PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

"CONTRATACIÓN QUE TIENE COMO OBJETO LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS QUEBRADA SAN JOSÉ, EN CONCORDANCIA CON EL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO CONTI-SI-025-2025, CELEBRADO ENTRE EN MUNICIPIO DE YARUMAL Y EDENORTE"

MUNICIPIO DE YARUMAL

ENERO, 2026

INTRODUCCIÓN

La ocupación de cauce es el permiso que otorgan las autoridades ambientales competentes para la construcción de obras que interfieran total o parcialmente en el cauce de una fuente o depósito de agua. Esta autorización incluye tanto la ocupación permanente como transitoria de playas, así como la aprobación de los diseños de las estructuras necesarias para captar, controlar, conducir, almacenar o distribuir el caudal de una corriente hídrica. Igualmente, contempla las obras destinadas a la rectificación de cauces o la protección de taludes marginales, con el fin de prevenir inundaciones o daños en los predios aledaños. Este procedimiento está reglamentado en el artículo 2.2.3.2.12.1, sección 12 del Decreto 1076 de 2015, que compila y racionaliza las normas del sector ambiental y de desarrollo sostenible en Colombia.

La ocupación de fuentes hídricas está estrechamente relacionada con la generación de impactos ambientales que deben ser previamente identificados, evaluados y gestionados de manera integral. Es fundamental que estas intervenciones se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad y en estricto cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, con el propósito de minimizar los efectos adversos sobre los ecosistemas acuáticos y garantizar la preservación de los servicios ambientales que estos prestan.

El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) tiene como propósito fundamental la identificación, evaluación y establecimiento de medidas para la prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales generados durante la obra.

En este sentido, el PMA define un conjunto de medidas ambientales orientadas a garantizar la protección del recurso hídrico y de los ecosistemas asociados, particularmente durante las fases de operación y mantenimiento de las estructuras hidráulicas, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO ____ 6

2 ANTECEDENTES NORMATIVOS ____ 6

3 ÁREA DE ESTUDIO ____ 8

4 CONTEXTO DEL PROYECTO ____ 9

5 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL ____ 11

5.1 COMPONENTE ABIÓTICO ____ 11

5.1.1 Geología ____ 11
5.1.2 Geomorfología ____ 13
5.1.3 Clima ____ 17
5.1.4 Precipitación ____ 17
5.1.5 Zonas de vida ____ 18
5.1.6 Relieve ____ 19
5.1.7 Pendiente ____ 19
5.1.8 Hidrología general ____ 20
5.1.9 Hidrología Quebrada San José ____ 22
5.1.10 Suelos ____ 25
5.1.11 Uso de suelos ____ 26

5.2 MEDIO BIÓTICO ____ 27

5.2.1 Cobertura vegetal ____ 27
5.2.2 Ecosistema Terrestre ____ 29
5.2.3 Anfibios ____ 30
5.2.4 Reptiles ____ 30
5.2.5 Aves ____ 30
5.2.6 Mamíferos ____ 30
5.2.7 Flora ____ 31

5.3 MEDIO SOCIOECONOMICO ____ 31

5.3.1 Salud ____ 31
5.3.2 Educación ____ 32
5.3.3 Energía ____ 33
5.3.4 Servicio de acueducto. ____ 33
5.3.5 Telefonía y conectividad ____ 34
5.3.6 Tratamiento de residuos solidos ____ 34
5.3.7 Turismo ____ 35
5.3.8 Economía ____ 35
5.3.9 Infraestructura vial ____ 36
5.3.10 Calidad del aire ____ 37
5.3.11 Demografía ____ 37

6 PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO ____ 38

6.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS Y RIESGOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA ____ 39

6.1.1 Amenazas Naturales y Riesgos en el Área de Influencia ____ 39

6.1.1.1 Amenaza y riesgo por avenidas torrenciales ____ 39

6.1.1.2 Amenaza y riesgo por inundación ____ 40

6.1.1.3 Amenaza y riesgo por movimiento en masa ____ 41

7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR Y CRONOGRAMA DE TRABAJO ____ 44

7.1.1 DESCRIPCIÓN DE OBRA ____ 44

7.2 OBRA PROVISIONAL ____ 49

7.3 CRONOGRAMA DE OBRA ____ 52

8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ____ 52

8.1 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES ____ 55

9 MEDIDAS DE MANEJO ____ 57

9.1 MANEJO DE LA CALIDAD DEL PAISAJE Y LA VEGETACIÓN ____ 57

9.2 MANEJO DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS ____ 59

9.3 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN Y SOBRANTES DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIALES DE LAS EXCAVACIONES Y ESCOMBROS ____ 62

9.4 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS ____ 66

Brigada de aseo y limpieza ____ 72

9.5 MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO ____ 73

9.6 MANEJO DEL RECURSO SUELO ____ 75

9.7 MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR PESADO ____ 78

9.8 MANEJO DE LA GESTIÓN SOCIAL ____ 82

10 PROGRAMA MANEJO DE CONTINGENCIAS Y EMERGENCIAS ____ 85

11 REFERENCIAS ____ 98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes normativos 6

Tabla 2. Parámetros Morfométricos de la cuenca de la Quebrada San José hasta el sitio de la obra de canal abierto 23

Tabla 3. Parámetros Morfométricos de la cuenca de la Quebrada San José hasta el sitio de la obra Box Culvert 24
Tabla 4. Instituciones de educación de Yarumal 32
Tabla 5. Resumen de características de la obra Canal abierto. 47
Tabla 6. Resumen de características del Box Culvert Nuevo. 48
Tabla 7. Resumen de características de la obra provisional (tubería ø=24") 51
Tabla 8. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROVISIONAL (ATAGUÍA EN COSTALES RELLENOS) 52
Tabla 9. Valores por rango de cada criterio. 54
Tabla 10. Categorías de Importancia Ambiental. 54
Tabla 11. Identificación de amenazas 87
Tabla 12. Calificación del riesgo 88
Tabla 13. Nivel del riesgo 89
Tabla 14. Evaluación del riesgo 89
Tabla 15. Acciones preventivas, correctivas y de monitoreo 90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Municipio de Yarumal (Fuente propia, 2025). 9
Figura 2. Ubicación de los puntos de la ocupación (Fuente propia, 2025). 11
Figura 3. Materiales Superficiales del Municipio de Yarumal 13
Figura 4. Materiales Superficiales del Municipio de Yarumal 16
Figura 5. Mapa precipitación municipio de Yarumal 18
Figura 6. Mapas pendientes de vida del Municipio de Yarumal (Tomado de internet) 22
Figura 7. Mapa de red hídrica del área de estudio (Fuente: Estudio hidrológico e hidráulico, 2025) 23
Figura 8. Cuenca Quebrada San José (Fuente: Estudio hidrológico e hidráulico, 2025). 25
Figura 9. Superficie de erosión área de influencia 27
Figura 10. Mapas de coberturas vegetales Municipio de Yarumal (Tomado Estudio Hidrológico) 29
Figura 11. Mapa de amenaza por inundación en el área de estudio 41
Figura 12. Mapa de amenaza por movimiento en masa en el área de estudio 43
Figura 13. Mapa de intensidad sísmica municipio de Yarumal (Fuente: Servicio geológico de Colombia, 2026). 44
Figura 14. Condiciones existentes (Ausencia de la aleta derecha en sentido del flujo) Descole del Box Culvert en la Abscisa K0+047.93 45
Figura 15. ALETA PROYECTADA Y COMPLETACIÓN DE LOSA PARA MITIGAR LA SOCAVACIÓN LATERAL EN DESCOLE DE BOX CULVERT EXISTENTE (COLOR MAGENTA) 46

Figura 16. DISEÑO DE LLAVE VERTICAL DE CONFINAMIENTO PARA LA SOCAVACIÓN 46
Figura 17. Vista en planta diseños de obras hidráulicas de canalización 47
Figura 18. IMPLEMENTACIÓN DE OBRA PROVISIONAL EN FUENTE “SAN JOSÉ” POR MEDIO DE tubería provisional 50

1 OBJETIVO

Elaborar un Plan de manejo, control y mitigación ambiental para las obras de ocupación de cauce cuyo objetivo fundamental es la identificación y manejo de los impactos ambientales que se puedan generar con adecuación de la obra en el municipio de Yarumal Antioquia, sobre la fuente San José

2 ANTECEDENTES NORMATIVOS

En la tabla 1 se menciona la figura legislativa aplicable para el presente plan de manejo ambiental para la ocupación de cauce.

