisión se incluirá adicionalmente la verificación de las actas de entrega a satisfacción de las obras ejecutadas por los contratistas.

La revisión de información se complementará con recorridos de campo que permitan realizar las verificaciones.

Se revisará si se cumplieron a cabalidad las obligaciones establecidas en los permisos concedidos por la CAR.

Finalmente, si se encuentra que se presentan impactos que no han sido atendidos a satisfacción y pueden constituirse en pasivos ambientales, se definirán las medidas pertinentes para ser aplicadas y el cumplimiento y la efectividad de éstas será verificado durante los seis meses siguientes. En caso de que en este periodo de tiempo continúe manifestándose algún impacto de construcción, se seguirán aplicando medidas correctivas hasta que éste sea neutralizado.

10.4.7.11 Equipo y maquinaria

Finalizada la construcción de la pequeña central hidroeléctrica Cocorná III, se procede a la desinstalación de las plantas de mezclado de concretos y el retiro de equipos, vehículos de transporte de material sobrante y la maquinaria pesada utilizada durante el proceso constructivo del proyecto.

Este proceso de desmonte de los equipos y la maquinaria pesada tendrá un periodo aproximado de dos meses desde el momento que empieza la fase operativa.

10.4.7.12 Materiales y equipos

Para el desmonte y desmantelamiento de las obras temporales es necesario materiales y equipos, estos serán responsabilidad del contratista que deberá contar con: señalización, pintura, retroexcavadora, gramas, geotextiles, buldócer, carretas, suelo, herramienta menor y mano de obra idónea para dichas actividades, entre otras.

10.4.7.13 Control de erosión y manejo de sedimentos

La demolición de estructuras y el retiro de tubería genera nuevamente remoción de material, exposición de suelo a efectos erosivos, cambios en las condiciones de compactación y conformación de taludes, al igual que la disposición de escombros genera exposición de materiales a efectos erosivos y de transporte que pueden

modificar los patrones de erosión-sedimentación de algunos sectores. Se implementarán medidas para la reducción de los flujos de agua concentrados, disipadores de energía, implementación de canales temporales para reducir el encausamiento de escorrentía que transporten exceso de sedimentos a los cauces, acompañado de medidas de rehabilitación de terrenos.

Adicionalmente se debe controlar la escorrentía mediante zanjas de ladera, realizar siembra de material vegetal en contorno y utilizar franjas con vegetación densa.

Este proceso se llevará a cabo durante la demolición de estructuras, el retito de tubería superficial y la disposición de escombros.

10.4.8 Actividades a desarrollar en la etapa de operación

En el cierre y abandono de la etapa operativa del proyecto se tiene previsto el desmantelamiento de las siguientes obras: azud, captación, canal de aducción, desarenador, tanque de carga, canal de descarga, casa de máquinas y sus equipos. La tubería de conducción que por el relieve de la zona y por el planteamiento del proyecto se encuentre expuesta también será desmontada y será llevada a una empresa que se encargue de reciclar y/o reutilizar este material (GRP).

Es importante anotar que las vías de acceso a captación y a casa de máquinas no serán tenidas en cuenta en el plan de abandono, debido a que éstas podrían servir para su uso por la población cercana.

A continuación, se presenta un resumen de las principales actividades que se deberán realizar, sin embargo, aproximadamente tres años antes de iniciada esta fase, se deberá presentar a la Autoridad Ambiental competente los planes de manejo ambiental para el adecuado manejo de los impactos que por su ejecución se puedan generar.

10.4.8.1 Actas de vecindad al inicio y final de la obra

En esta fase también se diligenciarán actas de vecindad al inicio y al final del desmantelamiento de las obras, para garantizar la no afectación de viviendas o infraestructura existente.

10.4.8.2 Obras principales

El azud construido para la desviación del agua del río Cocorná hacia la captación será demolido cuando finalice la vida útil del proyecto. El material que se genere de esta actividad deberá ser dispuesto en escombreras autorizadas para tal fin.

En el tanque de carga y desarenador se realizará un lleno dentro de estas estructuras y se taparán, de esta manera se evitará tener un pozo de agua que pueda generar enfermedades o accidentes la población aledaña.

Las tuberías de conducción y aducción serán desmontadas en las zonas que se vean expuestas, mientras donde se encuentren enterradas se dejarán allí, sellando con concreto ciclópeo, las múltiples entradas y salidas que queden expuestas a la superficie.

La estructura de casa de máquinas y el canal de descarga también serán desmontados, los escombros que se generen por dicha actividad, serán llevados a una escombrera que cuente con los permisos ambientales necesarios para su operación.

10.4.8.3 Paisajismo

Se realizará la reconformación morfológica y paisajística a la mayoría de las áreas que fueron afectadas por el proyecto en la fase operativa, esto con el fin de generar condiciones ambientales similares o mejores a las que se tenía antes de la construcción y operación de la PCH Cocorná lII.

Lo anterior se logrará con un programa de revegetalización con especies nativas de la zona y de esta manera proporcionar la cobertura vegetal natural que antes se tenía, este proceso de revegetalización se deberá hacer en épocas de lluvia para tener mayor certeza de que las especies que se planten puedan crecer y se adapten con mayor facilidad.

10.4.8.4 Balance de la gestión ambiental de las medidas de manejo ambiental implementadas durante el desmantelamiento y abandono

De igual forma que en la etapa de construcción, en la fase de desmantelamiento y abandono se deberán implementar las Estrategias de Manejo Ambiental que para tal fin se hayan elaborado y aprobado por la autoridad ambiental competente antes de su ejecución.

Durante la realización de las actividades de desmantelamiento se deberá hacer el seguimiento a la implementación de las Estrategias de Manejo formuladas y monitorear el cumplimiento de las metas establecidas. Como insumo básico para esta revisión se tendrán los informes de interventoría y los registros de gestión ambiental del contratista.

Se hará una revisión detallada de los documentos y registros de los programas. Estos incluyen entre otros: actas de vecindad, de reuniones, registros de quejas y reclamos de la comunidad, registros de información a los propietarios de predios en los que se realizarán podas y talas, informes de obras y estado de las áreas intervenidas por el proyecto.

A partir de estos informes se evaluará si los programas están completamente cumplidos y en cuáles de ellos se presentaron inconvenientes, que solución se dio y si está fue o no efectiva. En esta revisión se incluirá adicionalmente la verificación de las actas de entrega a satisfacción de las obras ejecutadas por los contratistas.

La revisión de información se complementará con recorridos de campo que permitan realizar las verificaciones.

Se revisará si se cumplieron a cabalidad las obligaciones establecidas en los permisos concedidos por la CAR para esta etapa.

10.4.8.5 Equipos, materiales y maquinaria

Se contratará con empresas que trabajen con residuos de maquinaría de generación, transformación, transmisión de energía y equipos eléctricos y electrónicos que tengan licencia vigente.

Los metales usados en la construcción de la pequeña central hidroeléctrica tales como compuertas, rejillas y válvulas serán llevados a una empresa que recicle este tipo de materiales.

El contratista encargado de la ejecución del desmantelamiento y abandono de la etapa operativa deberá contar con vehículos de transporte de material, retro excavadora, maquinaría para la demolición de estructuras de concreto, suelo, semillas, especies arbóreas nativas, herramienta menor, personal calificado, entre otros, con el fin de realizar el retiro de los residuos sólidos y la revegetalización en las zonas intervenidas.

10.4.9 Estrategia de información

La estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia sobre la finalización del proyecto y las medidas de manejo ambiental y social implementadas para su abandono y cierre, parte de la realización de un trabajo conjunto entre la operadora del proyecto, la Corporación Ambiental, la institucionalidad del municipio y las comunidades locales.

Este proceso debe generar espacios de participación en los que se aporte a los actores información clara, precisa y oportuna sobre la clausura de cada etapa y se reciban las propuestas y percepciones de las partes, de manera que sea posible hacer una planeación del plan de desmantelamiento que sea ambientalmente sostenible y socialmente equitativa.

Así, mediante este proceso debe darse cuenta de las propuestas a realizar por parte de la pequeña central hidroeléctrica para desmantelar cada uno de las obras civiles, las propuestas de compensación, los cronogramas, la socialización del del estado en el que quedarán los espacios que fueron intervenidos, los riesgos que pueden llegarse a presentar y algunas propuestas para que las comunidades locales se apropien de estos espacios.

10.4.9.1 Objetivos de la estrategia de participación para el desmantelamiento y abandono

- Promover la participación comunitaria brindando información veraz, clara y oportuna.
- Facilitar espacios de consulta y concertación para que las comunidades tomen decisiones sobre las situaciones que son de su interés y les afecta.

10.4.9.2 Actividades

- 2 reuniones con autoridades locales y regionales
- 2 talleres municipales y 3 veredales de concertación sobre el plan de desmantelamiento y abandono.
- Implementación de una estrategia de comunicación para divulgación de las actividades del desmantelamiento y abandono por medio de periódico, emisoras, perifoneo, carteleras, cartillas, volantes, etc.
- Presencia permanente por el profesional del área social para el acompañamiento, la asesoría y la capacitación que se requiera.
- Elaboración de actas como soporte del proceso
- Establecer una estrategia de gestión integral y comunitaria del riesgo

10.4.10 Proyectos del PMA aplicables al PDA

Los Planes de Manejo Ambiental que son aplicables al PDA se listan a continuación:

- Programa de manejo de la calidad del aire y ruido
- Programa de manejo de la calidad del agua
- Programa de manejo de residuos sólidos
- Programa de manejo de materiales sobrantes de excavación
- Programa de manejo de inestabilidad geotécnica, taludes y control de la erosión
- Programa de manejo del recurso hídrico
- Programa de manejo del tránsito vehicular
- Programa de manejo de sedimentos
- Programa de manejo de paisaje
- Programa de manejo y uso del suelo

- Programa de manejo florístico de especies sensibles
- Programa de manejo para la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal
- Programa de información, participación comunitaria y fortalecimiento técnico del circuito de educación ambiental del área de influencia
- Plan de Manejo de contratación de mano de obra local y capacitación ambiental a personal de obra
- Plan de manejo de seguimiento al estado de infraestructura pública y privada

10.4.11 Propuesta de uso final del suelo

Teniendo en cuenta que el plan de desmantelamiento y abandono para la etapa de operación del proyecto, será implementado luego de haber culminado la vida útil de éste, que para el caso de las hidroeléctricas es de aproximadamente 50 años, aunque en la mayoría de los casos sobrepasa este tiempo, llegando inclusive en ocasiones a duplicar la vida útil del mismo con buen mantenimiento en obras de derivación y equipos, se propone que para definir el uso final del suelo donde se encontraban las obras, se haga antes una revisión de la reglamentación de uso del suelo vigente. Se debe revisar la zonificación ambiental del Plan de Ordenación de la Cuenca del Río Samaná Norte y del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cocorná o de los documentos que los sustituyan, para poder proponer un uso final que se ajuste al uso adecuado.

Teniendo en cuenta el uso del suelo actual en el momento de formulación de este EIA, se propone que para la etapa de desmantelamiento y abandono se favorezca la conservación de la vegetación nativa y secundaria, el establecimiento de zonas para el desarrollo de actividades ecoturísticas y agrosilvopastoriles.

10.4.12 Indicadores de seguimientos y monitoreo

Al finalizar la fase de construcción se deberán evaluar los siguientes indicadores:

- Revisar en su totalidad la ejecución de los Planes de Manejo Ambiental formulados para ser aplicados en esta etapa:

$$PMA\ (\%) = \frac{PMA_E}{PMA_P} * 100$$

PMA: Porcentaje de programas de manejo ambiental ejecutados

PMA_E: número de programas de manejo ambiental ejecutados

PMA_P: número de programas de manejo ambiental propuestos en el PMA

Criterio de cumplimiento: 100%

- Revisar la eficacia lograda de los indicadores propuestos en el PMA para ser aplicados en esta etapa:

$$EI\ (\%) = \frac{PMA_{ccc}}{PMA_P} * 100$$

EI: Porcentaje de programas de manejo ambiental que fueron eficaces y que por tanto cumplieron los criterios de cumplimiento propuetos

PMA_{CCC}: número de programas de manejo ambiental que cumplieron los criterios de cumplimiento propuestos

PMA_P: número de programas de manejo ambiental propuestos en el PMA

Criterio de cumplimiento: 100%

- Porcentaje de propietarios y encargados de infraestructura pública socializados

$$PS(\%) = \frac{\mathrm{X1}}{\mathrm{X2}} * 100$$

PS: porcentaje de propietarios y organizaciones sociales socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura

$X1$: número de propietarios de infraestructura privada y encargados de infraestructura pública socializados en mecanismos de atención a PQRS y acciones de prevención, mitigación y compensación por la afectación a infraestructura

$X2$: número total de propietarios infraestructura privada y encargados de infraestructura pública

- Porcentaje de infraestructuras privadas compensadas o reubicadas

$$IC(\%) = \frac{IAC}{TIA} * 100$$

IC: Porcentaje de infraestructuras compensadas o reubicadas

IAC: cantidad de infraestructuras privadas afectadas que son compensadas o reubicadas

TIA: total de infraestructuras privadas afectadas

- Porcentaje de actas de entorno realizadas

$$AE(\%) = \frac{AER}{IPC} * 100$$

AE: porcentaje de actas de entorno realizadas

AER: número de actas de entorno sobre infraestructura pública y comunitaria realizadas.

IPC: número total de infraestructuras públicas y comunitarias en el área de caracterización a detalle.

- Porcentaje de actas de vecindad realizadas

$$AV(\%) = \frac{AVR}{PAI} * 100$$

AV: porcentaje de actas de vecindad realizadas

AVR: número de actas de vecindad realizadas sobre predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto.

PAI: número total de predios objeto de alguna intervención por parte del proyecto.

- Porcentaje de cumplimiento de los recorridos mensuales para la verificación de afectaciones

$$PCRM(\%) = \frac{RM}{MD} * 100$$

PCRM: porcentaje de cumplimiento de los recorridos mensuales para verificación de afectaciones sobre infraestructura pública o privada.

RM: número de recorridos realizados

MD: número de recorridos totales por realizar desde el inicio de la construcción del proyecto.

- Corrección a afectación sobre infraestructura pública y privada

$$\text{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$$

EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas a la infraestructura pública o privada requeridas en las PQRS aceptadas por el proyecto que requieren compensación, corrección o mitigación.

PQRSC: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación cerradas.

PQRSA: total de PQRS que requieren compensación, corrección o mitigación.

- Porcentaje de cierre de actas de vecindad o entorno

$$\mathrm{AC}(\%) = \frac{AVEC}{AVEF} * 100$$

AC: porcentaje de actas de vecindad y entorno cerradas

AVEC: número de actas de vecindad y entorno cerradas

AVEF: número de actas de vecindad y entorno firmadas

- Porcentaje de cumplimiento de ejecución de obras para mitigar el impacto sobre Centros Educativos Rurales

$$\mathrm{OM}(\%) = \frac{OME}{OMP} * 100$$

OM: porcentaje obras de mitigación ejecutadas

OME: número de obras de mitigación ejecutadas al 100%

OMP: total de obras de mitigación programadas

- Corrección a afectación sobre Centros Educativos Rurales

$$\mathrm{EPQRS}(\%) = \frac{PQRSC}{PQRSA} * 100$$

EPQRS: porcentaje de eficacia en la implementación de medidas correctivas de los Centros Educativos Rurales.

PQRSC: total de PQRS relacionados con los Centros Educativos Rurales

PQRSA: total de PQRS que requieren compensación o corrección respecto a Centros Educativos Rurales.

- Kilómetros de vía entregados a actores locales

$$KME(\%) = \frac{KMVE}{KMVP} * 100$$

KME: Porcentaje de kilómetros de vía entregados

KMVE: Kilómetros de vía entregados formalmente a actores locales

KMVP: Kilómetros de vía del proyecto

Los indicadores de seguimiento que se implementarán durante la fase de Desmantelamiento y abandono luego de la fase de operación, deberán ser planteados tres años antes de iniciada esta fase y deberán corresponder a los planes de manejo ambiental que se propongan, así mismo estarán enfocados a medir la eficacia de las medidas propuestas para prevenir, corregir, mitigar, compensar y/o potenciar los impactos identificados.

10.4.13 Cronograma y presupuesto

En fase de construcción el programa se deberá ejecutar en el último trimestre de esta etapa, entre los meses 22 y 24 y posiblemente en los dos primeros meses de la operación.

Los costos de personal están incluidos dentro del Grupo de Interventoría Ambiental y Gestión Ambiental; los costos directos dentro de los costos de las obras civiles.

En la fase de operación se deberá ajustar el Plan de desmantelamiento 3 años antes de planeada la finalización de la vida útil del proyecto. Se deberán formular las medidas de manejo ambiental y si es necesario se deberá gestionar su aprobación ante la Autoridad Ambiental competente.

10.5 Plan de inversión del 1%

Dando cumplimiento a lo establecido en el Decreto 2099 de 2016, el cual modifica el Decreto 1900 de 2006, compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible – Decreto 1076 de 2015, se presenta el Plan de inversión del 1% sujeto a la obtención de la Licencia Ambiental para la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico Cocorná III, localizado en el departamento de Antioquia, municipio de Cocorná. Este porcentaje deberá ser destinado para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que es alimentada por la cuenca del Río Cocorná.