Tabla 1. Antecedentes normativos

Figura Legislativa	Reglamentación
Decreto 02 de 1982	Por el cual se reglamenta parcialmente el título de la ley 9 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
Decreto 948 de 1995	Por medio del cual se reglamenta la protección y control del medio ambiente
Resolución 8321 de 1983	Por medio de la cual se consagra las normas y niveles sonoros máximos permisibles para prevenir y controla molestias, alteraciones y pérdidas auditivas ocasionadas en la población por la emisión de ruido.
Decreto 1715 de 1978	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la ley 1973 y el decreto 154 de 1976, en cuanto a la protección del paisaje.
Decreto 1791 de 1996	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal con el objetivo de proteger el recurso forestal
Resolución 627 de 2006	Por medio del cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución 601 de 2006	Por medio de la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia
Resolución 909 de 2008	Establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

Resolución 0610 de 2010:	Por la cual se modifica la Resolución 601 de 2006.
Decreto 1594 de 1984	Por la cual se establecen las medidas para que los materiales utilizados al llevar a cabo las obras no generen residuos o vertimientos que puedan alcanzar el alcantarillado público o alguna fuente de agua.
Resolución 541 de 1994	Por medio de la cual se regula el manejo de escombros y materiales de construcción.
Decreto 948 de 1995	Por medio del cual se prohíbe depositar o almacenar en las vías públicas o en zonas de uso público materiales de construcción, demolición o desecho que puedan originar emisiones de partículas al aire.
Ley 685 de 2001	Por medio de la cual se exige la acreditación de la procedencia de minerales expedida por la respectiva autoridad.
Ordenanza 18 de 2002	Por la cual se expide el Código de Convivencia Ciudadana para el departamento de Antioquia, en el cual se establecen prohibiciones y sanciones en relación con el inadecuado manejo de escombros.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto-ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 4741 de 2005	Por medio del cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 2184 del 2019	Código de colores para la separación de los residuos sólidos en la fuente
Ley 1252 de 2008	Por medio de la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos.
Decreto 1594 de 1984	Por medio del cual se reglamenta los usos del agua y se dictan otras disposiciones
Decreto 3930 de 2010	Por medio del cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Ley 9 de 1979	Código nacional sanitario. Por medio del cual se dictan normas de control sanitario del medio ambiente
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua
Ley 388 de 1997	Por la cual se establece el ordenamiento del territorio
Decreto-Ley 2811 de 1974	Por medio del cual se establece la protección a los recursos naturales renovables de la nación
Resolución 1050 de 2004	Por la cual se adopta el Manual de Señalización Vial, Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia
Ley 769 de 2002	Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones

3 ÁREA DE ESTUDIO

Yarumal es un municipio y ciudad de Colombia, localizado en la subregión norte del departamento de Antioquia. Limita al norte con el municipio de Valdivia, al oriente con los municipios de Campamento y Angostura, al noroeste con el municipio de Briceño, al occidente con el municipio de San Andrés de Cuerquia y al sur con el municipio de Santa Rosa de Osos. Su cabecera municipal está a 123 kilómetros de Medellín.

Su cabecera municipal está conformada por 20 barrios y la zona rural por 52 veredas y 7 corregimientos. Su clima es frío debido a su elevación sobre el nivel del mar (2.353 m). El nombre actual, Yarumal, proviene de la especie vegetal de nombre yarumo, de la familia Urticaceae, muy abundante en la región por los días de la fundación y conocida en el lenguaje botánico latino como Cecropia peltata L. El municipio también es llamado la Ciudad Retablo, la Estrella del Norte y la Sultana del Norte.

En la figura 1 se observa el municipio de Yarumal Antioquia.

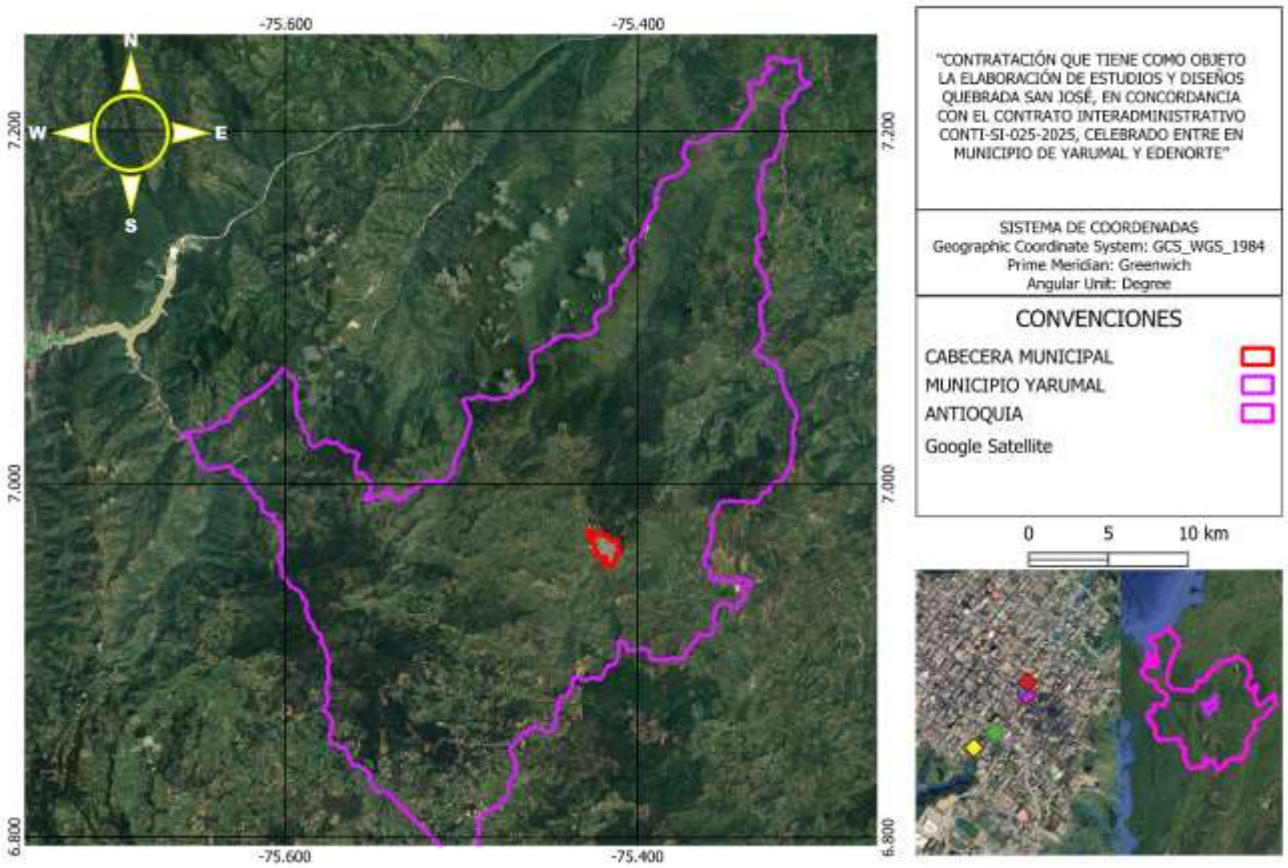


Figura 1. Ubicación Municipio de Yarumal (Fuente propia, 2025).

4 CONTEXTO DEL PROYECTO

En la zona urbana del municipio de Yarumal, Antioquia, se proyecta continuar una obra hidráulica de canalización de la quebrada “San José” por medio de un tramo de canal abierto de sección 1.50x1.80 m, en un predio entre las calles 16 y 17 y las carreras 19 y 20, el cual empalma con un box culvert o canal cerrado nuevo de sección 1.50x1.70, que baja por la calle 16 desde mediados de la carrera 19 y 20 hasta la carrera 22, en donde conecta con un box culvert existente de 1.20x1.70 (se proyecta una transición gradual de reducción de sección como se describe más adelante). Por consiguiente, teniendo en cuenta la longitud total de la obra de canalización a ejecutar, se toma la determinación en base a criterio de diseño ingenieril de hacer dos estudios diferentes de hidrología e hidráulica, uno de ellos correspondiente al inicio del canal abierto, y el segundo, al punto fin del box culvert existente de 1.20x1.70 aguas abajo. Por lo

anteriormente descrito, es necesario realizar la entrega de los estudios y diseños ante la Corporación Ambiental "CORANTIOQUIA" que tiene como jurisdicción al municipio de Yarumal, con el fin de ser evaluadas. Más información se detallará en el apartado "resumen de obras a ejecutar"



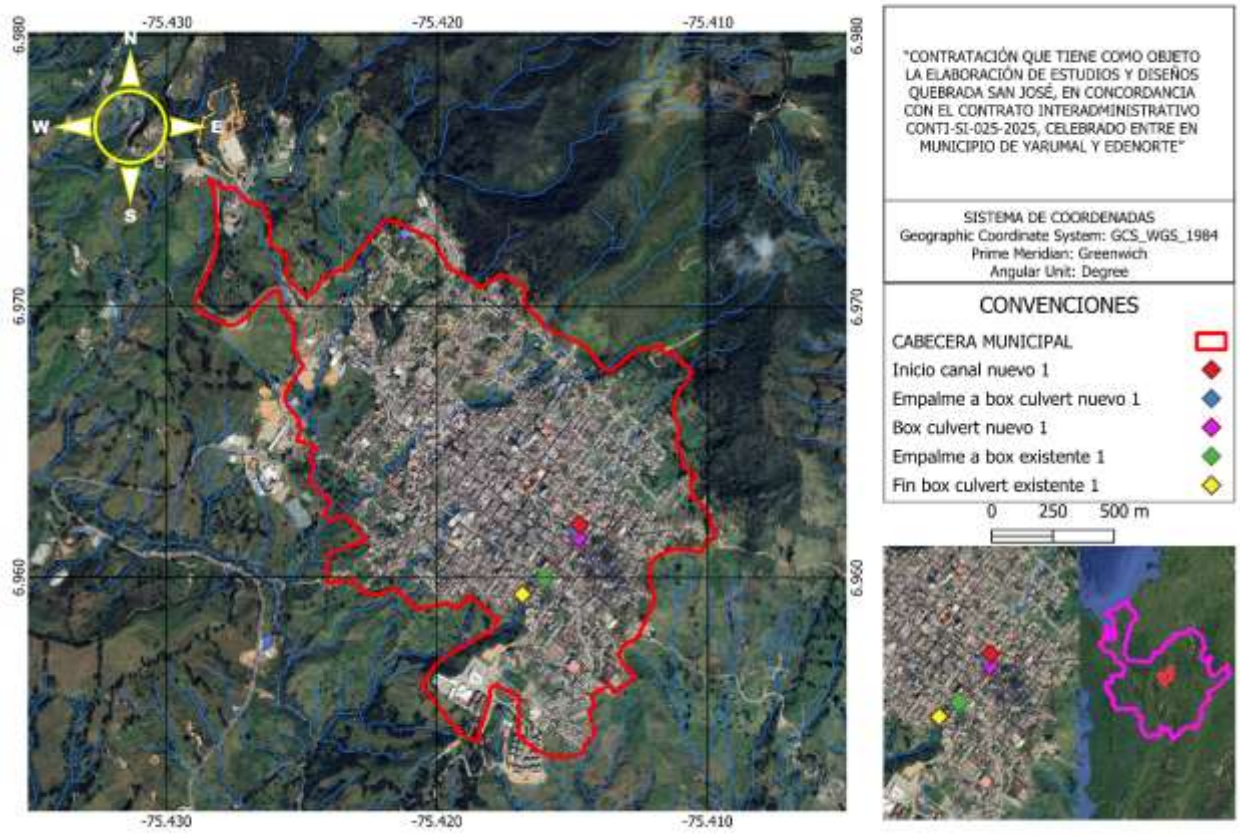


Figura 2. Ubicación de los puntos de la ocupación (Fuente propia, 2025).

5 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

5.1 COMPONENTE ABIÓTICO

5.1.1 Geología

El municipio de Yarumal presenta una geología compleja dominada por materiales metamórficos, sedimentarios y depósitos superficiales, los cuales reflejan los procesos tectónicos y geomorfológicos propios de la Cordillera Central.

- **Saprolito de roca metamórfica foliada**

Se ubica en el sector más occidental del municipio y corresponde al producto de la alteración de rocas metamórficas foliadas pertenecientes al denominado Complejo Cajamarca. Dentro de estas unidades se destacan los neises feldespáticos y alumínicos, los cuales presentan estructuras que varían desde

esquistosas hasta néisicas y migmatíticas. Estas formaciones se disponen en cuerpos elongados con una dirección preferencial norte–sur, lo que evidencia el control estructural regional.

- **Saprolito de roca metamórfica no foliada**

Este tipo de material superficial también se localiza en el sector occidental del municipio y, aunque hace parte del Complejo Cajamarca, se diferencia de las rocas foliadas por su composición y estructura. Las principales litologías corresponden a mármoles y cuarcitas, siendo los mármoles especialmente importantes por conformar estratos de rocas carbonáticas que han sido objeto de explotación con fines industriales en la región.

- **Rocas sedimentarias**

Se distribuyen principalmente en los sectores centro y oriental del municipio y están asociadas a la denominada Formación Mesa. Estos materiales presentan, en su mayoría, bajo grado de consolidación y débil cementación, y están compuestos por conglomerados, areniscas (bien o mal seleccionadas) y limolitas. Los estratos suelen encontrarse en disposición horizontal o con un leve buzamiento hacia el oeste, lo que indica condiciones deposicionales relativamente estables.

- **Depósitos aluviales**

Se localizan en las zonas de inundación de los principales ríos del municipio, especialmente en los sectores medios y bajos de las cuencas hidrográficas. Estos depósitos están constituidos por materiales transportados por el agua, como bloques, arenas y limos, derivados de la erosión de rocas ubicadas aguas arriba. Su presencia es fundamental en la dinámica fluvial y en la formación de suelos de importancia para actividades agrícolas.