El proyecto destinará el 1% del total de la inversión requerida para la construcción y puesta en marcha del proyecto, de acuerdo con el presupuesto estimado que se presenta más adelante y conforme lo establecido en el Decreto 2099 de 2016.

10.5.1 Objetivos

10.5.1.1 Objetivo general

Dar cumplimiento al artículo 43 de la ley 93 de 1993, reglamentado por el decreto 1900 del 12 junio de 2006 en cuanto a las actividades a ejecutarse con los recursos generados por no menos del uno (1%) del valor de las inversiones del proyecto en adquisición de terrenos y construcción de obras civiles, recurso que será destinado a actividades de recuperación y preservación de la cuenca del Río Cocorná.

10.5.1.2 Objetivos específicos

1. Contribuir con la conservación ambiental y la capacidad de retención y regulación hídrica del área de influencia del proyecto Cocorná III.
2. Apoyar el desarrollo social mediante el fortalecimiento de los acueductos comunitarios de las veredas San José, El Tesoro y Las Mercedes, pertenecientes al área de influencia del proyecto Cocorná III.
3. Contribuir con el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en las viviendas del área de influencia del proyecto y que actualmente no cuentan con sistemas individuales de tratamiento.

10.5.2 Marco legal

Las inversiones que deben hacerse por parte de los desarrolladores del proyecto Cocorná III se sustentan en el siguiente marco legal:

Ley 99 de 1993, artículo 43: "Tasas por utilización de aguas: La utilización de aguas por personas naturales, jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos, para los fines establecidos por el

artículo 159 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974. El Gobierno Nacional calculará y establecerá las tasas a que haya lugar por el uso de las aguas".

Parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993: "todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto".

La Ley 812 de 2003 en su sección 8, modificó el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993, en el sentido de "establecer que los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca Hidrográfica y Acuífero (POMCA)".

Decreto 2099 de 2016, Artículo 2.2.9.3.1.3 de los proyectos sujetos a la inversión de no menos del 1%.

1. Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural superficial o subterránea.
2. Que el proyecto requiera licencia ambiental.
3. Que el proyecto, obra o actividad involucre en cualquiera de las etapas de su ejecución el uso de agua.
4. Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad.

10.5.3 Propuesta de inversión

10.5.3.1 Inversión total estimada del proyecto

La inversión total estimada del proyecto Cocorná III es de **$134.327.656.247**. En la Tabla 10-73 se presenta el presupuesto del proyecto. Sin embargo, este valor incluye los costos de implementación de los Planes de Manejo Ambiental junto con los costos del plan de compensación, del plan de monitoreo y seguimiento y el costo de otros permisos ambientales que no se deben incluir en la liquidación del 1%.

Teniendo en cuenta lo anterior, la base de liquidación de la inversión del 1% es la suma de los costos de los equipos electromecánicos, de la subestación, de los predios, la ingeniería de detalle, la administración e imprevistos de las obras civiles y la interventoría y gerencia del proyecto, lo que arroja un valor base para la liquidación de **$109.361.691.846**.

Tabla 10-73. Estimación del costo del proyecto hidroeléctrico Cocorná III

No. Ítem	Item	Cantidad	Precio unitario ($)	Precio total ($)
1	**PREDIOS (Ha)**	15	100 000 000	**1 500 000 000**
2	**ACTIVIDADES PRELIMINARES**			
2.1	Instalación y actividades preliminares	1	250 000 000	250 000 000
Sub total				**250 000 000**
3	**ZONA DE CAPTACIÓN**			
3.1	Llenos - Ataguía, contrataguía – (m^3)	7 200	30 000	216 000 000
3.2	Desvío de río	2	500 000 000	1 000 000 000
3.3	Descapote (m^3)	4 688	8 000	37 502 400
3.4	Excavación Roca (m^3)	1 551	80 000	124 080 000
3.5	Excavación Común (m^3)	1 550	20 000	31 000 000
3.6	Lleno en concreto ciclopeo	433	450 000	195 030 000
3.7	Concreto (m^3)	4 184	1 100 000	4 602 400 000
3.8	Acero (kg)	627 600	5 000	3 138 000 000
Sub total				**9 344 012 400**
4	**DESARENADOR**			
4.1	Descapote (m^3)	1 469	8 000	11 752 000
4.2	Excavación Roca (m^3)	1 625	80 000	130 000 000
4.3	Excavación Común (m^3)	1 625	20 000	32 500 000
4.4	Concreto (m^3)	776	1 100 000	853 600 000
4.5	Acero (kg)	116 400	5 000	582 000 000
Sub total				**1 609 852 000**
5	**TANQUE DE CARGA**			
5.1	Descapote (m^3)	845	8 000	6 760 000
5.2	Excavación Roca (m^3)	768	80 000	61 440 000
5.3	Excavación Común (m^3)	768	20 000	15 360 000
5.4	Concreto (m^3)	855	1 100 000	940 500 000
5.5	Acero (kg)	128 250	5 000	641 250 000
Sub total				**1 665 310 000**
6	**CONDUCCIÓN A PRESIÓN**			
6.1	Descapote (m^3)	12 064	8 000	96 512 000
6.2	Excavación Roca (m^3)	30 300	80 000	2 424 000 000
6.3	Excavación Común (m^3)	20 300	20 000	406 000 000
6.4	Tubería GRP	3 725	3 000 000	11 175 000 000
6.5	Relleno	39 863	25 000	996 569 915
6.6	Puenteducto (ml)	315	3 000 000	945 000 000

No. Ítem	Item	Cantidad	Precio unitario ($)	Precio total ($)
6.7	Empotramiento (m³)	162	1 100 000	178 200 000
6.8	Transporte tubería	3 725	1 000 000	3 725 000 000
6.9	Anclajes (m³)	1 844	1 100 000	2 028 307 380
6.10	Pilas (m³)	226	1 100 000	248 600 000
6.11	Tratamiento de taludes	1	1 500 000 000	1 500 000 000
6.12	Acero (kg)	310 487	5 000	1 552 436 850
	Sub total			**25 275 626 145**
7	**CASA DE MAQUINAS SUPERFICIAL**			
7.1	Descapote (m^3)	1 950	8 000	15 600 000
7.2	Excavación Roca (m^3)	1 986	80 000	158 880 000
7.3	Excavación Común (m^3)	1 986	20 000	39 720 000
7.4	Concreto (m^3)	830	1 100 000	913 000 000
7.5	Acero (kg)	124 500	5 000	622 500 000
7.6	Acabados arquitectonico y urbanismo	1	300 000 000	300 000 000
7.7	Pisos muros y cubierta	1	300 000 000	300 000 000
7.8	Aire acondicionado y sistema contra incendio	1	200 000 000	200 000 000
7.9	Manejo de aguas subterraneas	1	150 000 000	150 000 000
	Sub total			**2 699 700 000**
8	**VÍAS**			
8.1	Vía casa de máquinas (m)	549	2 000 000	1 098 000 000
8.2	Vía captación (m)	936	1 300 000	1 216 800 000
8.3	Vía sector la escuela (m)	208	1 300 000	270 400 000
8.4	Cunetas (m)	1 700	44 000	74 800 000
8.5	Puente zona escolar (m²)	120	4 500 000	540 000 000
8.6	Puente casa de máquinas (m²)	500	12 000 000	6 000 000 000
8.7	Puente en la vía existente a casa de máquinas (m²)	72	4 500 000	324 000 000
8.8	Descapote (m^3)	18 902	8 000	151 216 000
8.9	boxculvert y cabezotes en concreto (m^3)	50	1 100 000	55 000 000
8.10	Acero para boxculvert y cabezotes (kg)	7 500	5 000	37 500 000
8.11	Tuberías alcantarillas (unidad)	3	2 500 000	7 500 000
	Sub total			**9 775 216 000**
9	**CANAL DE DESCARGA**			
9.1	Descapote (m^3)	294	8 000	2 350 400
9.2	Excavación Roca (m^3)	225	80 000	18 000 000
9.3	Excavación Común (m^3)	225	20 000	4 500 000

No. Ítem	Item	Cantidad	Precio unitario ($)	Precio total ($)
9.4	Concreto (m^3)	500	1 100 000	550 000 000
9.5	Acero (kg)	75 000	5 000	375 000 000
Sub total				**949 850 400**
10	**Zodmes**			
10.1	Adecuación de zodmes	6	400 000 000	2 400 000 000
Sub total				**2 400 000 000**
TOTAL OBRA CIVIL				**53 969 566 945**
11	**EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS Y SUBESTACIÓN**			**36 188 714 618**
SUBTOTAL COSTOS DEL PROYECTO (obra civil y equipos electromecánicos)				**90 158 281 563**
20	**Predios**			**1 500 000 000**
15	**Costos de administración obras civiles (20%)**	0.2		**10 793 913 389**
16	**Interventoria y gerencia (6%)**	0.06		**5 409 496 894**
17	**Ingeniería de detalle**			**1 500 000 000**
	Valor base de liquidación del 1%			109 361 691 846
18	**INVERSIÓN DEL 1%**	0.01		**1 093 616 918**
12	**Imprevistos equipos (8%)**			**2 895 097 169**
13	**Imprevisto obras civiles (10%)**	0.1		**5 396 956 695**
14	**Utilidad (5%)**	0.05		**4 507 914 078**
19	**Plan de manejo ambiental seguimiento y compensación**			**9 072 379 541**
21	**Gastos de licenciamiento ambiental y otros permisos**			**2 000 000 000**
	Sub total otros costos			**44 169 374 684**
PRESUPUESTO TOTAL				**134 327 656 247**
Tasa de cambio				**3 600**
Total USD$				**37 313 238**

10.5.3.2 Liquidación de la inversión del 1%

De acuerdo con el Artículo 2.2.9.3.1.6 del decreto de 2099 de 2016 y la tabla anterior, la liquidación del 1% asciende a **$1.093.616.846** pesos calculados a partir del total de la inversión, ver numeral 10.5.3.1.

10.5.3.3 Líneas de inversión

De acuerdo con lo dispuesto por el Artículo 2.2.9.3.1.9, destinación los recursos de la inversión de no menos del 1%, los recursos de la inversión forzosa de no menos del 1%, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico, así:

1. Cuando se haya adoptado el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, en desarrollo del Parágrafo 1 del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 216 de la Ley 1450 de 2011, en las actividades que se señalan a continuación:

   - Acciones de protección, conservación y preservación a través restauración ecológica, rehabilitación y recuperación, dentro las cuales se puede incluir el desarrollo de proyectos de uso sostenible. En esta línea de inversión se podrá dar prioridad a áreas degradadas por actividades ilícitas.
   - Acciones de recuperación, a través la construcción de interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en los municipios de categorías 4, 5 y 6. Esta acción solamente podrá proponerse siempre y cuando la titularidad de las obras sea de los entes territoriales y que éstos a su vez garanticen los recursos para la operación y mantenimiento de estas estructuras.
   - Acciones de vigilancia del recurso hídrico a través de la instrumentación y monitoreo de variables climatológicas e hidrológicas con estaciones hidrometeorológicas y/o con radares, según la tecnología que defina el IDEAM. Esta acción podrá proponerse siempre y cuando el titular del proyecto y el IDEAM aseguren el financiamiento de la operación de dicha instrumentación.

2. En desarrollo del artículo 174 la Ley 1753 de 2015 que modifica artículo 108 de la Ley 99 de 1993, así: en Acciones Complementarias, **mediante la adquisición de predios y/o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales**, al igual que en áreas protegidas que hagan parte del Sistema Nacional Áreas Protegidas -SINAP.

3. En ausencia del respectivo Plan Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, en desarrollo del Parágrafo 2 del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 modificado por artículo 216 de la Ley 1450 de 2011, los recursos se deberán invertir en su formulación o adopción, para lo cual el titular de la licencia ambiental podrá destinar hasta el porcentaje fijado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siempre y cuando la autoridad ambiental administradora asegure, con otras fuentes de recursos, el financiamiento total de este instrumento y, el porcentaje restante de la inversión, deberá ser destinado a las actividades listadas en el numeral 1 del presente artículo.

PARÁGRAFO 1. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM suministrará la información relacionada con la ubicación de los equipos y los costos asociados a su instalación. Para el caso de las estaciones hidrometeorológicas, éstas se registrarán en el Catálogo Nacional de Estaciones Hidrometeorológicas.

PARÁGRAFO 2. Las obras y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales que se encuentren en el Plan de

Manejo Ambiental del proyecto licenciado, no harán parte del Plan de Inversión del 1% de que trata este capítulo.

El río Cocorná hace parte de la cuenca hidrográfica del Río Samaná Norte, fuente que cuenta con POMCA aprobado por las corporaciones ambientales (CORNARE en comisión conjunta con CORANTIOQUIA) por lo que se proponen las siguientes líneas para la inversión forzosa de no menos del 1%:

1. Compra de predios en los que se encuentran las cabeceras de las microcuencas de las quebradas La Pisquina y La Rumbona[10].
2. Fortalecimiento de los acueductos comunitarios de las veredas San José, El Tesoro y Las Mercedes, pertenecientes al área de influencia del proyecto Cocorná III.
3. Saneamiento básico de las aguas residuales domésticas de las viviendas del área de caracterización a detalle.

10.5.3.4 Objeto de la inversión

Con base en el numeral anterior (líneas de inversión), para la inversión del Plan del 1% se propone:

1. Comprar predios de importancia ambiental de manera que su uso sea la conservación de las subcuencas de las quebradas La Pisquina y La Rumbona (tributarias del río Cocorná) que, a su vez, contribuyen a aumentar la capacidad de regulación y retención de dichas subcuencas y a mantener el caudal base del río Cocorná, en el tramo intervenido por el proyecto.

   A su vez, contribuir a la conservación del bosque que permita la regularidad del recurso hídrico que abastece los acueductos comunitarios de las veredas Las Mercedes, El Tesoro y San José, teniendo un impacto positivo en el bienestar de la comunidad y aportando un mensaje claro de coexistencia entre las actividades de aprovechamiento persistente de los productos maderables y no maderables de las áreas naturales, con los servicios ecosistémicos brindados por los bosques.

2. Inversión en saneamiento básico en la cuenca del río Cocorná. Según el documento “Referentes Ambientales para la construcción de los planes de desarrollo en los municipios de la jurisdicción de Cornare” (Cornare & Municipio de Cocorná, 2019), en zona rural del municipio, sólo el centro poblado La Piñuela cuenta con redes de alcantarillado, además la cobertura de sistemas de tratamiento colectivos o individuales en esta zona es del 63%

[10] En el caso de que no sea posible realizar la compensación dentro del área de estas dos microcuencas, se considerarán las subcuencas de las otras quebradas tributarias del tramo con caudal reducido de la PCH Cocorná III.

para el 2018. Así mismo, este documento afirma que en el municipio se presenta un déficit de 292 pozos sépticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la compra e instalación de sistemas de tratamiento individual para las viviendas del área de caracterización a detalle del proyecto que carecen de dichos sistemas y el mantenimiento de los ya existentes en esta misma área.

10.5.3.4.1 Compra de predios en las cabeceras de las subcuencas de las quebradas La Pisquina y La Rumbona.

La propuesta para la inversión forzosa de no menos del uno (1%) del valor de las inversiones del proyecto, consiste en aportar los recursos necesarios para que los acueductos comunitarios de las veredas San José, El Tesoro y Las Mercedes puedan ser dueños de las áreas que protegen las cabeceras de las subcuencas de las quebradas La Pisquina y La Rumbona, que abastecen de agua para consumo humano a la población de dichas veredas y que, por tanto, tienen una alta importancia social y ambiental para el municipio.

Así mismo, estos afluentes son los de mayor magnitud y aporte al caudal del río Cocorná en el tramo de caudal reducido generado por el proyecto, con unas áreas tributarias de 3,02 y 1,24 km^2 respectivamente, y que aportan un caudal medio de 320 y 140 L/s, correspondientemente. Además, estas subcuencas cumplen con los siguientes criterios:

1. Son afluentes de primer orden, abastecedores de agua para consumo humano, que a su vez contribuyen a la regulación hídrica de la cuenca del río Cocorná y mitigan los posibles impactos ocasionados por la reducción del caudal en el tramo del río donde se encuentra el proyecto. Así mismo, esto favorecerá una mejor calidad hídrica y un suministro con mayor regularidad de agua a las bocatomas de los acueductos veredales existentes.
2. Son áreas importantes para conectar los fragmentos de hábitats, especialmente aquellos estipulados por el POMCA, puesto que cuentan con un mayor potencial para ser hábitat de la fauna y flora silvestre.
3. Son áreas que la comunidad considera de sumo interés para conservar, enriquecer florísticamente y restaurar, por la existencia de proyectos comunitarios de conservación y ecoturismo en estas zonas. Es así como el plan de inversión del 1% será complementado mediante el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad, en el cual se plantea la posibilidad de generar procesos de producción-conservación, con el fin de posibilitar proyectos comunitarios sostenibles en el largo plazo y aumentar la oferta económica de la región. Estas propuestas se complementan con proyectos de ecoturismo o de aprovechamiento no maderables del bosque.

10.5.3.4.1.1 Monto de la inversión

Se propone la compra de al menos 23,80 ha, a un precio por hectárea de $**40.000.000** de pesos, para un total de $**952.035.818** pesos invertidos.

Si el precio de la hectárea se adquiere en menor valor, se propone realizar una compra de un área mayor, de manera que el área destinada a la conservación y al aumento de la capacidad de regulación y retención hídrica sea adecuada y que el monto de la inversión se mantenga en los valores fijados.

10.5.3.4.1.2 Localización de los predios para compra

Predios pertenecientes a las subcuencas de las quebradas La Rumbona y La Pisquina, ubicados en la parte alta de estas, ver numeral 10.6.5 para más detalles de las áreas potenciales para la compra de predios para compensación.

10.5.3.4.2 Saneamiento básico de las aguas residuales domésticas de las viviendas del área de caracterización a detalle

Como se explicó anteriormente, en el municipio de Cocorná hay un déficit de 292 pozos sépticos necesarios para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en zona rural. Así mismo, en el informe de Caracterización del medio socioeconómico y cultural de este EIA, se establece que, en el área de caracterización a detalle, ver Capítulo 4 Área de influencia, hay 51 viviendas de las cuales 27 no cuentan con sistema de tramiento y las restantes 24 tienen tanque séptico.

Debido a lo anterior se propone la compra e instalación de los 27 sistemas de tratamiento faltantes y el mantenimiento de los 24 ya existentes.

- Para las 27 viviendas que no cuentan con tanque séptico se dispondrá de un sistema integrado por trampa de grasas, pozo séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).
- Para el mantenimiento de los sistemas sépticos existentes se contratará una empresa que preste servicio de váctor, para extraer los respectivos lodos generados. Este contratista deberá contar con los permisos y licencias ambientales necesarios para disponer el residuo. Deberá solicitarse el correspondiente certificado de disposición final.

10.5.3.4.2.1 Monto de la inversión

Se propone la compra de 27 sistemas integrados de tratamiento, a un precio por unidad de $3.200.000, para un total de $**86.332.800** invertidos.

Por otro lado, el mantenimiento de cada tanque séptico existente tiene un valor de $2.300.000 pesos, para un total de **$55.248.300** por los 24 pozos existentes.

El costo total de la inversión en saneamiento básico es de **$141.581.100**, equivalente al 13% del total del monto de la inversión del 1%.

10.5.3.4.2.2 Localización de las viviendas objeto de la inversión en saneamiento básico

Viviendas localizadas en el área de caracterización a detalle y que fueron caracterizadas para este EIA. Ver el Anexo 5.3.11 del informe de Caracterización del medio Socioeconómico y Cultural.

10.5.3.4.3 Cronograma de inversión

La inversión se realizará una vez finalizada la construcción y realizada la liquidación del 1% de la inversión total del proyecto, de acuerdo con los costos finales.

En un máximo de 6 meses de finalizadas las actividades de construcción y montaje se presentarán las acciones específicas propuestas en este plan a la Corporación para su aprobación, incluyendo los predios a comprar con el número de hectáreas, el número de sistemas de tratamiento individual a comprar y la localización de las viviendas que serán beneficiadas con este Plan, entre otra información.

10.6 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad

En este ítem se presenta la propuesta del plan de compensación por pérdida de biodiversidad asociado al proyecto PCH Cocorná III, sin embargo, lo propuesto en este documento estará sujeto a la aprobación y adecuación acorde a las medidas propuestas por la autoridad ambiental CORNARE.

10.6.1 Objetivo

Objetivo General

Formular el plan de compensación por pérdida de diversidad para el proyecto PCH Cocorná III, como medida para resarcir los impactos ocasionados a la flora y fauna silvestre durante la implementación y desarrollo del proyecto. Para esto se tendrán en cuenta los lineamientos del Manual de Compensación del Componente Biótico y el marco normativo que soporta las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad de la Resolución 256 (MADS, 2018) y la Resolución 112-6721 (CORNARE, 2017)

Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar los sistemas naturales y seminaturales afectados por las actividades relacionadas con la ejecución del proyecto PCH Cocorná III.

- Estimar el área a compensar de acuerdo con los lineamientos nacionales y de la Corporación, teniendo en cuenta el factor de compensación según la rareza, representatividad en el sistema nacional de áreas protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el ecosistema afectado.

- Determinar los criterios para escoger el área ecológica equivalente al área impactada en el proyecto, priorizando las áreas designadas por la autoridad ambiental y de interés hidrológico para la cuenca del río Cocorná.

- Establecer las medidas de manejo, control y seguimiento a desarrollar con el fin de compensar o resarcir la pérdida de diversidad y de hábitats generada por el proyecto.

10.6.2 Línea base del área intervenida

El proyecto hidroeléctrico a filo de agua Cocorná III se localiza en la subregión del oriente antioqueño, sobre el margen izquierdo de la cuenca media del río Cocorná entre las cotas 1.100 y 1.350 msnm, con incidencia en las veredas La Placeta, San Vicente, Mazotes, Los Cedros, San José, Las Mercedes, El Tesoro y Montañita, todas dentro de la jurisdicción del municipio de Cocorná, departamento de Antioquia (Ver Figura 10-166).

El municipio de Cocorná es el centro urbano de mayor importancia y proximidad al proyecto y el acceso al proyecto será por la vía que conduce de Medellín a este municipio, por medio de la Autopista Medellín – Bogotá, con un recorrido aproximado de 83 km o 2 horas, en vehículo liviano.

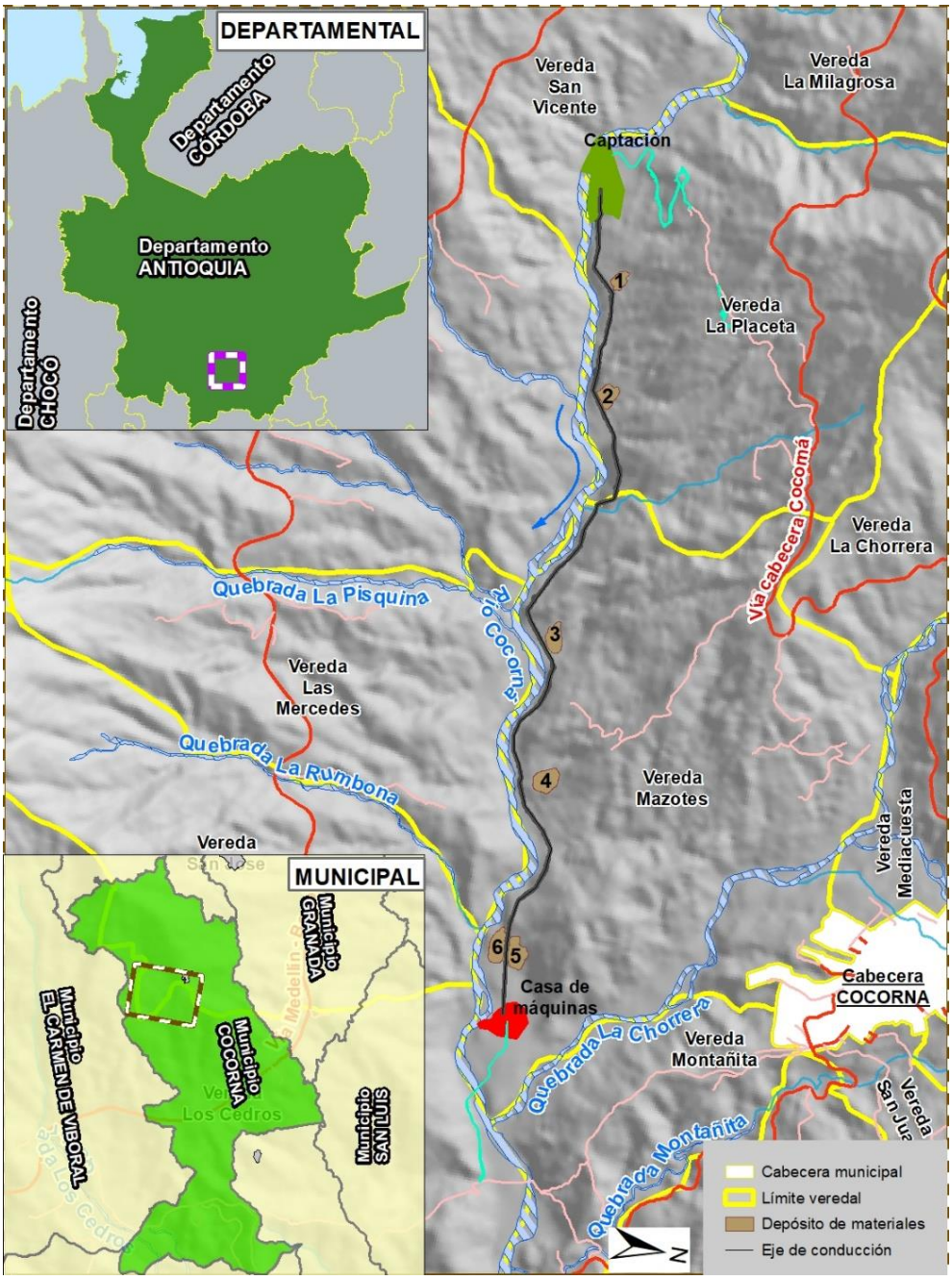


Figura 10-166. Localización general del proyecto

El área de intervención del proyecto Cocorná III se encuentra ubicado en el orobioma subandino Nechí-San Lucas y el hidrobioma Nechí-San Lucas con un área de 6,14 y 6,70 ha respectivamente (ver Figura 10-167). Con respecto a las zonas de vida de Holdridge el proyecto se encuentra en un bosque pluvial premontano (bp-PM). Los biomas y la zona de vida del proyecto son caracterizados por tener una precipitación media anual por encima de los 3.000 mm y climas cálidos con temperaturas entre 18 y 33°C. Estos ecosistemas debido a sus condiciones abióticas y disponibilidad de recursos se caracterizan por poseer una alta diversidad de especies tanto de flora como de fauna (Etter et al., 2017). Estas zonas también se asocian con cultivos de café, caña de azúcar, plátano, yuca y maíz; sin embargo, por sus altas precipitaciones, se recomienda mantener la cobertura vegetal, especialmente las áreas boscosas, para evitar la erosión y mantener la regulación del recurso hídrico, evitando principalmente las inundaciones por eventos torrenciales.

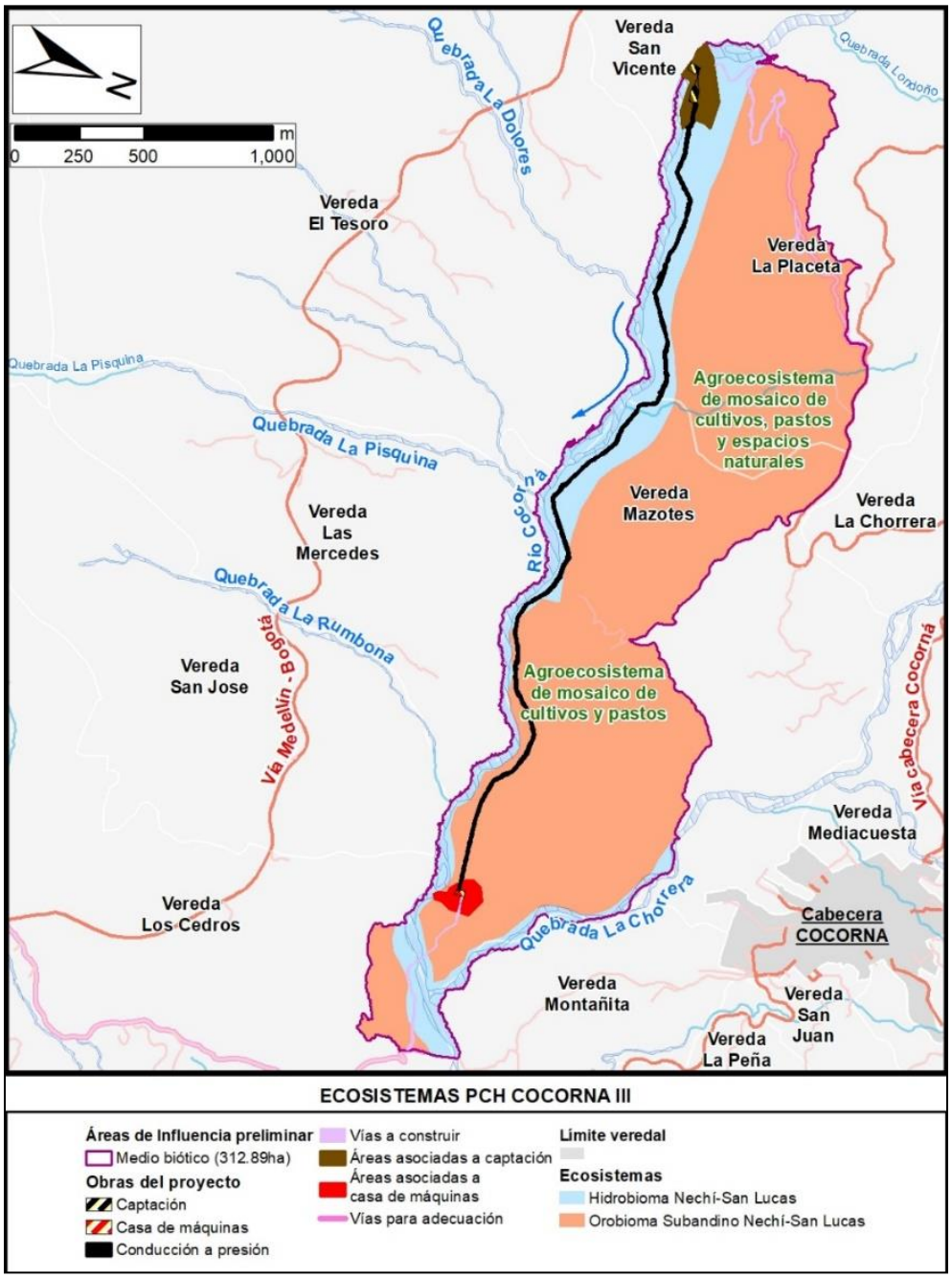


Figura 10-167. Ecosistemas del área de intervención del proyecto Cocorná III.

Los ecosistemas en el área de intervención del proyecto, 12,84 ha, se encuentran altamente transformados por sistemas ganaderos y agrícolas, que ocupan el 50,3% del área de intervención, mientras el 28,2% corresponde a los remanentes naturales

y seminaturales, distribuidos en pequeños parches heterogéneos, asociados a las riveras y las áreas poco productivas. El área restante corresponde a las coberturas antrópicas, los afloramientos rocosos y al río Cocorná (ver Figura 10-168).

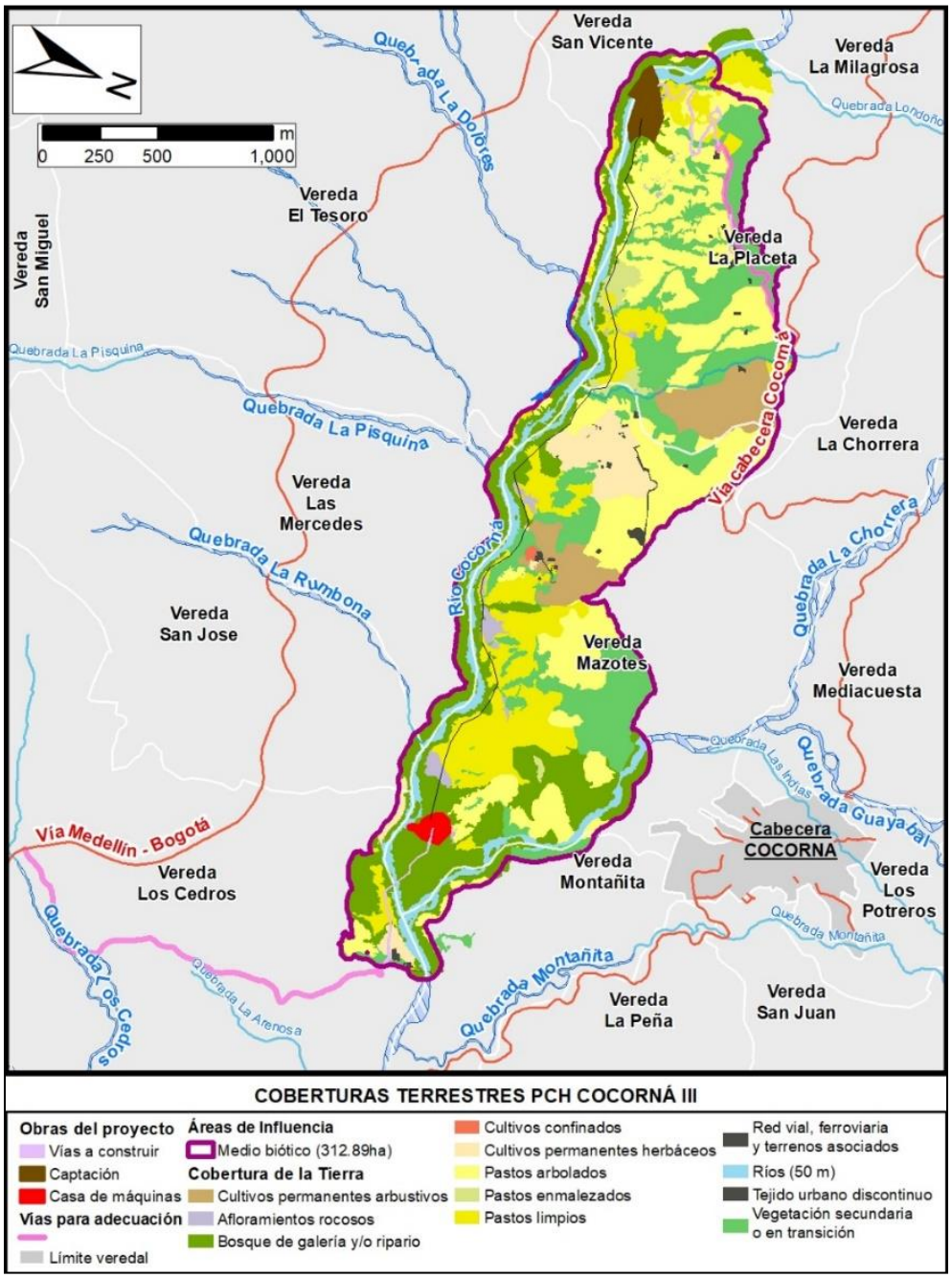


Figura 10-168. Coberturas de la tierra del área de intervención del proyecto Cocorná III.