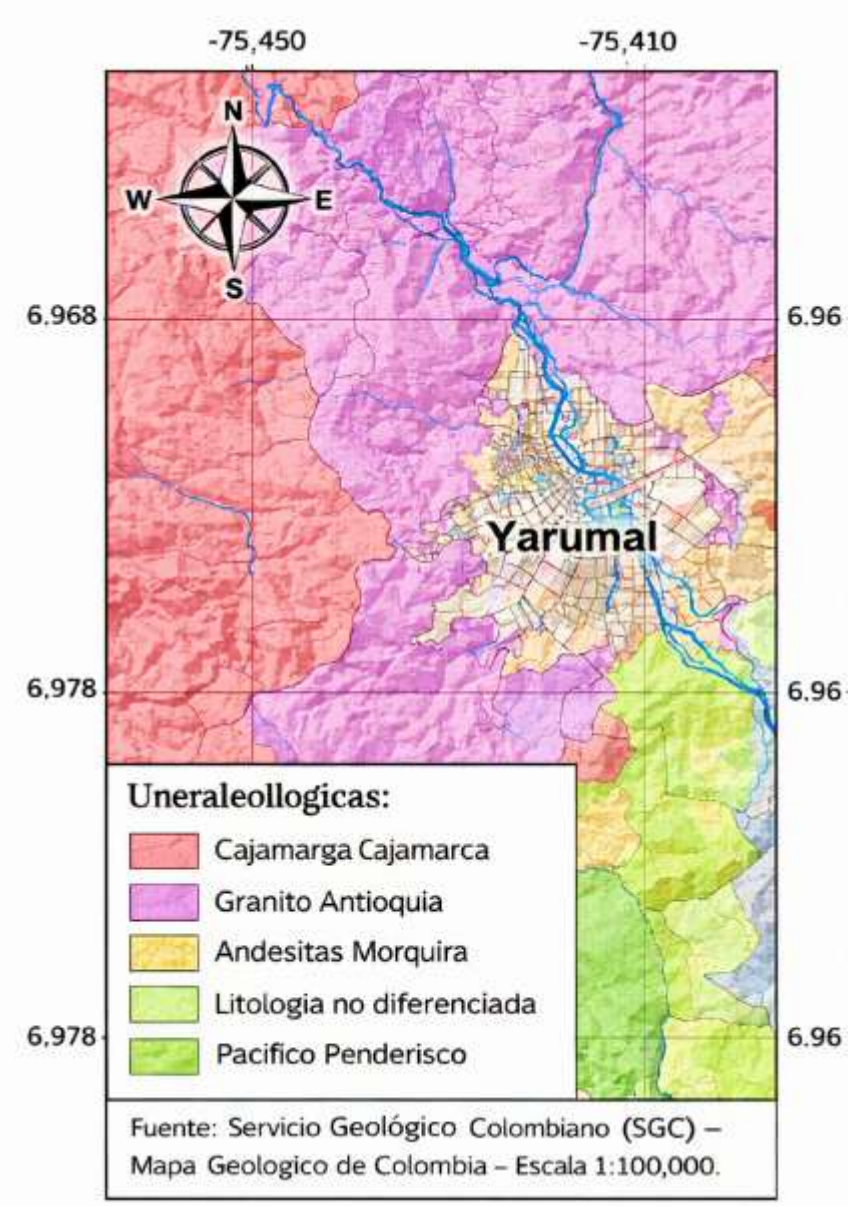


Figura 3. Materiales Superficiales del Municipio de Yarumal

5.1.2 Geomorfología

El relieve que presenta la cordillera central en su paso por el departamento de Antioquia se caracteriza por la partición de dos ramales en el valle tectónico del río Medellín-Porce. En la parte más alta de estos dos ramales se ubicaron dos altiplanos, formados a partir del levantamiento de antiguos lechos lacustres

y suavizados posteriormente por las cenizas volcánicas: al norte el altiplano de Santa Rosa de Osos, y al oeste el altiplano del Oriente. El altiplano norte se encuentra ubicado entre las vertientes orientadas hacia los cañones del cauca y del río Medellín-Porce (afluente del Nechí). Este altiplano se ubica entre los 7°13. Cuenta el Norte Antioqueño con accidentes geográficos como páramos altoandinos, bordea montañosos, escarpes y altiplanos. Presenta así mismo diferentes unidades de paisaje y relieve como: altiplano de colinas suaves a onduladas, altiplano disectado con pendientes cortas (ocupa una parte importante de la región), borde montañoso del altiplano y vertientes de los cañones del río Cauca y de los ríos Medellín-Porce y Nechí y sistema montañoso del Páramo de Belmira. El municipio de Yarumal contiene las tres primeras unidades de paisaje.

El Municipio de Yarumal se encuentra en su gran mayoría sobre Batolito Antioqueño, debido a esto la topografía es suavemente ondulada y subredondeada. De acuerdo con los análisis realizados durante la interpretación de las aerofotografías y los diferentes recorridos de campo, Los siguientes son los tipos geomorfológicos observados:

- **Variante Largas de Pendiente Moderada**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por vertientes largas de pendiente moderada, con un drenaje dendrítico y una incisión moderada, formando colinas de cimas subagudas a ligeramente planas. En las zonas bajas, algunas quebradas están fuertemente disectadas, lo que genera procesos erosivos importantes, como deslizamientos en los bordes. Destacan focos de erosión en El Llano (Ochalí), la quebrada El Anime y tributarios del río San Julián, así como en la quebrada El Rosario. En general, predomina la erosión superficial y concentrada.

La cobertura vegetal incluye bosques y pastos, con rastrojo alto en las riberas, mientras que en Ochalí predominan los cultivos. Esta unidad se distribuye en varias veredas de los corregimientos de El Pueblito, El Cedro y zonas aledañas.

- **Colinas Alargadas**

Colinas alargadas de altura media, con cimas planas y pendientes suaves a moderadas, que se ramifican en filos más agudos y presentan drenaje dendrítico con disección moderada. Algunas colinas están deformadas por erosión antigua y activa, influenciada tanto por la fuerte disección de quebradas como por actividades humanas (como la construcción vial y depósito de materiales). Predomina la erosión superficial, con erosión concentrada en bordes de quebradas y presencia de cicatrices de deslizamientos y surcos antiguos.

La cobertura vegetal es principalmente de pastos con árboles aislados, aunque en sectores como La Esmeralda hay bosque plantado. Esta unidad se distribuye en múltiples veredas de la cabecera municipal y de los corregimientos de Ochalí y Llanos de Cuivá.

- **Vertientes Largas de Pendiente Suave**

Esta unidad presenta vertientes largas de pendiente suave y baja disección, con presencia de colinas bajas. Predomina la erosión superficial, aunque también se observan procesos de erosión concentrada y movimientos en masa, especialmente en vías hacia Campamento y Cedeño, y en quebradas como La María, La Honda y El Anime.

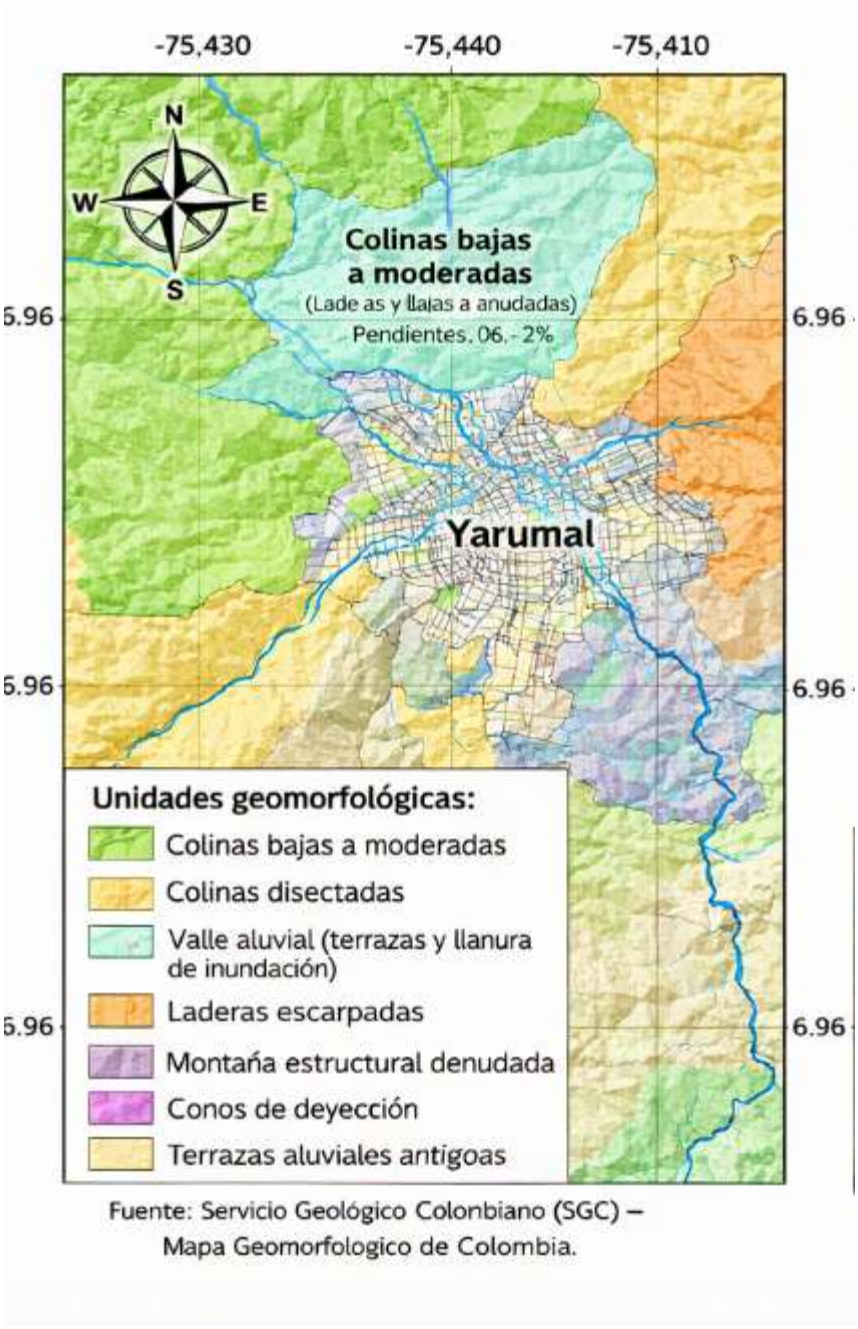
La cobertura vegetal está compuesta por bosques y pastos. Se ubica en varias veredas de la cabecera municipal y del corregimiento de Cedeño.