Por otro lado, es muy importante anotar que el área de intervención (12,84 ha) no se encuentra superpuesta con ningún área de interés ecológica nacional y regional, los cuales hacen referencia al sistema nacional de áreas protegidas (SINAP), Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales, Páramos, Áreas Prioritarias para la Conservación, áreas adscritas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) (Ver Figura 10-169).

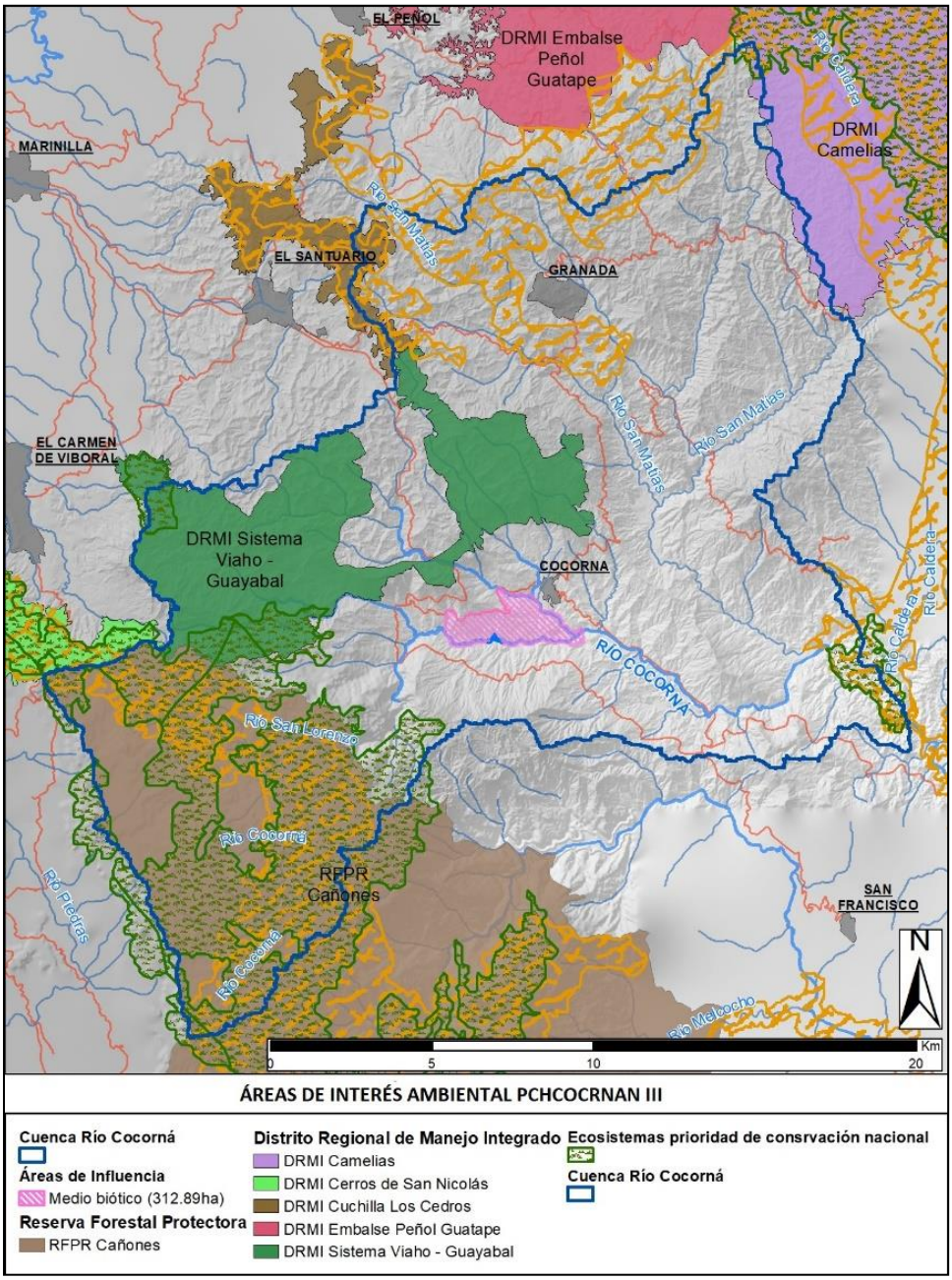


Figura 10-169. Áreas de interés Ambiental de la cuenca del río Cocorná

En el año 2019, por medio del Acuerdo 07, se crea en el municipio de Cocorná el Sistema Local de Áreas Protegidas – SILAP Cocorná con el objetivo de consolidar una herramienta para la gestión y el manejo de las áreas protegidas como elemento central del ordenamiento territorial municipal, de forma que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de conservación a nivel local, regional y nacional, a través de procesos de construcción participativa e interinstitucional. Las áreas que conforman el SILAP se consideran prioritarias para los ejercicios de preservación y restauración de ecosistemas en el municipio; considerándose como una estrategia complementaria de conservación; sin embargo, el SILAP no hace parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. La zona de intervención del proyecto hidroeléctrico Cocorná III, se ubica en el corredor del Río Cocorná, el cual hace parte del SILAP (ver Figura 10-170)

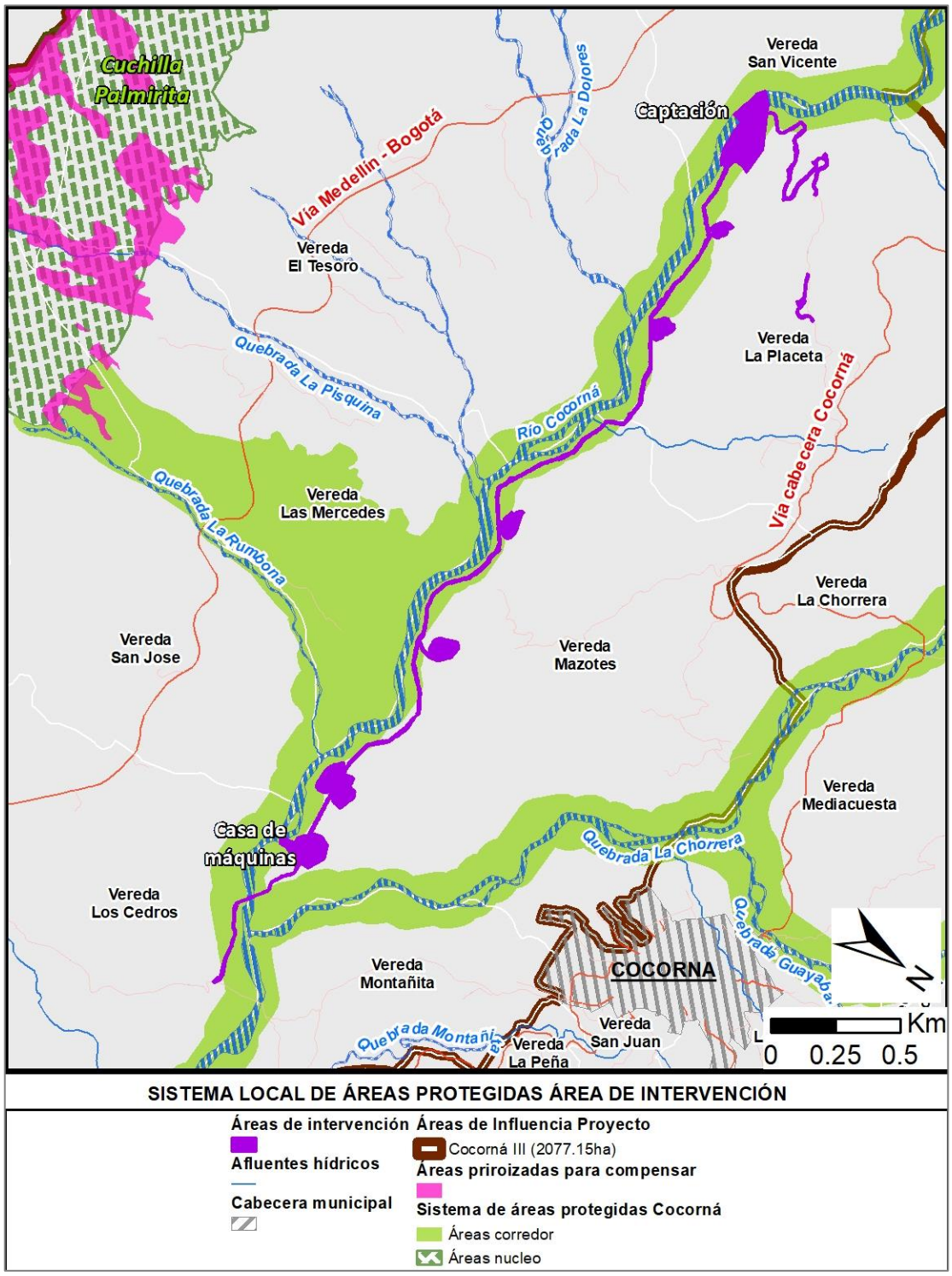


Figura 10-170. Localización del proyecto respecto al Sistema Local de Áreas Protegidas de Cocorná

En el Capítulo 5 “Caracterización del área de Influencia”, se encuentra detallada la línea base de los medios físicos, bióticos y sociales, así como la información cartográfica asociada a estos.

10.6.3 Sobre qué compensar

El área de intervención directa de las obras del proyecto PCH Cocorná III tiene una extensión de 12,84 ha y corresponde a las áreas donde se llevará a cabo la construcción y el establecimiento de la central hidroeléctrica.

La construcción del proyecto hidroeléctrico Cocorná III involucra el aprovechamiento de aproximadamente 2.249 individuos, con un volumen total aproximado de 551,0 m^3. Los individuos a aprovechar corresponden a 40 familias, 83 géneros y 118 morfo-especies.

La familia con mayor importancia en el aprovechamiento forestal es la Melastomataceae por su abundancia con 631 individuos y riqueza con 11 morfo-especies. Otras familias de gran importancia por su abundancia son Hypericaceae con 331 individuos; la familia Vochysiaceae con 170 individuos y la familia Urticaceae con 128 individuos. Por otro lado, las familias Fabaceae y Lauraceae, adquieren importancia en aprovechamiento por su riqueza.

De acuerdo con la composición florística se puede ver que la zona presenta una mayor dominancia de especies de rápido crecimiento o representativas de bosques en sucesión o vegetación secundaria como *Miconia elata* y *Vismia baccifera*, reflejando el alto grado de intervención ocasionado por la expansión de la frontera agrícola y por la extracción selectiva de especies maderables.

En la zona de intervención se identificaron 10 especies arbóreas de importancia para la conservación por ser endémicas, tener algún grado de amenaza o presentar veda. Se catalogaron como endémicas las especies *Pseudoxandra sclerocarpa y Graffenrieda grandifolia*, que además se encuentra en peligro (EN) según la UICN. De otro lado, según la Resolución 1912 del 2017 del MADS, se encontraron 2 especies amenazadas: *Hyptidendron arboreum* en estado vulnerable (VU) y *Licania durifolia* en peligro (EN). *Dussia lehmannii, Alfaroa williamsii* y *Aniba coto* presentan veda a nivel regional según Cornare, Finalmente, las especies *Alsophila cuspidata, Cyathea meridensis, Cyathea squamipes*, pertenecientes a la familia Cyatheaceae presentan veda a nivel nacional y se encuentran en el Apéndice II del CITES. Con respecto a los grupos biológicos Bromelias, Orquídeas, Briófitos (Musgos, hepáticas, anthocerales) y líquenes, se encontraron once especies de bromelias, 24 especies de Orquídeas y 23 especies hepáticas, 15 de musgos y 37 de líquenes.

En el Capítulo 7 “Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales” en el ítem del aprovechamiento forestal se detalla con mayor profundidad el recurso flora a afectar y en el Capítulo 5 “Caracterización del área de influencia”, en el medio biótico, se caracterizan a profundidad los componentes dentro del área de influencia Biótica.

10.6.4 Descripción de los impactos generados sobre la biodiversidad

Los impactos generados por el proyecto hidroeléctrico Cocorná III, en cuanto a la biodiversidad, se darán en su mayoría en la fase de construcción, ocasionados principalmente por las actividades de i) adecuación y conformación de vías de acceso, ii) descapote, adecuación y limpieza de terrenos, iii) excavaciones, conformación de llenos y disposición de materiales, y iv) desplazamiento vehicular y de maquinaria pesada. Estas actividades generan un cambio en la cobertura original, lo que desencadenará en afectaciones de la diversidad, estructura de los espacios naturales y seminaturales, así como a la conectividad funcional. En el Capítulo 8 “Evaluación Ambiental” en el numeral de Descripción de Impactos del Medio Biótico se detallan a cabalidad los impactos asociados al proyecto sobre la flora y la fauna terrestre y acuática; sobre los hábitats y/o corredores biológicos terrestres y acuáticos y, además, se describe la calificación de la importancia ambiental que estos reciben.

10.6.5 Obligaciones de compensación

A continuación se determinarán las medidas de compensación a implementar por la pérdida de biodiversidad generada por el proyecto Cocorná III, las cuales se desarrollarán de acuerdo con la Resolución 112-6721 (CORNARE, 2017) y la Resolución 256 (MADS, 2018).

10.6.5.1 Cálculo del área a compensar

El cálculo del área total a compensar se realizó conforme a la equivalencia ecosistémica de área intervenida y utilizando el factor de compensación (FC) asignado por CORNARE para la unidad de análisis en el área de afectación del proyecto. De acuerdo con las unidades de paisaje definidas por CORNARE, en la Resolución 112-6721 de 2017, el proyecto se encuentra completamente en la unidad *Orobioma con bosque subandino oriental de la cordillera central* (ver Figura 10-171)

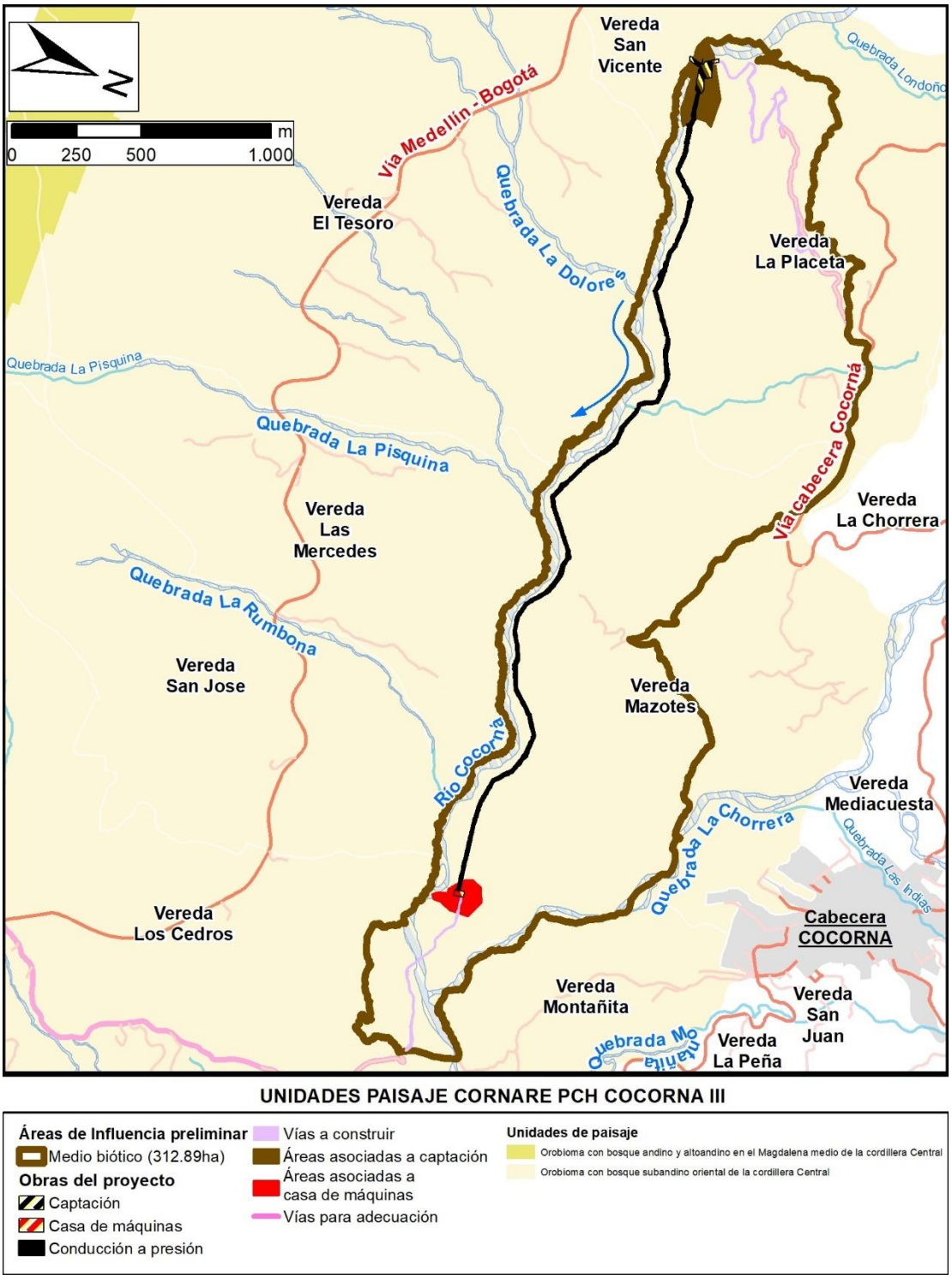


Figura 10-171. Unidades de Paisaje definidas por Cornare en el área de intervención del proyecto Cocorná III.

El Factor de Compensación (FC) para la unidad de paisaje corresponde a la suma de los factores de Representatividad del ecosistema (Rep), Rareza (Rar), Remanencia (Rem) y Tasa de trasformación anual (Tra). En la Tabla 10-74 se presentan los valores del Factor de Compensación para la Unidad de paisaje, de acuerdo con lo definido por CORNARE.

Tabla 10-74. Factor de compensación y criterios asociados

Unidad de paisaje	Rep	Rar	Rem	Tra	FC
Orobioma con bosque subandino oriental de la cordillera central	1,5	1,25	2	1	5,75

El Factor de Compensación (FC) relaciona la proporción a la que se debe realizar la compensación en orden de minimizar los impactos ocasionados al ecosistema, por lo que el producto de este por el área afectada bajo coberturas naturales da como resultado el área de compensación de los bosques, así como lo indica la siguiente ecuación:

$$A_c = A_i x F_c$$

Donde Ac: Área a compensar por pérdida de biodiversidad, Ai: Área potencialmente impactada del ecosistema natural por el desarrollo del proyecto, Fc: Factor de compensación.

Debido a la dinámica del territorio donde intervienen la expansión de la frontera agrícola y el abandono y restitución de tierras por la violencia, se estima que las coberturas de vegetación secundaria se encuentran en estado de sucesión temprana (menor de 15 años). Por lo tanto, para la compensación de esta cobertura se tuvo en cuenta la ecuación citada a continuación:

$$A_{cvs} = A_i x \sum \frac{F_c}{2}$$

Donde Acvs: Área a compensar por Pérdida de Biodiversidad en vegetación secundaria menor a 15 años, Ai: Área a impactar de la vegetación secundaría y Fc: Factor de compensación total = Sumatoria de los criterios de compensación individuales, dividido en dos.

Para los ecosistemas transformados como territorios artificializados y áreas agrícolas, el Factor de Compensación equivale a 1. De acuerdo con lo anterior el área total a compensar es de 28,69 ha (ver Tabla 10-75).

Tabla 10-75. Área a compensar por pérdida de la biodiversidad

Ecosistema	Coberturas	FC	Área a intervenir (ha)	Área a compensar (ha)
Orobioma con bosque subandino oriental de la cordillera Central	Bosque de galería y ripario	5,75	3,15	18,12
	Vegetación secundaria o en transición	2,88	0,47	1,35
	Tejido Urbano Discontinuo	1	0,00	0,00
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1	0,01	0,01
	Cultivos permanentes herbáceos	1	0,16	0,16
	Pastos limpios	1	3,34	3,34
	Pastos arbolados	1	2,39	2,39
	Pastos enmalezados	1	0,59	0,59
	Afloramientos rocosos	1	2,15	2,15
	Ríos (50 m)	1	0,59	0,59
Total			**12,84**	**28,69**

10.6.5.2 Selección del sitio

Para la selección del sitio donde se llevarán a cabo las actividades de compensación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios estipulados por MADS (2018):

- Las compensaciones deberán localizarse en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades: a) La subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes; b) La zona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad.
- Si las áreas propuestas para compensar son menores, según el tipo de ecosistema equivalente al área original impactada, se deberán incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración en cualquiera de sus tres enfoques (restauración ecológica, rehabilitación y recuperación) y de uso sostenible como acción complementaria.
- Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, las áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación, las áreas protegidas que en su plan de manejo o documento técnico de soporte de declaratoria o ampliación definan acciones específicas de conservación (preservación, restauración y uso sostenible), instrumentos de ordenamiento del territorio o instrumentos de

ordenamiento ambiental del territorio, entre otros. Aportando al cumplimento de las metas de conservación y restauración a nivel regional y nacional.

- Se propenderá por la selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación, que puedan estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), siempre y cuando aumente el área del ecosistema donde se hayan implementado dichas acciones o le garantice la conectividad con aquellos de los que depende cronológicamente.

Además de los criterios anteriores, las áreas para realizar las compensaciones se acotaron teniendo en cuenta los intereses de la comunidad y lo estipulado por los instrumentos de planeación existentes en el área (POMCA del río Samaná Norte, el EOT del municipio de Cocorná y el Sistema Local de Áreas Protegidas – SILAP Cocorná). De esta forma, se propone realizar la compensación en las cabeceras de las microcuencas de las quebradas la Pisquina y la Rumbona, en el área de influencia del proyecto. Las áreas propuestas para realizar la compensación tienen una extensión de 42,62 ha; es decir que se consideran 13,93 ha adicionales respecto a la obligación de compensación.

Las zonas seleccionadas hacen parte de subcuencas tributarias a la cuenca del Río Cocorná, haciendo parte de la misma subzona hidrográfica del proyecto. De esta forma se da cumpliendo al criterio de zonificación hidrográfica (ver Figura 10-172)

El criterio de equivalencia ecosistémica fue determinante en la selección de las áreas de compensación. El 70% de las áreas propuestas (29,86 ha), se localizan en la misma Unidad de Paisaje objeto de intervención, la cual corresponde al *Orobioma con bosque subandino oriental de la cordillera Central*; el restante 30% (12,76 ha) corresponde a las zonas más altas de las cuencas y se encuentra en un ecosistema con características ecológicas similares, denominado *Orobioma con bosque andino y altoandino en el Magdalena medio de la cordillera Central*, este ecosistema además presenta un Factor de Compensación de 6, siendo mayor al correspondiente al ecosistema intervenido que equivale a 5,75 (ver Figura 10-173).

Finalmente, se priorizaron las zonas que hacen parte del Sistema Local de Áreas Protegidas – SILAP Cocorná, como instrumento guía para el ordenamiento territorial en función de la preservación y restauración de los ecosistemas en el municipio. De esta manera, de las 42,62 ha propuestas, se tiene un 90% equivalente a 38,49 ha en el interior del SILAP; de estas, 37,05 ha se encuentran en el Núcleo Cuchilla Palmirita, el cual se considera como un nodo importante para la conservación puesto que en esta zona se ubican diferentes acueductos que abastecen a la población del municipio (ver Figura 10-174)

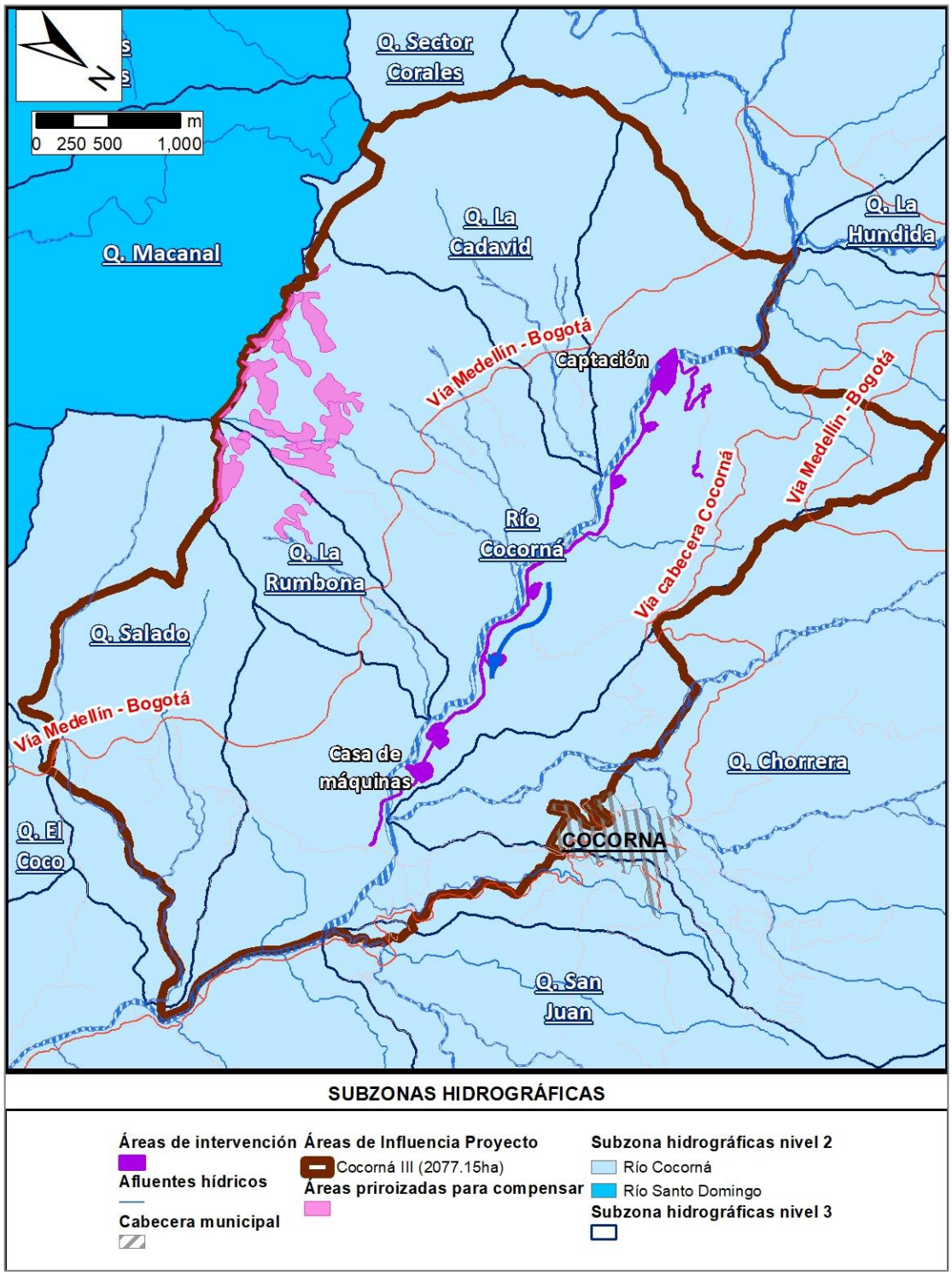


Figura 10-172. Zonificación hidrográfica- Áreas propuestas para compensación

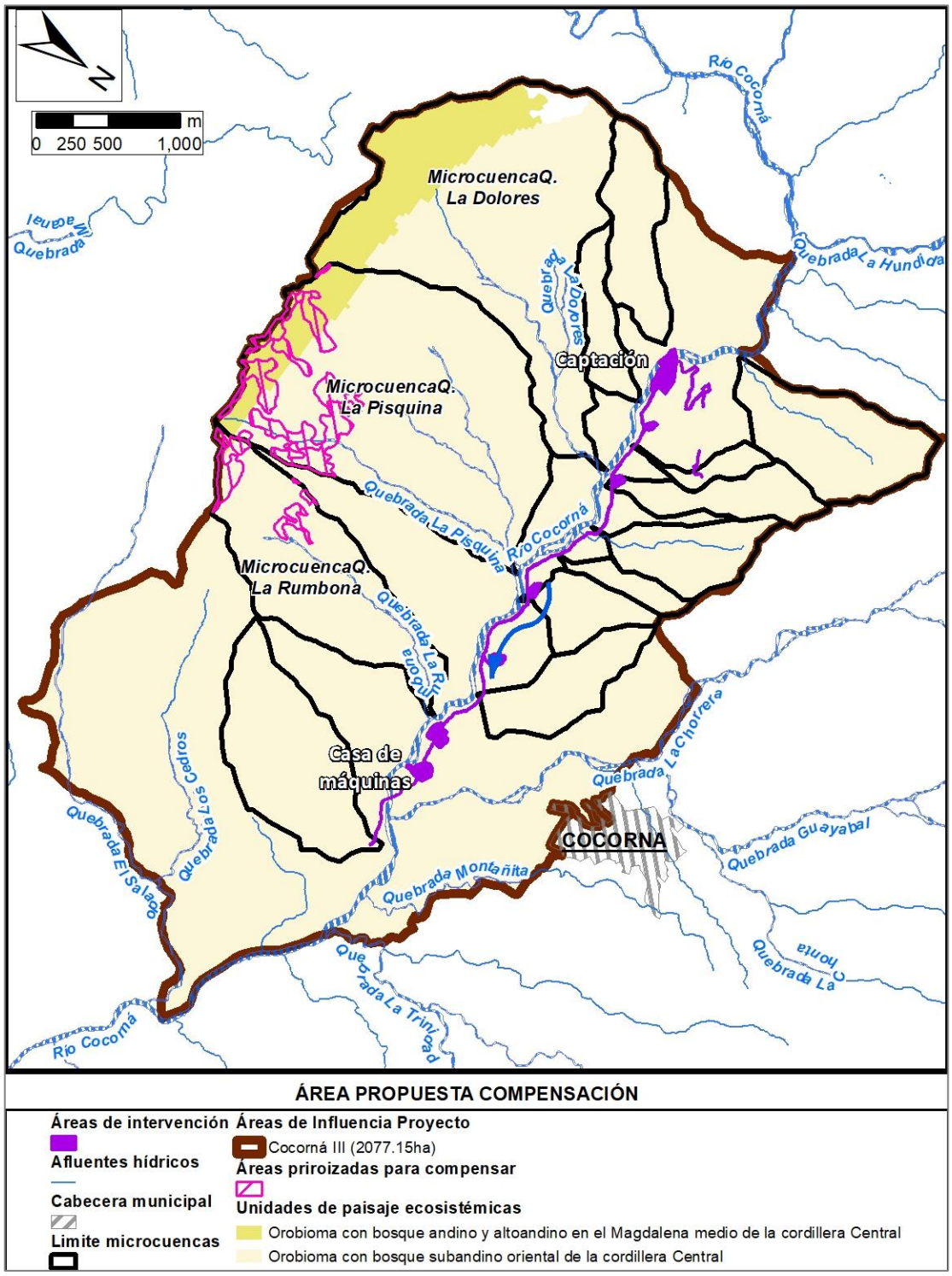


Figura 10-173. Unidades de paisaje ecosistémicas - Áreas propuestas para compensación

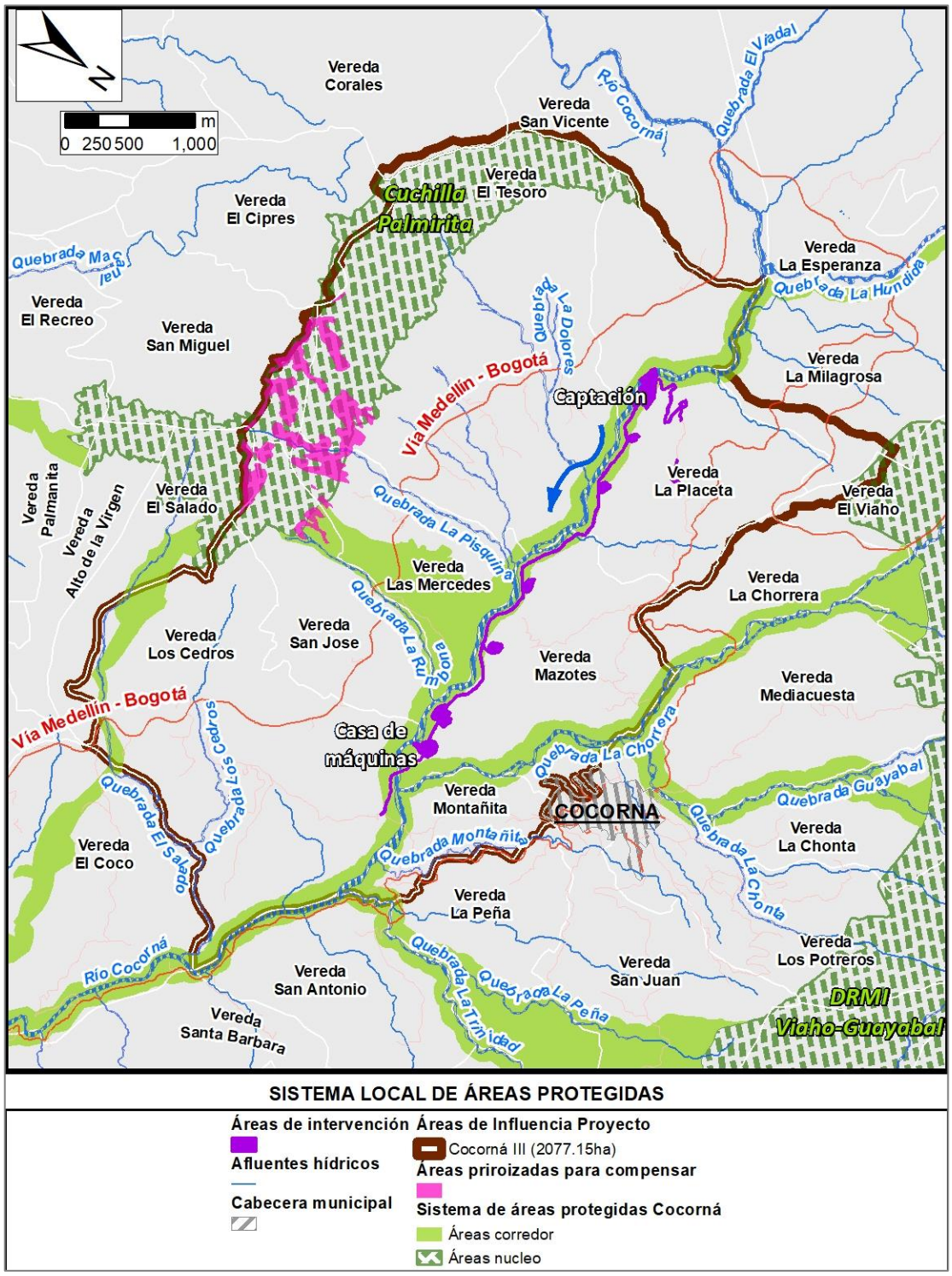


Figura 10-174. Ubicación de las áreas propuestas para compensación respecto al SILAP