- **Colinas bajas onduladas**

Las formas de esta unidad están dadas por colinas bajas predominantemente alargadas, de suaves pendientes y de longitud moderada, con filos redondeados y planos. Se observa erosión superficial y procesos erosivos tanto activos como inactivos concentrados en los bordes de las quebradas. La vegetación que predomina son los pastos, cerca de los cauces se encuentra rastrojo alto. En el desplazamiento hacia el municipio de Yarumal desde Medellín en la vía Troncal de Norte se puede observar esta unidad, específicamente en la vereda El Respaldo, perteneciente a la cabecera municipal.

- **Colinas Altas de Pendiente Abrupta**

Se trata de colinas altas con pendientes abruptas y de longitud moderada, con filos alargados y agudos, disección moderada y drenaje paralelo. Presenta procesos erosivos y movimientos en masa en sectores específicos, como Chorros Blancos Arriba y tributarios del río Espíritu Santo. La vegetación es mixta, con predominio de rastrojo alto, además de pastos y árboles aislados. Esta unidad se distribuye en veredas de la cabecera municipal y en los corregimientos de Cedeño y Ochalí**.**



Fuente: Servicio Geológico Colonbiano (SGC) – Mapa Geomorfologico de Colombia.

Figura 4. Materiales Superficiales del Municipio de Yarumal

5.1.3 Clima

El clima involucra una serie de condiciones atmosféricas que caracterizan una región donde los elementos más importantes son la precipitación y la temperatura; igualmente tienen influencia otros elementos climáticos como la evaporación, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la radiación, la luminosidad y la nubosidad. Debido a la ubicación del municipio de Yarumal que se encuentra en la Cordillera Central y a su relieve montañoso, Yarumal presenta un clima frío a templado de montaña, con alta variabilidad según la altitud. La precipitación es abundante durante gran parte del año, con valores que pueden superar los 2.000–3.000 mm anuales, influenciados por las masas de aire húmedo provenientes del valle del río Cauca y del Magdalena, que al ascender se enfrían y generan lluvias frecuentes.

El municipio se ubica aproximadamente entre los 1.800 y 3.000 msnm, lo que determina temperaturas medias entre 14 °C y 20 °C, siendo más bajas en las zonas altas y más templadas en áreas de menor altitud. En la cabecera municipal, la temperatura media ronda los 16 °C–18 °C, con poca variación térmica durante el año, aunque pueden presentarse descensos nocturnos importantes.

5.1.4 Precipitación

En el municipio de Yarumal, la precipitación presenta una distribución espacial asociada al relieve montañoso de la Cordillera Central, con variaciones determinadas por la altitud y la exposición a masas de aire húmedo. En términos generales, las lluvias tienden a incrementarse desde las zonas más bajas hacia las áreas de mayor elevación, debido al efecto orográfico que favorece la condensación de la humedad.

La precipitación media anual en el municipio se sitúa aproximadamente entre 1.800 y 2700 mm/año, con un régimen de lluvias bimodal, caracterizado por dos períodos lluviosos (abril–mayo y octubre–noviembre) y dos períodos relativamente secos (diciembre–febrero y julio–agosto).

De manera general, pueden diferenciarse dos zonas de precipitación:

- **Zona de menor precipitación (2.000–2.300 mm/año):** localizada en sectores de menor altitud y algunas áreas de la cabecera municipal y valles intermedios, donde la influencia orográfica es menor.
- **Zona de mayor precipitación (≈ 2.700–3.000 mm/año o más):** ubicada en áreas de mayor altitud y laderas expuestas a vientos húmedos, donde se intensifican los procesos de condensación y lluvia.

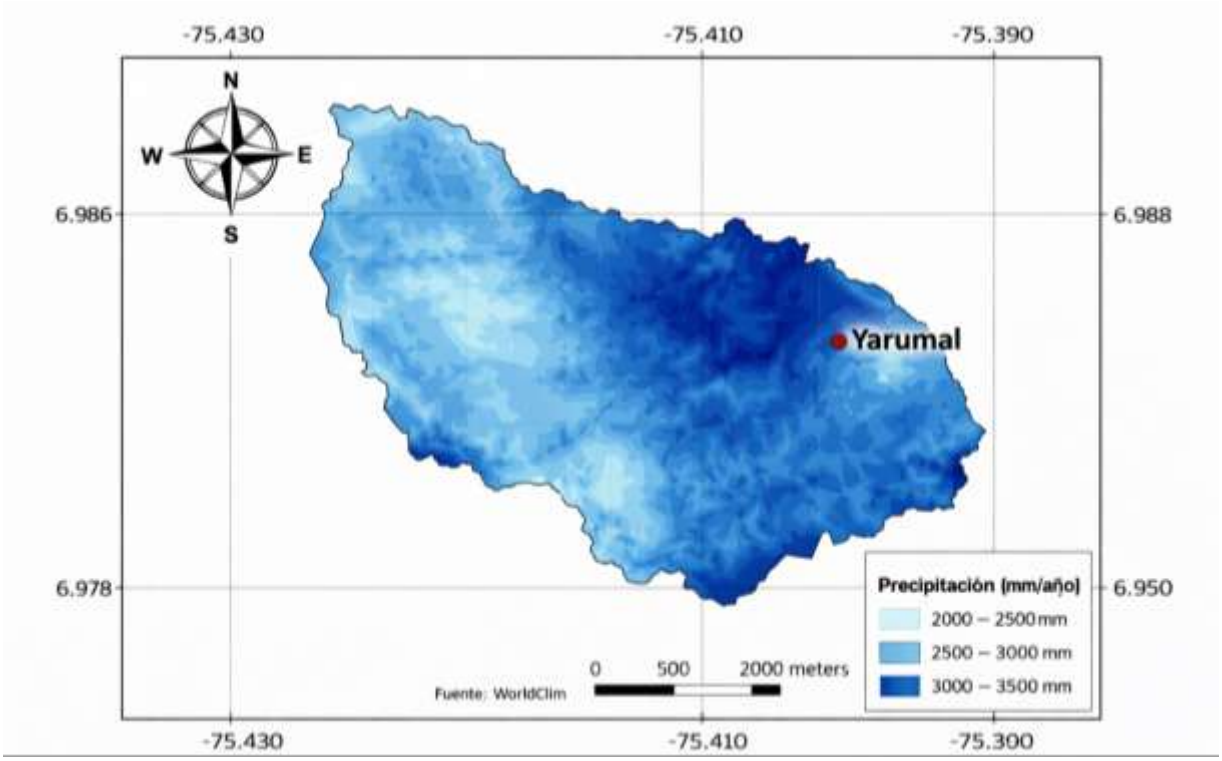


Figura 5. Mapa precipitación municipio de Yarumal

5.1.5 Zonas de vida

De acuerdo con los parámetros climáticos de precipitación y temperatura, se determinaron cinco zonas de vida en el Municipio de Yarumal:

Bosque muy húmedo Montanobajo (bmh - MB): tierra fría muy húmeda con temperatura entre 12 y 18 grados centígrados y una precipitación anual de 2.000 a 4.000 mm, correspondientes a la parte central y sur del municipio, incluyendo el casco urbano y los corregimientos de Cedeño y los Llanos de Cuiva. El 65% del territorio de Yarumal está en la zona de vida.

Bosque pluvial Premontano (bp - PM): tierra cafetera superhúmeda, temperatura entre 18 y 24 grados centígrados y una precipitación superior a 4.000 mm, correspondiente a la zona noroeste del municipio que comprende los corregimientos del Cedro y El Pueblito.

Bosque muy húmedo Premontano (bmh - PM): tierra cafetera muy húmeda, temperatura entre 18 y 24 grados centígrados y una precipitación anual entre 2.000 y 4.000 mm, localizada en la parte este del Municipio comprendiendo a los corregimientos de Ochali y La Loma, y en la parte oeste en las márgenes del río Nechí.

Bosque pluvial Montanobajo (bp - MB): tierra superhúmeda, con una temperatura entre 12 y 18 grados centígrados y una precipitación anual superior a 4.000 mm, localizado en parte central del municipio y margen derecha del río Espíritu Santo.