Las áreas seleccionadas se encuentran en microcuencas abastecedoras de agua para consumo humano de tres veredas (San José, El Tesoro y Las Mercedes) de las ocho veredas contempladas en el área de influencia del proyecto. Adicionalmente, las microcuencas de las quebradas la Pisquina y la Rumbona con áreas tributarias de 3,02 y 1,24 km^2 respectivamente, presentan un aporte importante de caudal al río Cocorná, en el tramo de caudal reducido por el proyecto, con un caudal medio de 320 y 140 l/s, respectivamente. De esta manera se espera contribuir a la regulación hídrica de la cuenca del río Cocorná y mitigar los posibles impactos ocasionados por la reducción del caudal en el tramo del río donde se encuentra el proyecto. Así mismo, esto favorecerá una mejor calidad hídrica y un suministro continuo de agua a las bocatomas de los acueductos veredales existentes.

Finalmente, se resalta que las áreas seleccionadas corresponden a zonas intervenidas con coberturas de pastos y cultivos que son potenciales para conectar los fragmentos de hábitats, especialmente aquellos estipulados por el POMCA por tener un mayor potencial para ser hábitat de la fauna y flora silvestre. En la Tabla 10-76 se presentan las coberturas vegetales en las áreas propuestas para compensación; en la Tabla 10-77 se presentan los predios en estas áreas, cuya ubicación se presenta en la Figura 10-175

Tabla 10-76. Coberturas vegetales en las áreas propuestas para compensación

Coberturas	Área (ha)	Porcentaje
Mosaico de pastos y cultivos	5,37	13%
Pastos enmalezados	12,89	30%
Pastos limpios	24,36	57%
Total	**42,62**	**100%**

Tabla 10-77. Predios de las áreas propuestas para compensación

Predio	Área (ha)	Porcentaje
1972001000001600001	4,92	12%
1972001000001600004	8,77	21%
1972001000001600016	4,31	10%
1972001000001600170	4,20	10%
1972001000001600186	0,19	0%
1972001000001700045	0,50	1%
1972001000001800001	1,07	3%
1972001000001800014	2,43	6%
1972001000002900026	0,49	1%
1972001000002900032	4,76	11%

Predio	Área (ha)	Porcentaje
1972001000003000015	5,69	13%
1972001000003000016	5,29	12%
Total	42,62	100%

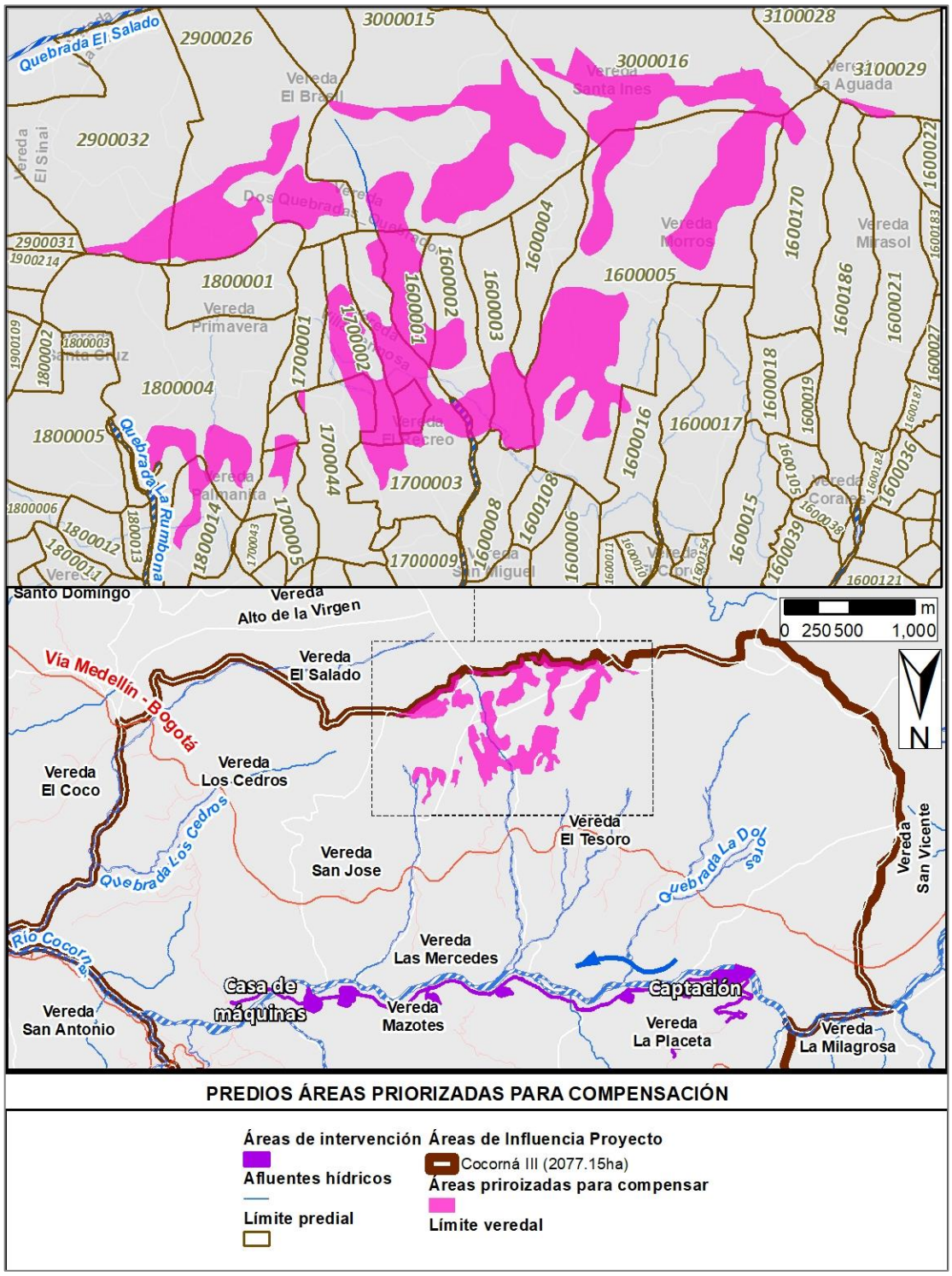


Figura 10-175. Predios de las áreas propuestas para compensación

10.6.5.3 Plan de compensación

En el diseño del plan de compensación se tendrán en cuenta los cuatro componentes propuestos por el manual de compensación del componente biótico (MADS, 2018), los cuales son: la acción y los modos de compensación; los mecanismos de implementación y administración del plan; y las formas de presentación e implementación de la compensación (ver Figura 10-176).

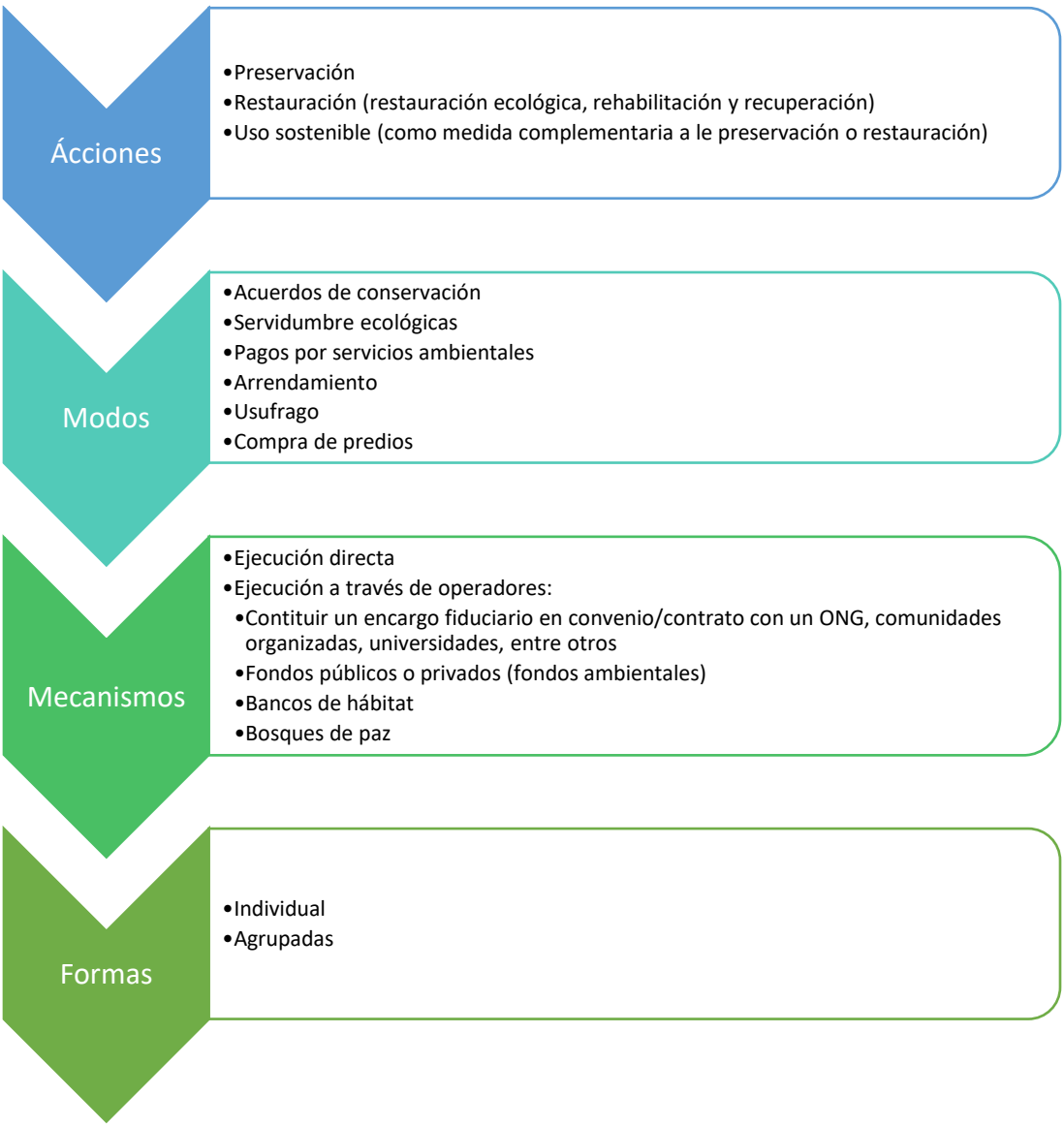


Figura 10-176. Componentes del plan de compensación por pérdida de biodiversidad

Fuente: (MADS, 2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto de Cocorná III se desarrollará de la siguiente manera:

Acción: la acción a desarrollar es la Restauración de los ecosistemas en las cabeceras de las subcuencas de la Rumbona y La Pisquina. Dicha acción se desarrollará bajo el enfoque de rehabilitación en las coberturas disturbadas, con el objetivo de restablecer de manera parcial los elementos estructurales y funcionales de los ecosistemas deteriorados, así como la productividad y los servicios ambientales asociados. Como referencia se tomarán los ecosistemas caracterizados en el Capítulo 5. "Caracterización área de influencia", dado a la proximidad entre estos y las áreas a compensar.

Modo: el modo propuesto es la compra de predios privados ubicados en el área de interés estratégica y dentro de la cuenca del río Cocorná, esta actividad se llevará a cabo con parte del presupuesto del 1% del presente proyecto. Sin embargo, mediante la negociación con los propietarios se pueden considerar otros modos como los acuerdos de conservación.

Mecanismos: las actividades de compensación serán ejecutadas directamente por la empresa propietaria del proyecto, responsable del plan de compensación. Se promoverá la contratación de mano de obra local buscando la vinculación de la comunidad en el proceso.

Forma: Este plan será agrupado, dado que se llevará acabó en los predios comprados con el presupuesto del plan de inversión del 1%, con el fin resarcir o balancear los impactos específicos del proyecto hidroeléctrico Cocorná III y asegurar la conservación de estos espacios naturales.

10.6.5.4 Diseño de compensación

El objetivo principal de este plan es compensar la pérdida de diversidad ocasionada por el proyecto hidroeléctrico Cocorná III. Esto se realizará por medio de la restauración asistida con siembras en las áreas desprovistas de vegetación en las zonas de recarga hídrica o potenciales corredores e integradores biológicos de los fragmentos naturales existentes, en las cabeceras de las microcuencas de las quebradas la Pisquina y la Rumbona. Con el fin de alcanzar este propósito a continuación se presentan las actividades a desarrollar, 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).

10.6.5.4.1 Actividades previas a la rehabilitación

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

- En primera medida 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 ii) la implementación de talleres donde se recojan beneficios de las estrategias de restauración, tanto sociales, culturales y ecológicas; y el contexto futuro deseado para dirigir los esfuerzos de restauración y disminuir los agentes limitantes iii) realizar una evaluación de la mano de obra calificada y no calificada disponible en el área, las contrataciones y capacitaciones del personal requerido en este plan de compensación.

10.6.5.4.2 Selección de especies y el mecanismo de reproducción

La selección de especies se realizará teniendo como base la composición florística encontrada en la caracterización de la zona afectada por el proyecto Cocorná III. Además, se incluyó la composición florística de las especies reportadas en el Distrito Regional de Manejo Integrado Viaho-Guayabal (ver Anexo 10.2).

En la compensación 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), donde se incorporen especies heliófitas efímeras arbustivas con altas tasas de crecimiento, producción de semillas y atractivas para la fauna local, para que estas creen las condiciones iniciales y los microclimas requeridos por las especies características de la sucesión tardía. Asimismo, se debe agregar, en el ensamble de siembra, especies heliófitas efímeras de porte arbóreo en conjunto con especies de heliófitas durables y especies esciófitas, que aseguren la continuidad del proceso sucesional.

Las especies a emplear también estarán determinadas por la disponibilidad del material vegetal existente en los viveros. En caso de que la oferta de especies de los viveros aledaños no sea suficiente, se propone reclutar plántulas de las áreas aledañas, especialmente aquellas que se encuentran en áreas altamente susceptibles a ser intervenidas. En el Anexo 10.2 se presenta el listado de especies potenciales para la compensación forestal, en la Tabla 10.78 se presentan algunas de ellas.