Bosque muy húmedo Tropical (bmh - T): tierra caliente muy húmeda, con una temperatura superior a los 24 grados centígrados y una precipitación anual de 4.000 a 8.000 mm; se encuentra ubicado en la parte noroeste del municipio.

5.1.6 Relieve

El relieve del municipio de Yarumal está fuertemente condicionado por su ubicación en las estribaciones del ramal occidental de la Cordillera Central, lo que le confiere un territorio predominantemente montañoso, quebrado y de pendientes variables.

En general, el municipio presenta una combinación de altiplanos, vertientes montañosas y zonas de cañones, asociados al desarrollo geomorfológico de la cordillera. Se destacan superficies relativamente suavizadas correspondientes al altiplano del norte antioqueño (meseta de Santa Rosa de Osos), las cuales han sido modeladas por procesos de erosión y deposición volcánica, interrumpidas por escarpes y laderas de alta pendiente que conectan con valles más profundos. Las formas del relieve incluyen colinas, filos alargados, laderas abruptas y valles encajonados, con pendientes que en promedio pueden superar el 20%, favoreciendo una alta dinámica geomorfológica.

5.1.7 Pendiente

En general, las pendientes del municipio de Yarumal están determinadas por su ubicación en la Cordillera Central, lo que genera un relieve predominantemente ondulado a montañoso, con presencia de altiplanos, colinas y vertientes. La mayor parte del territorio presenta formas suavemente onduladas, aunque existen sectores con pendientes fuertes asociados a zonas de ladera y vertientes de cañones.

El municipio presenta una distribución variada de pendientes, donde predominan las pendientes bajas a moderadas, especialmente en áreas de altiplano; sin embargo, también se identifican sectores con pendientes altas en zonas de vertiente, lo que influye en los procesos erosivos y en el uso del suelo.

Los rangos de pendientes observados en el municipio pueden describirse de la siguiente manera:

Pendientes entre 0% y 12%: Se localizan principalmente en zonas de altiplano y superficies suavemente onduladas, especialmente en el centro y norte del municipio. Estas áreas corresponden a los sectores más aptos para actividades agropecuarias y asentamientos humanos. Representan una proporción importante del territorio municipal.

Pendientes entre 12% y 25%: Se presentan en zonas onduladas con limitaciones moderadas, distribuidas en diferentes sectores del municipio. Estas áreas requieren manejo adecuado del suelo debido a riesgos de erosión ligera.

Pendientes entre 25% y 50%: Se ubican principalmente en zonas de ladera y vertientes, asociadas a relieves quebrados y materiales geológicos variados. Estas pendientes presentan mayor susceptibilidad a procesos erosivos y restricciones para uso agrícola intensivo.

Pendientes mayores al 50%: Corresponden a sectores escarpados localizados en vertientes de cañones y zonas montañosas, especialmente en áreas rurales. Estas zonas presentan alta inestabilidad, con presencia de movimientos en masa y erosión, por lo que su uso es principalmente forestal o de conservación

5.1.8 Hidrología general

El municipio de Yarumal forma parte de la cuenca del río Nechí, ubicada en el norte y nordeste del departamento de Antioquia, la cual desemboca en el río Cauca. Este Municipio posee una gran riqueza hídrica, constituida principalmente por los ríos Nechí, río Espíritu Santo, río San Julián y las quebradas El Rosario, El Popal, Berlín, San Mateo y Yarumal.

El agua es un ingrediente vital básico e interviene de una manera o de otra en la mayoría de las actividades humanas, convirtiéndose en un factor determinante para la organización del territorio. Es así como el análisis de la oferta y demanda de este recurso determinará las pautas de manejo que se deben establecer en una zona en particular con el fin de encontrar un equilibrio que lleve a la conservación de la oferta del recurso en el tiempo y establezca sus potencialidades y restricciones.

En el Municipio de Yarumal se identificaron las cuencas de los ríos Nechí, Espíritu Santo, San Julián, y cuencas de las quebradas Media Luna y Lejía. Cada una de estas presentan los afluentes principales que la componen, que para el caso se denominarán microcuencas, las cuales serán la base para un manejo futuro del recurso, a partir de la identificación de sus potencialidades y restricciones particulares, permitiendo una planificación más acertada de la totalidad de la cuenca.

- **Cuenca del Río Nechi**

El río nace a unos 3.000 msnm por la unión de las quebradas La Selva y La Yolanda, y desciende hasta unos 1.500 msnm, donde desemboca en el río Nechí, límite con Angostura.En su recorrido atraviesa múltiples veredas del municipio de Yarumal, incluyendo sectores rurales y la cabecera urbana. Sus principales afluentes son numerosas quebradas, entre ellas La Selva, La Yolanda, La Laguna, El Tambo, La Bella, San Antonio, Santa Juana, Santa Isabel, El Carmen y Santa Rita, que conforman la red de microcuencas del río.

- **Cuenca del Espíritu Santo**

Este río corre en el Municipio desde los 3.000 msnm sitio de su nacimiento, hasta la convergencia con la quebrada San Miguel a unos 1.450 msnm. Esta es el límite con el municipio de Valdivia. Las veredas que baña dicho río son la Esmeralda, La Argentina, La Gabriela, Espíritu Santo, El Rosario, San Roque y Ventanas. A nivel de microcuencas sus principales afluentes son las quebradas Las Palmas, Manizales, La Bruja, San Isidro, El Popal, La Peña, Santo Tomas, San Nicolás (con afluente: Q. La Palestina), La Hundida, San Roque y San Miguel.

- **Cuenca del Río San Julián**

Este río corre en el Municipio desde los 2.600 msnm sitio de su nacimiento, hasta su desembocadura en el Río San José a unos 1.100 msnm; a su vez este es tributario aguas abajo del río Nechí. En predio del municipio recorre las veredas de Hormiguero, Río Abajo, La Pailita, Bramadora, La Torre y Chorros Blancos Arriba. En términos de microcuencas sus principales afluentes son las quebradas La Peña y La Mulata que forman una fuente que llega al río San Julián, La María, La Honda, Anime, Las Palmas, Madre Seca (recibe aguas de las quebradas Matadero y Mal Paso), y La Montañita.

- **Cuenca de la Quebrada Lejía**

Esta cuenca corre por el municipio desde su nacimiento a los 2.950 msnm aproximadamente, hasta su desembocadura en el río San Andrés a 550 msnm, siendo límite con el municipio de San Andrés de Cuerquia. En el municipio recorre las veredas de La Esmeralda, La Zorra, Chorros Blancos, El llano, Cruces, La Ceja y los corregimientos de Ochalí y La Loma.

- **Cuenca de la Quebrada Media Luna.**

La quebrada se forma por la unión de El Rosario y Piedras Blancas, cuyos nacimientos están entre 2.400 y 1.800 msnm, confluyendo alrededor de 700 msnm y desembocando en el río Nechí a 500 msnm. Recorre los corregimientos de El Cedro, El Pueblito y Cedeño, atravesando múltiples veredas. Cuenta con varios afluentes importantes, como Las Palmas, Manizales, La Bruja, San Isidro, El Popal, La Peña, Santo Tomás, San Nicolás, La Hundida, San Roque y San Miguel, que conforman su red de microcuencas.

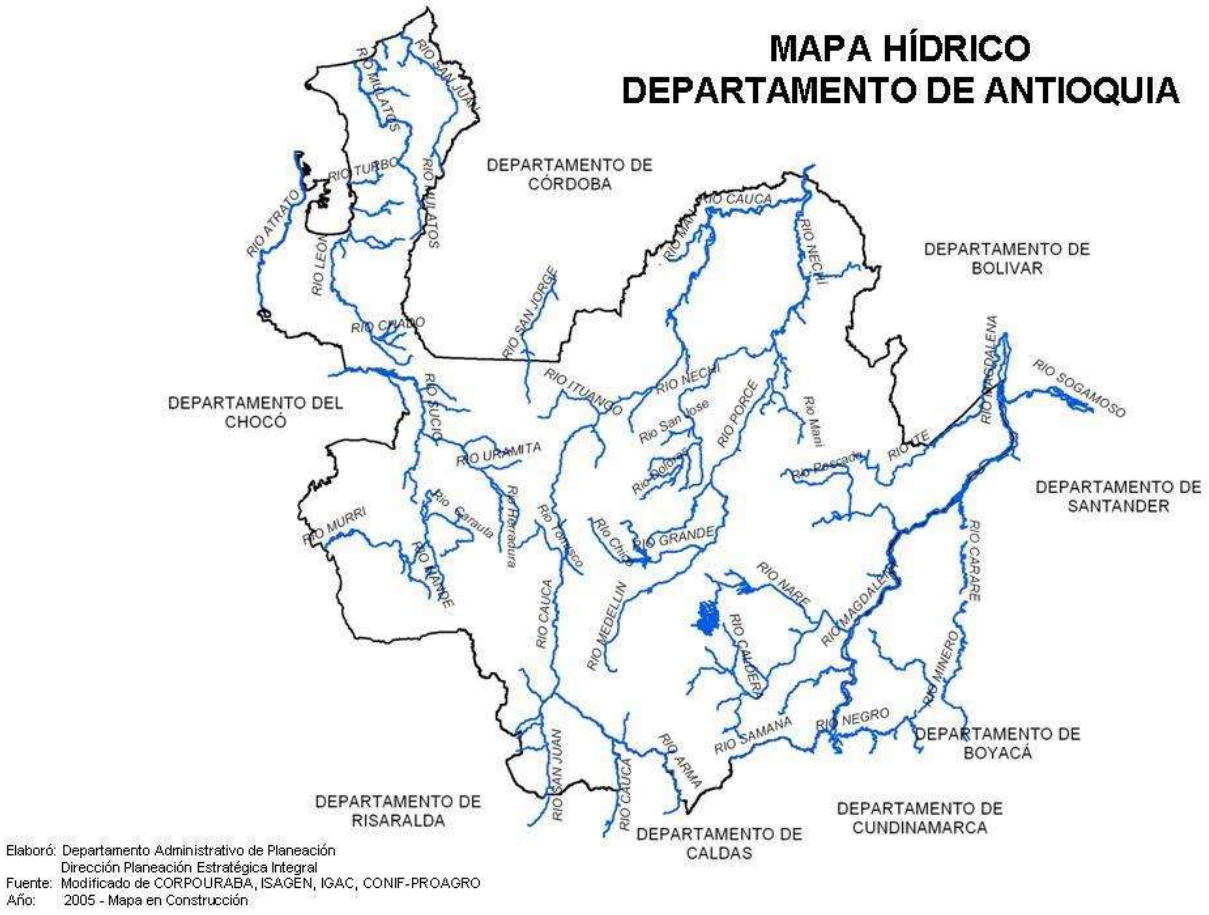


Figura 6. Mapas pendientes de vida del Municipio de Yarumal (Tomado de internet)

5.1.9 Hidrología Quebrada San José

La quebrada San José nace en zona montañosa del municipio de Yarumal, relativamente cerca de la cabecera municipal, y atraviesa la cabecera municipal por el noreste hasta el sureste de esta.

En el municipio de Yarumal ocurre un promedio anual de lluvias de entre 2000 a 4000 mm y brinda una temperatura media de 14 grados centígrados, variando en un rango de entre 10° y 19°, con una faja altimétrica que se puede señalar aproximadamente entre 1850 y 2700 msnm.

las cuencas de la quebrada “San José”, del municipio de Yarumal, cubren un área de drenaje de 390.546,32 m^2 y de 502.300 m^2 hasta los sitios de aforo objeto de estudio. En la siguiente figura se observan las cuencas hidrográficas del sitio de interés alimentada por sus tributarios. En la siguiente tabla se presentan

los estimativos de los parámetros morfométricos de la quebrada “San José” para ambas cuencas hidrográficas.

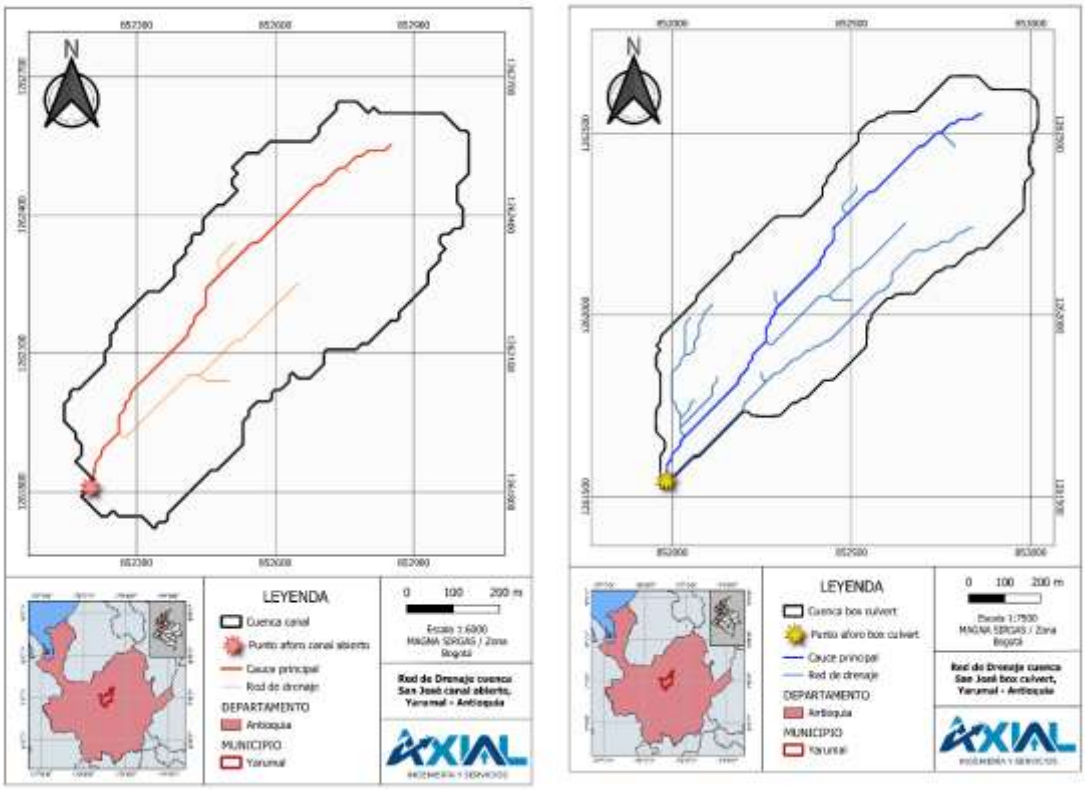


Figura 7. Mapa de red hídrica del área de estudio (Fuente: Estudio hidrológico e hidráulico, 2025)

Tabla 2. Parámetros Morfométricos de la cuenca de la Quebrada San José hasta el sitio de la obra de canal abierto		
PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS FUENTE		
Parámetro	**Magnitud**	**Unidad**
Nombre de la fuente	San José	
Área de drenaje	390546.32	m^2
Longitud de la cuenca	1149.26	m
Longitud de cauce principal	1020.02	m
Perímetro	3093.297	m
Cota máxima en el canal	2585	m s.n.m.

Cota en la salida	2285	m s.n.m.
Cota máxima en la cuenca	2665	m s.n.m.
Índice de compacidad (Kc)	1.39	N.A
Ancho medio (W)	0.34	km
Factor de forma (Kf)	0.30	N.A
Pendiente media de la cuenca QGIS	21.24%	porciento
Pendiente media del cauce principal	16.98%	porciento
Estación meteorológica referenciada	Est. Yarumal [27020190]	

Tabla 3. Parámetros Morfométricos de la cuenca de la Quebrada San José hasta el sitio de la obra Box Culvert

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS FUENTE		
Parámetro	**Magnitud**	**Unidad**
Nombre de la fuente	San José	
Área de drenaje	502300	m^2
Longitud de la cuenca	1493	m
Longitud de cauce principal	1407.72	m
Perímetro	3552.9	m
Cota máxima en el canal	2580	m s.n.m.
Cota en la salida	2200	m s.n.m.
Cota máxima en la cuenca	2658	m s.n.m.
Índice de compacidad (Kc)	1.40	N.A
Ancho medio (W)	0.34	km
Factor de forma (Kf)	0.23	N.A
Pendiente media de la cuenca QGIS	36.56%	porciento
Pendiente media del cauce principal	27.58%	porciento
Estación meteorológica referenciada	Est. Yarumal [27020190]	