Tabla 10.78 Especies potenciales para restauración

Familia	Especie	Nombre local	Hábito de crecimiento	Grem.*	F. restaur.**	Tamaño y copa***
Acanthaceae	*Aphelandra spp.*		H	Et	M	Pb, Cpa
Acanthaceae	*Justicia polygonoides*		H	Et	M	Pb, Cpa
Acanthaceae	*Trichanthera gigantea*	Quiebra barrigo	A	Hd	M, F, P	Pbr, Cpc
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis*	Fresno	A	Hd	M, A, P	Pa, Cpa

Familia	Especie	Nombre local	Hábito de crecimiento	Grem.*	F. restaur.**	Tamaño y copa***
Anacardiaceae	*Ochoterenaea colombiana*	Riñon	A	Hd	M, A, P	Pa, Cpa
Annonaceae	*Cremastosperma magdalenae*		A	Et	M, Av, P	Pa, Cpa
Annonaceae	*Duguetia antioquensis*	Guasco	A	Et	M, Av, P	Pa, Cpa
Annonaceae	*Guatteria asplundiana*	Garrapato	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cpa
Annonaceae	*Guatteria cargadero*	Garrapato	A	Hd	M, Av, P	Par, Cpc
Annonaceae	*Unonopsis aviceps*	Garrapato	A	Hd	M, Av, P	Par, Cpc
Apocynaceae	*Aspidosperma megalocarpon*	Carreto	A	Et	M, Av, P	Par, Cpc
Apocynaceae	*Himatanthus articulatus*		A	Et	M, Av, P	Par, Cpc
Apocynaceae	*Tabernaemontana sananho*		A	Hd	M, Av, P	Pb, Cpa
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*		A	Ep	M, Av, P	Pb, Cpa
Arecaceae	*Geonoma chlamydostachys*	Palmiche	PTM	Et	M, Av, P, FN	Pb, Cpa
Arecaceae	*Geonoma leptospadix*	Palmiche	PTM	Et	M, Av, P, FN	Pb, Cpa
Arecaceae	*Oenocarpus bataua*	Mil pesos	PAM	Et	M, Av, P, FN	Pa, Cpa
Arecaceae	*Welfia regia*		PAM	Et	M, Av, P, FN	Pb, Cpa
Arecaceae	*Ceroxylon sasaimae*	Cera	PAM	Et	M, Av, P, FN	Par, Cac
Asteraceae	*Tithonia diversifolia*		T	He	M, F	Pb, Cpa
Bignoniaceae	*Jacaranda copaia*	Chingalé	A	He	M, Av, P	Pa, Cpa
Bignoniaceae	*Tabebuia chrysantha*	Guatyacán	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cpa
Bignoniaceae	*Tabebuia guayacan*	Chicalá	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cpa
Bixaceae	*Bixa orellana*	Achote	A	He	M, Av, P	Pb, Cpc
Bixaceae	*Cochlospermum orinocense*	Algodonillo	A	He	M, Av, P	Pb, Cpa
Boraginaceae	*Cordia bicolor*	Muñeco	A	He	M, A, P	Pa, Cpc
Boraginaceae	*Cordia alliodora*		A	He	M, A, P	Pb, Cpa
Boraginaceae	*Tournefortia cuspidata*		A	He	M, Av, P	Pb, Cpc
Burseraceae	*Crepidospermum rhoifolium*	Anime	A	Et	P	Par, Cac
Burseraceae	*Protium apiculatum*	Anime	A	Et	P	Par, Cac
Burseraceae	*Protium colombianum*	Anime	A	Et	P	Par, Cac
Burseraceae	*Trattinnickia lawrancei*	Anime	A	Et	P	Par, Cac
Callophyllaceae	*Chrysochlamys dependens*	Gaque	A	Et	M, Av, P	Pbr, Cac
Capparaceae	*Capparis schunkei*		T	Ep	M	Pb, Cpc
Caryocaraceae	*Caryocar amygdaliferum*	Almendrón	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Caryocaraceae	*Caryocar glabrum*	Cagüí	A	Et	M, Av, P	Par, Cac

Familia	Especie	Nombre local	Hábito de crecimiento	Grem.*	F. restaur.**	Tamaño y copa***
Chrysobalanaceae	*Licania apetala*		A	Et	P	Par, Cac
Clusiaceae	*Clusia spp.*		A	Hd	M, Av, P	Pbr, Cac
Clusiaceae	*Garcinia intermedia*	Madroño	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cac
Clusiaceae	*Tovomita weddelliana*		A	Hd	M, Av, P	Pa, Cac
Combretaceae	*Buchenavia pallidovirens*		A	Hd	P	Par, Cac
Ebenaceae	*Diospyros matheriana*		A	Et	M, Av, FN	Pa, Cpa
Elaeocarpaceae	*Muntingia calabura*	Chitato	A	He	M, Av, P	Pb, Cpa
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis*		A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Erythroxylaceae	*Erythroxylum citrifolium*	Coca de monte	T	Ep	M, Av, P	Pb, Cpa
Erythroxylaceae	*Erythroxylum macrophyllum*	Coca de monte	A	Ep	M, Av, P	Pb, Cpa
Euphorbiaceae	*Acalypha spp.*	Escobo	T	He	M	Pb, Cpa
Euphorbiaceae	*Alchornea glandulosa*	Escobo	A	Hd	M, P	Par, Cac
Euphorbiaceae	*Alchornea latifolia*	Escobo	A	Hd	M, P	Par, Cac
Euphorbiaceae	*Croton spp.*		A	Hd	M, P	Par, Cac
Euphorbiaceae	*Mabeaoccidentalis*	Molinillo	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cpa
Euphorbiaceae	*Maprounea guianensis*		A	Hd	P	Pa, Cac
Euphorbiaceae	*Pera arborea*		A	Hd	M, Av, P	Par, Cac
Fabaceae	*Abarema jupunba*	Carbonero	A	Hd	M, Av, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Albizia carbonaria*	Carbonero	A	Hd	M, Av, P, FN	Par, Caa
Fabaceae	*Calliandra pittieri*	Carbonero	A	Hd	M, Av, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Calliandra surinamensis*	Carbonero	A	Ep	M, Av, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Clathrotropis brunnea*	Sapán	A	Et	M, A, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Algarrobo	A	Et	M, A, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Inga spp.*	Guamo	A	He	M, Av, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Ormosia spp.*	Chocho	A	Hd	M, A, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Rhynchosia phaseoloides*		A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Tambor	A	Hd	M, A, P, FN	Par, Cac
Fabaceae	*Swartzia macrophylla*		A	Ep	M, A, P, FN	Pb, Cpa
Fabaceae	*Zygia longifolia*	Suribio	A	Hd	M, AV, P, FN	Par, Caa
Flacourtiaceae	*Casearia spp.*		A	Hd	A, P	Pa, Cpa
Flacourtiaceae	*Lindackeria laurina*		A	Hd	A, P	Pa, Cpa

Familia	Especie	Nombre local	Hábito de crecimiento	Grem.*	F. restaur.**	Tamaño y copa***
Flacourtiaceae	*Lunania parviflora*		A	Hd	A, P	Pa, Cpa
Heliconiaceae	*Heliconia spp.*	Platanillo	H	Hd	M, A	Pb, Cpc
Hypericaceae	*Vismia spp.*	Carate	A	He	M, A	Pb, Cpa
Icacinaceae	*Dendrobangia boliviana*		A	Et	M, A	Pb, Cpa
Lacistemataceae	*Lacistema aggregatum*		A	Et	M, A, P	Pb, Cpa
Lamiaceae	*Aegiphila integrifolia*		A	Ep	A, P	Pb, Cpa
Lauraceae	*Aniba spp.*	Comino	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lauraceae	*Beilschmiedia costaricensis*	Laurel	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lauraceae	*Licaria armeniaca*	Laurel	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lauraceae	*Nectandra spp.*	Laurel	A	Hd	M, Av, P	Par, Cpc
Lauraceae	*Ocotea spp.*	Laurel	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	A	Ep	M, Av, P	Par, Cpc
Lecythidaceae	*Cariniana pyriformis*	Abarco	A	Hd	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Couratari guianensis*		A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Eschweilera antioquensis*	Olleto	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Eschweilera sessilis*	Olleto	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Gustavia romeroi*	Mula muerta	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Gustavia speciosa*	Chupa	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Lecythidaceae	*Lecythis spp.*	Olleto	A	Et	M, Av, P	Par, Cac
Malvaceae	*Apeiba tibourbou*	Balso	A	Hd	M, Av, P	Par, Cac
Malvaceae	*Hampea thespesioides*	Algodonillo	A	Hd	M, A, P	Par, Cpa
Malvaceae	*Herrania albiflora*		A	Ep	M, A, P	Pb, Cpa
Malvaceae	*Matisia cordata*	Zapote	A	Ep	M, Av, P	Pb, Cpa
Malvaceae	*Ochroma pyramidale*	Balso real	A	Hd	M, Av, P	Par, Caa
Malvaceae	*Pseudobombax septenatum*	Ceiba verde	A	Hd	M, Av, P	Par, Caa
Malvaceae	*Theobroma glaucum*	Cacao de monte	A	Ep	M, Av, P	Pb, Cpc
Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*		A	Hd	M, Av, P	Pa, Caa
Malvaceae	*Goethalsia meiantha*		A	Hd	M, A, P	Pa, Caa
Malvaceae	*Luehea seemannii*	Malagano	A	Hd	M, A, P	Pa, Caa
Melastomátaceae	*Graffenrieda galeottii*	Quiebracho	A	Hd	M, A, P	Pb, Cpa
Melastomátaceae	*Henriettea seemannii*		A	Ep	M, Av, P	Pb, Cpa

Familia	Especie	Nombre local	Hábito de crecimiento	Grem.*	F. restaur.**	Tamaño y copa***
Melastomátaceae	*Leandra chaetodon*		A	Ep	M, A, P	Pb, Cpa
Melastomátaceae	*Miconia spp.*	Niguo	A	Ep	M, A, P	Pb, Cpa
Meliaceae	*Guarea cartaguenya*	Guacamayo	A	Hd	M, A, P	Pa, Cpa
Meliaceae	*Guarea glabra*	Guacamayo	A	Hd	M, A, P	Pa, Cpa
Myrtaceae	*Eugenia spp.*	Arrayán	A	Hd	M, Av, P	Pb, Cpa
Myrtaceae	*Myrcia paivae*	Arrayán	A	Hd	M, Av, P	Pb, Cpa
Rubiaceae	*Genipa americana*	Jagua	A	Hd	M, Av, P	Pa, Cpa
Rubiaceae	*Warszewiczia coccinea*	Cresta gallo	A	Hd	M, Av, P	Pa, Caa
Urticaeae	*Cecropia spp.*	Yarumo	A	He	Av, P	Pa, Cac
Urticaeae	*Pourouma bicolor*	Cirpo	A	He	M, Av, P	Par, Cac
Urticaeae	*Pourouma hirsutipetiolata*	Cirpa	A	Hd	M, A, P	Par, Cac
Zingiberaceae	*Renealmia alpinia*	Matandrea	H	Et	M, Av	Pb, Cpc

* Gremio ecológico: He. Heliófita efimera, Hd. Heliófita durarble, Ep. Esciófita parcial, Et. Esciófta total. **Función restaurativa: M. Melifero, F. Forrajero, FN. Fijador de Nitrógeno, P. Percha ***Hábito de crecimiento: A. Árbol, T. Arbusto, PTM. Palma arbustiva monoestipitada, PAM. Palma arborea monoestipitada, T. arbusto ****Tamaño y copa: Pa. Porte alto, Par. Porte alto robusto, Pb. Porte bajo, Pbr. Porte bajo robusto, Cac. Copa amplia cerrada, Caa. Copa amplia abierta. Cp. Copa pequeña cerrada, Cpa. Copa pequeña abierta.

10.6.5.4.3 Establecimiento de las intervenciones

El Plan de Compensación propuesto está dirigido hacia la restauración de los ecosistemas en las cabeceras de las subcuencas de la Rumbona y La Pisquina. Estas acciones se desarrollarán bajo el enfoque de rehabilitación en las coberturas disturbadas, con el objetivo de restablecer de manera parcial los elementos estructurales y funcionales de los ecosistemas deteriorados, así como la productividad y los servicios ambientales asociados.

Con el objetivo de recuperar funciones ecológicas y mejoramiento de servicios ecosistémicos, disminuyendo efecto de borde, provisión de materias primas, y aumentar la conexión de bosques y cuerpos de agua, se propone la siembra de especies nativas en altas densidades y diversidad. Para lograr este objetivo se plantean dos posibles modelos de siembra: restauración por núcleación y restauración por enriquecimiento (ver Tabla 10.79).

Tabla 10.79 Modelos de siembra propuestos

Tipo de medida	Características de la medida	Densidad de siembra	Cobertura donde se aplica la medida	Porcentaje de la medida*
Siembra por nucleación	Núcleo de 100 m^2, árboles sembrados cada 2,5m. con 23 árboles por núcleo	24 núcleos/ha	Áreas de pastos o territorios agrícolas abandonados	60%
Enriquecimiento	Siembra dispersa de árboles	100 árboles/ha	Áreas de Vegetación secundaria alta	40%

Siembras por nucleación

En las áreas propuestas inicialmente, con coberturas de pastos y cultivos se plantea un esquema de rehabilitación que consiste en la implementación 24 núcleos por hectárea, con 23 árboles cada uno, que incorporan los siguientes elementos (Ver la Figura 10-177):

- Ocho individuos periféricos de crecimiento rápido (heliófitos tempranos)
- Ocho individuos de crecimiento intermedio (heliófitos intermedios)
- Cuatro individuos de crecimiento lento y/o fijadores de nitrógeno
- Tres individuos centrales de crecimiento lento o tolerante a la sombra (esciófito).

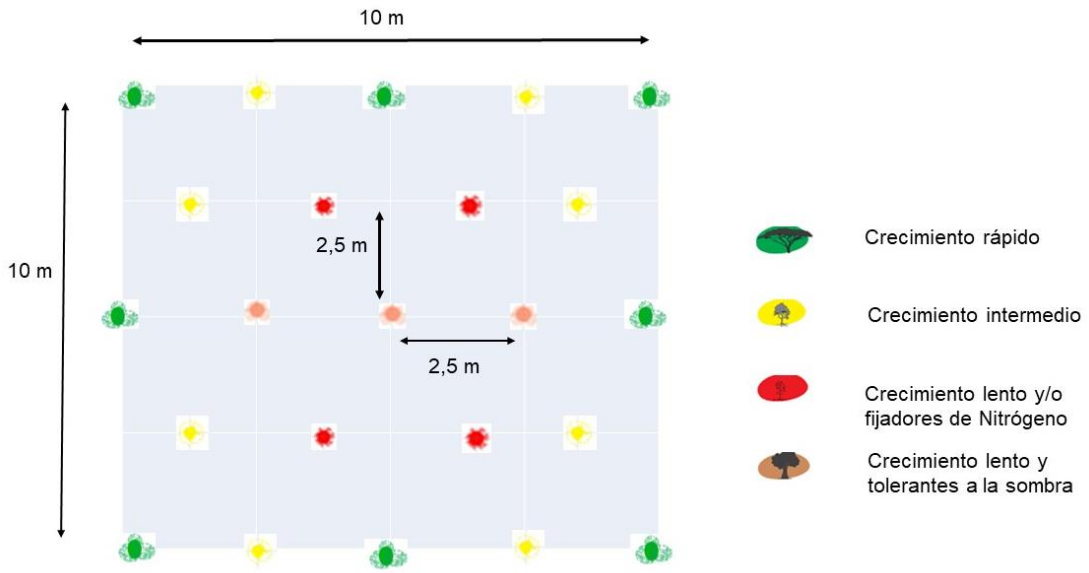


Figura 10-177 Modelo de núcleo de siembra

Siembras por enriquecimiento

En caso tal que no sea posible la negociación con los propietarios en las áreas propuestas con coberturas de pastos y cultivos, se plantea la posibilidad de implementar esquemas de siembra por enriquecimiento en zonas de vegetación secundaria. Esta medida consiste en la siembra dispersa de especies de árboles de rápido crecimiento o fijadoras de Nitrógeno en las áreas más desprovista de vegetación con una densidad de 100 árboles por hectárea. Las siembras por enriquecimiento no deberán exceder el 40% del área total a restaurar, equivalente a 17,05 ha.

10.6.5.4.4 Siembra del material vegetal

La siembra del material vegetal seguirá las medidas descritas a continuación:

- **Limpieza:** Previo a la siembra se limpiará manualmente la vegetación herbácea para evitar la competencia de las plántulas con las especies gramíneas o invasoras presentes en las coberturas de pastos y rastrojos bajos del área. Esta actividad además facilitará las labores de trazado y de establecimiento de la compensación en general.
- **Selección del material:** se asegurará que las plántulas que componen el material vegetal a sembrar sean vigorosas y se encuentren en buen estado fitosanitario, es decir, sin necrosis, plagas, enfermedades o cuello de ganso. Las plántulas serán mayores a 10 cm de altura y que no presenten deficiencias nutricionales.

- **Preparación del terreno:** 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 50 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.
- **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 del suelo. 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 individuos y se llevará registro de las especies sembradas, altura de los individuos, estado fitosanitario, estado fenológico y observaciones de la siembra.

10.6.5.4.5 Mantenimiento de las intervenciones

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, como sigue:

- 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.

10.6.5.5 Monitoreo del plan de compensación

10.6.5.5.1 Cumplimiento de las actividades

El seguimiento de las actividades de rehabilitación, estará a cargo del equipo ambiental que revisará la ejecución de las actividades planeadas. En este caso, se diligenciarán listas de chequeo donde se verifiquen las siguientes actividades a implementar:

- Realización de los talleres de socialización participativa con la comunidad sobre los proyectos de compensación
- Establecimiento de convenios con los propietarios de los predios para el desarrollo de las actividades de compensación.
- Vinculación de mano de obra calificada y no calificada por parte de la población del área de influencia en las labores de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de las áreas a restaurar.
- Se verificarán que el área de rehabilitación corresponda a las aprobadas en la licencia ambiental del proyecto.
- Se verificará que las siembras se desarrollen de acuerdo a los diseños, a las técnicas planteadas y a las cantidades definidas; así mismo se revisará que especies utilizadas correspondan a los grupos funcionales definidos para los arreglos florísticos.
- Se revisarán los registros y la toma de información en campo, también que la información esté procesada adecuadamente y esté disponible para la consolidación de informes.

- Se verificará que el programa de mantenimiento se realice con las frecuencias planeadas, así como las técnicas de manejo agrológicas se ejecuten adecuadamente. Para el seguimiento a los mantenimientos se propone el Formulario de Mantenimiento que se encuentra en el Anexo 10.2.

10.6.5.5.2 Efectividad de las medidas

Se realizarán dos tipos de monitoreo con el fin de evaluar la efectividad del plan de restauración propuesto. El primero, evaluará el estado fitosanitario de las plantas sembradas y las tasas de sobrevivencia, y el segundo las tasas de crecimiento y reclutamiento en las áreas reforestadas.

Evaluación de las siembras:

Para facilitar la evaluación de las siembras arbóreas, con el fin de valorar su estado fitosanitario y tasas de sobrevivencia, en las áreas de rehabilitación se establecerán tres módulos al azar de 0,1 hectáreas (1.000 m^2), según lo propuesto en el Plan Nacional de restauración (MADS, 2015). Los vértices de cada módulo deberán ser georreferenciados y delimitados con estacas o postes con su respectiva marca de identificación. La evaluación del material vegetal sembrado se realizará anualmente, iniciando en el mes de diciembre siguiente a la plantación, o antes que inicie el período de máxima sequía. La medida se prolongará durante los primeros 5 años de duración del plan de compensación, tras realizado el establecimiento.

Para estimar las tasas de sobrevivencia, en cada módulo se contarán todos los individuos plantados y se da como valor del área de actuación la media de los módulos muestreados. Se garantizará la sobrevivencia de al menos el 90% de los individuos, realizando las reposiciones a que haya lugar durante los cinco primeros años.

Adicionalmente, se realizará la valoración del estado fitosanitario de los individuos según la siguiente regla de valoración y los criterios establecidos en la Tabla 10.80

- Estado fitosanitario bueno: Cuando ocurre en la planta un máximo dos (2) de los parámetros valorados
- Estado fitosanitario regular: Cuando ocurre en la planta entre tres (3) a cinco (5) de los parámetros valorados
- Estado fitosanitario malo: Cuando ocurre en la planta más de seis (6) de los parámetros valorados

Tabla 10.80 Parámetros de valoración fitosanitaria

Parámetro evaluado	Tipo de valoración/cualitativa
Vigor del individuo	Bueno o Malo
Estado de hidratación (marchitez)	Alto o bajo
Daños mecánicos	Presencia o ausencia
Pudrición de órganos	Presencia o ausencia
Ataque por patógenos	Con ataque o sin Ataque
Deficiencia de nutrientes	Se identifica o no se identifica
Exceso de nutrientes	Se identifica o no se identifica

Los individuos con estado fitosanitario regular o malo se deberán reponer. Por otra parte, se debe verificar que cada individuo tenga las placas o marcas y que estén en la posición adecuada. De lo contrario deberán reponerse o reubicarse, la verificación de las placas se realizará por los primeros cinco años, donde se llevarán a cabo las actividades de reposición. En el Anexo 10.2 se presenta el formato de campo para la evaluación de las siembras.

En cada jornada de monitoreo se deberá verificar la ubicación de los vértices y de las estacas o postes de marcaje de cada módulo. Si alguno se ha perdido o se encuentra en mal estado o se ha caído, deberá reponerse y reubicarse. Para lo anterior, se debe utilizar la misma metodología empleada en el momento de instalación inicial.

Evaluación de las tasas de crecimiento y reclutamiento

Con el fin de evaluar la efectividad del sistema de compensación propuesto, se calcularán las tasas de crecimiento y reclutamiento por medio del establecimiento de 3 parcelas permanentes de 50 x 50 m (0,25 ha), una parcela estará ubicada en un bosque aledaño la cual servirá como línea base, la segunda parcela estará ubicada en las áreas de siembra por núcleos y la última en las áreas de siembra por enriquecimiento.

En el momento del trazado es importante tener en cuenta la corrección de pendiente, la orientación de la parcela (se recomienda que estén todas en sentido norte-sur), y la disposición de los tubos: en las cuatro esquinas y el centro es recomendable instalar tubos de mayor diámetro, y entre las esquinas y al centro de los cuadrantes un tubo de menor calibre; es importante marcar efectivamente cada esquina del trazado (ver). La georreferenciación de las parcelas se realizará en los cuatro vértices y en el centro de la parcela, siguiendo la notación propuesta en la Figura 10-178. La numeración de los cuadrantes se hace desde el 0,0 y en el sentido de las manecillas del reloj; los árboles dentro de cada cuadrante deben censarse en este mismo sentido.

En cada parcela se medirán e identificarán los árboles con diámetros a la altura del pecho (DAP) mayores a 10 cm, catalogados como fustales. Además, se caracterizarán los individuos en la categoría de latizales (5 cm ≤ DAP < 10 cm) en la subparcela anidada de 25 x 25 m, ubicada en el costado sur-occidental de la parcela (Cuadrante A). Los brinzales (DAP < 5 cm) en una subparcela anidada de 12,5 x 12,5 m, ubicada hacia la parte central de la parcela, cuadrante gris contenido en el cuadrante A. Para los individuos de las categorías de fustales y latizales se medirá diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (H); mientras que para los brinzales se tomará la altura total (H), diámetro en la base (DAB), para todas las categorías se realizará la evaluación del estado fitosanitario de acuerdo a los criterios propuestos en la Tabla 10.80. Cada individuo será mapeado y marcado, tomando como referencia la cuadrícula planteada en la Figura 10-178, la marcación se realizará con pintura asfáltica en los fustales y latizales, y los brinzales serán marcados con placas de aluminio.

Dentro del cuadrante A se llevará a cabo el monitoreo de todos los individuos sembrados, para esto se medirá la altura total y el diámetro en la base. Además, se medirán las tasas de reclutamiento y mortalidad de la regeneración e individuos plantados, en la subparcela de brinzales (12,5 x 12,5 m) mediante el conteo de los individuos existentes; en caso de que se encuentren reclutamientos, estos también serán identificados y marcados.

El registro de las actividades de monitoreo de las parcelas será consignado en el formulario Monitoreo Parcelas Permanentes que se encuentra en el Anexo 10.2

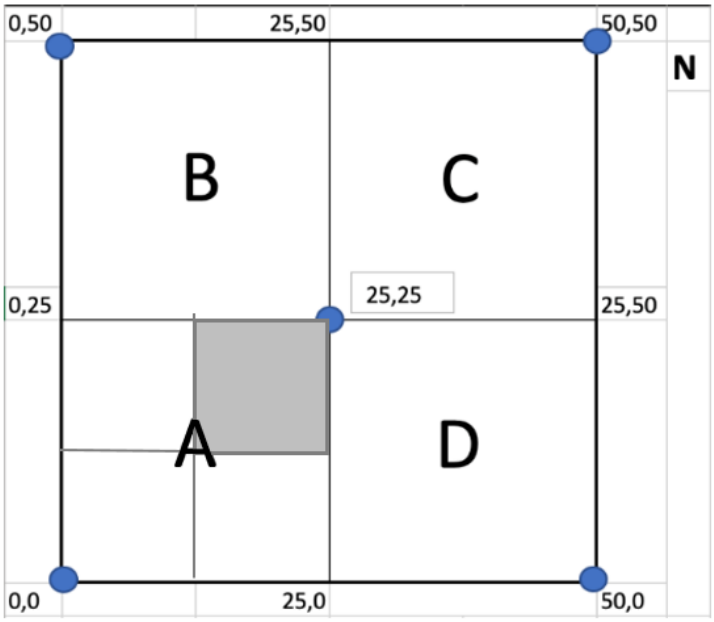


Figura 10-178. Esquema general de una parcela permanente de 50x50 m

Para el censo de los individuos vegetales en las diferentes parcelas se recomiendan equipos de trabajo compuestos por un profesional en el área (ingeniero forestal, biólogo botánico o profesional afín), un técnico forestal y un guía local.

Según Vallejo et al. (2005) se recomienda espaciar los censos con un tiempo de un año y medio o dos para que sea posible apreciar diferencias significativas en las coberturas vegetales a evaluar. De conformidad con lo anterior en este proyecto se llevarán a cabo ocho mediciones, la primera en el establecimiento de las parcelas al año siguiente de la siembra, y las siete restantes, cada dos años hasta el año 16.

10.6.5.5.3 Indicadores

Indicadores de cumplimiento

A continuación, se presentan los indicadores planteados para hacer seguimiento al cumplimiento de las actividades propuestas

- **Porcentaje de actores y propietarios socializados:** Este indicador permitirá hacer seguimiento a las medidas de socialización del proyecto de restauración con los actores en el área de influencia. Se establece una meta de cumplimiento del 70%; sin embargo, el ejercicio debe realizar con la totalidad de los propietarios de los predios donde se realizarían las compensaciones. La medición de este indicador se realizará una vez al finalizar los encuentros participativos.

$$\mathrm{PS}(\%) = \frac{X1}{X2} * 100$$

PS: porcentaje de propietarios y actores económicos del área de influencia de caracterización a detalle que participan en los talleres de socialización

X1: número de participantes en los talleres de socialización realizados

X2: número total de propietarios y actores económicos del área de influencia

- **Porcentaje de convenios realizados con los propietarios de predios de compensación:** Este indicador permitirá hacer seguimiento a los convenios con los propietarios de los predios donde se realizarían las actividades de compensación. Para asegurar la realización y el éxito de las actividades de restauración, este indicador debe tener un cumplimiento del 100%. La medición de este indicador se realizará una vez al finalizar los encuentros con los propietarios.

$$\mathrm{PC}(\%) = \frac{Z1}{Z2} * 100$$

PC: porcentaje de propietarios con los que se establecen convenios para la implementación de las actividades de compensación

Z1: número de propietarios con los que se realizan acuerdos

Z2: número total de propietarios de predios en las zonas de compensación

- **Porcentaje de vinculación de mano de obra local:** Este indicador permitirá hacer seguimiento a la vinculación de mano de obra calificada y no calificada por parte de la población del área de influencia en las labores de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de las áreas a restaurar. La medición de este indicador se realizará cada año durante la duración del proyecto y deberá tener un cumplimiento del 50%

$$\mathrm{PMOL}(\%) = \frac{MOLC}{MOT} * 100$$

PMOL: Porcentaje de mano de obra local contratada para actividades ambientales de los Planes de Manejo del Proyecto

MOLC: número de habitantes del área de influencia contratados

MOT: mano de obra total contratada, en número de trabajadores

- **Áreas sembradas:** este indicador permitirá medir el cumplimiento del área propuesta para restaurar y se medirá una única vez después de terminadas las labores de siembra y deberá tener un cumplimiento del 100%.

$$\mathrm{AR}\ (\%) = \frac{\mathrm{As}}{\mathrm{Ap}}\mathrm{x}100$$

AR: porcentaje de área restaurada
As: Área sembrada en hectáreas
Ap: Área propuesta a restaurar

- **Mantenimientos realizados:** este indicador permitirá medir el cumplimiento de las medidas propuestas en el programa de mantenimiento. Se medirá con una frecuencia anual, durante los 15 años del proyecto y deberá tener un cumplimiento del 100%.

$$\mathrm{MR}\ (\%) = \frac{\mathrm{Me}}{\mathrm{Mp}}\mathrm{x}100$$

MR: porcentaje de mantenimientos realizados
Me: Mantenimientos efectuados
Ap: Mantenimientos programados

Indicadores de eficacia

A continuación, se presentan los indicadores planteados para medir la eficacia de las medidas de compensación propuestas

- **Supervivencia de los individuos:** Mide el porcentaje de supervivencia de los individuos sembrados, es decir refleja la eficacia de las medidas de manejo y del sistema de restauración propuesto. Este indicador se calculará anualmente por los cinco primeros años después de la siembra, se realizará previa a la temporada de sequía (diciembre). El porcentaje de sobrevivencia no podrá ser menor al 90%, en el caso de que sea menor se realizará resiembra hasta alcanzar el criterio de cumplimiento.

$$\mathrm{SI}(\%) = \left(\frac{\mathrm{IS}}{ISE}\right) \times 100$$

SI: Porcentaje de supervivencia de individuos sembrados
IS: Número de individuos sobrevivientes.
ISE: Número total de individuos sembrados.

- **Tasa de crecimiento:** Se estimará el crecimiento de los individuos establecidos, por medio de las mediciones realizadas en las parcelas permanentes, esta evaluación se realizará de forma global y se dará con respecto al área basal, volumen y biomasa. Estos cálculos se harán por métodos indirectos y ecuaciones alométricas.

- **Tasa de reclutamiento:** La tasa de reclutamiento será una medida indirecta de la sostenibilidad del área compensada. Este indicador se calculará posterior a las remediciones en las parcelas. El porcentaje de reclutamiento deberá ser mayor al 100%, es decir, se espera un aumento de la regeneración con el paso del tiempo.

$$\mathrm{Rc}(\%) = \frac{\mathrm{B_{ti}}}{\mathrm{B_{t1}}}\mathrm{x}100$$

Rc: Tasa de reclutamiento en (%)
B_{ti}: Abundancia de brinzales en las remediciones
B_{t1}: abundancia de brinzales en la medición (línea base)

10.6.5.5.4 Registro de las actividades de compensación ante la autoridad ambiental

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

10.6.6 Cronograma de actividades

Actividad	AÑO 1						AÑO 2						AÑO 3						AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B3	B6	B3	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6	B6
Talleres y socializaciones	■																																
Visitas a los sitios potenciales de siembra	■																																
Convenios y contratos		■																															
Selección de los sitios a restaurar			■																														
Establecimiento de las plantas				■	■	■																											
Mantenimiento de las intervenciones								■	■		■	■		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■
Monitoreo de siembras												■						■		■		■	■										
Reposición												■						■		■		■	■										
Monitoreo Parcelas												■								■			■		■		■		■		■		■

10.6.7 Costos

Costos de establecimiento

Actividad	Unidad	Cantidad	Tiempo (mes)	Dedicación	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Ingeniero Forestal	Persona	1	6	100%	6.590.015	39.540.090
Técnico forestal	Persona	4	6	100%	4.942.511	118.620.264
Mano de obra	Jornal	1449	1	100%	70.000	101.435.600
Plántulas	Unidad	23.526			5.000	117.630.000
Materiales, herramientas y equipos	Ha	42,62			480.750	20.489.565
Insumos	Ha	42,62			1.205.000	51.357.100
Transporte	Ha	42,62			1.029.691	43.885.429
Costo total sin IVA						**492.958.048**

Costos de mantenimiento y cercado

Actividad	Unidad	Periodicidad	Cantidad	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Actividades de cerramiento	Km	1	17,048	12.500.000	213.100.000
Resiembras	Ha	5	42,62	761.544	162.285.047
Mantenimiento y control fitosanitario	Ha	20	42,62	1.383.000	1.178.869.200
Costo total mantenimiento y cercado sin IVA					**1.554.254.247**

Costos de monitoreo

Actividades	Unidad	Periodicidad	Cantidad	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Monitoreo de las siembras	Monitoreo de un modulo de	5	3	3.204.004	48.060.060

Actividades	Unidad	Periodicidad	Cantidad	Valor unitario ($)	Valor total ($)
	vegetación de 0,1 ha				
Establecimiento parcelas permanentes de vegetación	Establecimiento parcela permanente de 50x50m	1	3	4.984.004	14.952.012
Monitoreo parcelas permanentes de vegetación	Monitoreo de parcela	7	3	3.984.004	83.664.084
Costo total monitoreo sin IVA					**146.676.156**

Costos Talleres

Descripción	Unidad	Cantidad*	Dedicación (meses)	Porcentaje dedicación (%)	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Profesional Social	Persona-mes	3	0,35	0,5	6.590.015	3.459.758
Profesional forestal/ agrónomo	Persona-mes	3	0,35	0,5	6.590.015	3.459.758
Materiales	Global	3	1	1	1.250.000	3.750.000
Costo total sin IVA						**10.669.516**

Costos predios

El plan de compensación incluye un área a reforestar de 42,62 hectáreas. La compra de los predios para dicha compensación se hará por medio del Plan de inversión del 1% que invertirá $952.035.818 en la compra de 23,8 hectáreas y las restantes 18,8 hectáreas serán compradas con el presupuesto del plan de compensación, ver el siguiente cuadro:

Descripción	Unidad	Cantidad*	Valor unitario ($)	Valor total ($)
Compra de predios	Hectárea	18,8	40.000.000	752.764.182
Costo total sin IVA				**752.764.182**

Costos totales

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	752.764.182
Costo total programa sin IVA	**2.957.322.148**

BIBLIOGRAFÍA

CORNARE. (2017). *Resolución 112-6721*. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare.

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas*.

MADS. (2014). *Resolución 192 de 2014 "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones."*

MADS. (2015). Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. In *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Ordenación-y-Manejo-de-Bosques/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACIÓN_2.pdf

MADS. (2018). Manual de compensación del componente biótico. In *Resolución 256*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Sanchún, A., Botero, R., Morera-Beita, A., Obando.Germán, Russo, R., Scholz, C., & Spinola, M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. In *Gobernanza Forestal y Economia* (Issue 1). UICN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ST-GFE-no.03.pdf

Vallejo, M., Londoño, A., López, R., Galeano, G., Álvarez, E., & Devia, W. (2005). *Establecimiento de parce- las permanentes en bosques de Colombia* (Issue Volumen I). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.