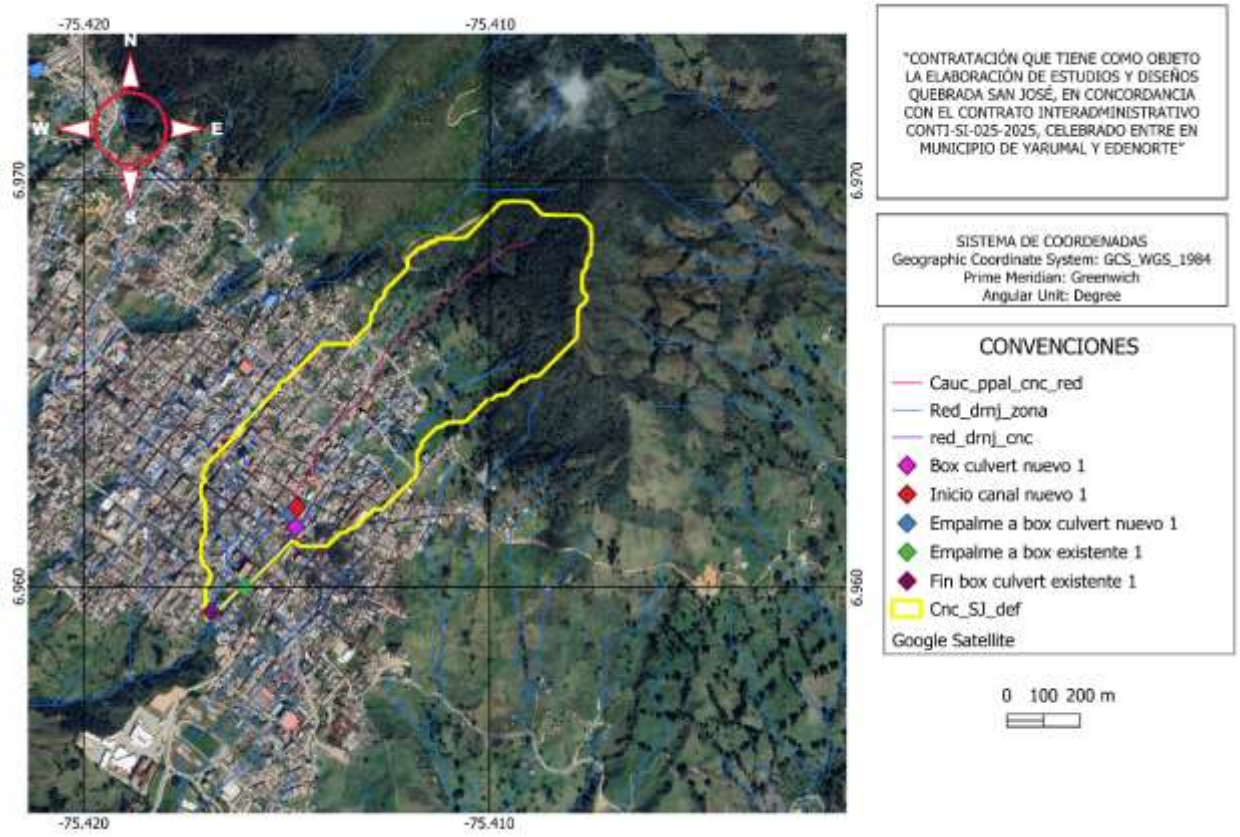


Figura 8. Cuenca Quebrada San José (Fuente: Estudio hidrológico e hidráulico, 2025).

5.1.10 Suelos

El municipio de Yarumal este asentado sobre suelos de muy baja fertilidad, poco son los suelos que alcanzan un grado medio en este aspecto. En general todos son deficientes en fósforo disponible, en Potasio y en Bases Intercambiables, la Capacidad de Intercambio Catiónico es muy alta y la Saturación Total de Cationes se encuentra entre media y muy alta proporción, llegando a casos de toxicidad donde se puede encontrar pH desde ácido a fuertemente ácido y en donde el contenido de bases es muy pobre al igual que el de nutrientes y los contenidos de Nitrógeno total van de medios a muy bajos.

El manejo de pastos mejorados basados en productos químicos incrementó el ataque de plagas como la Collaria arrasando hasta con el 60% de la materia seca, provocando el control en base a insecticidas con categoría II y III, lo cual es preocupante debido a que gran parte de estos químicos llegan a las fuentes de agua provocando grados toxicológicos altos aguas abajo, también el uso indiscriminado de porquinaza provocando altos contenidos de nitritos, desencadenando en problemas reproductivos de bovinos.

El Municipio de Yarumal presenta un área de 72.400 hectáreas, de las cuales se encuentran en bosque primario 6.246 hectáreas correspondientes al 8%; en rastrojos, bosque secundario y plantado se presenta un total de 4.680 hectáreas correspondientes al 6% del total del área. Tenemos entonces que el municipio no ha sido la excepción en cuanto a deforestación en el departamento y el país, en el sólo sobreviven algunos relictos de bosque de Roble muy fragmentados, localizados en la parte sur y centro del municipio en las veredas La Argentina, Santa Isabel, La Gabriela, El Retiro, Espíritu Santo y La Bella.

Se ubican en la zona de vida bosque muy húmedo Montanobajo, los suelos poseen grandes limitaciones edáficas por gravas y nivel freático, lo cual restringe su uso a tierras forestales de bosque natural protector, el relieve es de quebrado a escarpado y pendientes entre el 25 y el 60% con moderada erosión actual y alta erosión potencial. Estos bosques sirven de esponja para regular gran cantidad de nacimientos de agua, entre ellos se encuentran dos fuentes importantes para el municipio como son el río Espíritu Santo y el río Nechí. Son pues reguladores de gran cantidad de fuentes de agua las cuales son utilizadas para abastecer acueductos veredales, corregimentales y municipales; por esto y porque son un tipo de bosque en vía de extinción, se debe prestar especial cuidado para la conservación de dichos ecosistemas.

5.1.11 Uso de suelos

La demanda del recurso suelo se entiende como el uso que en la actualidad se hace de este, además de las tendencias generales que se tengan en el municipio en términos de uso. En la actualidad el uso del suelo más predominante en el municipio es la mezcla de pastos manejados con pastos enmalezados (PM -PE), estos seguidos por la mezcla de pastos no manejados y manejados (PN - PM), luego encontramos los rastrojos altos y bajos (Ra - Rb) seguidos por algunos cultivos de caña mezclados con pastos enmalezados (CÑ -PE) y por último cultivos de café (CP1), existen además a muy pequeña escala algunos cultivos de maíz, papa y algunos cultivos de pan coger. En el territorio municipal, como ya se mencionó se presentan algunas áreas en bosques plantados, los cuales son propiedad de particulares. Debido al predominio de las pasturas se concluye que la principal actividad en el municipio es la ganadería.

El municipio presenta un área dedicada a la actividad agrícola de 9.360 hectáreas correspondientes al 12% del total del área, 52.120 hectáreas están dedicadas a la ganadería especializada en producción de leche, con las razas Holstein y Holstein-Cebú, aproximándose a 57.000 Unidades Gran Ganado (U.G.G.), la producción promedio diaria de leche es de 182.000 litros. La zona ganadera está localizada entre los 1.900 y 2.600 msnm. Se presenta una baja capacidad de carga (U.G.G.), lo que abonado a una baja adopción de tecnologías apropiadas y al alto número de problemas sanitarios y reproductivos, hacen que la producción de leche por hectárea sea ineficiente con la consecuente disminución de la rentabilidad de esta actividad.

Se presentan además conflictos en el uso del suelo dados principalmente por la actividad ganadera y la expansión de la frontera pecuaria, disminuyendo los reductos de bosque en diferentes estados sucesionales, aumentando los niveles y frecuencia de diferentes procesos erosivos y el paulatino aumento

en el uso de agroquímicos para el control de enfermedades y plagas de los pastos, abonado a esto las altas precipitaciones, las altas pendientes y dichos procesos erosivos; hacen que la perdida de la capa orgánica y bacterial del suelo sea progresiva con la consecuente disminución de la productividad de este en el tiempo. La poca o casi nula apropiación de sistemas para el control de la erosión ahonda más esta problemática.

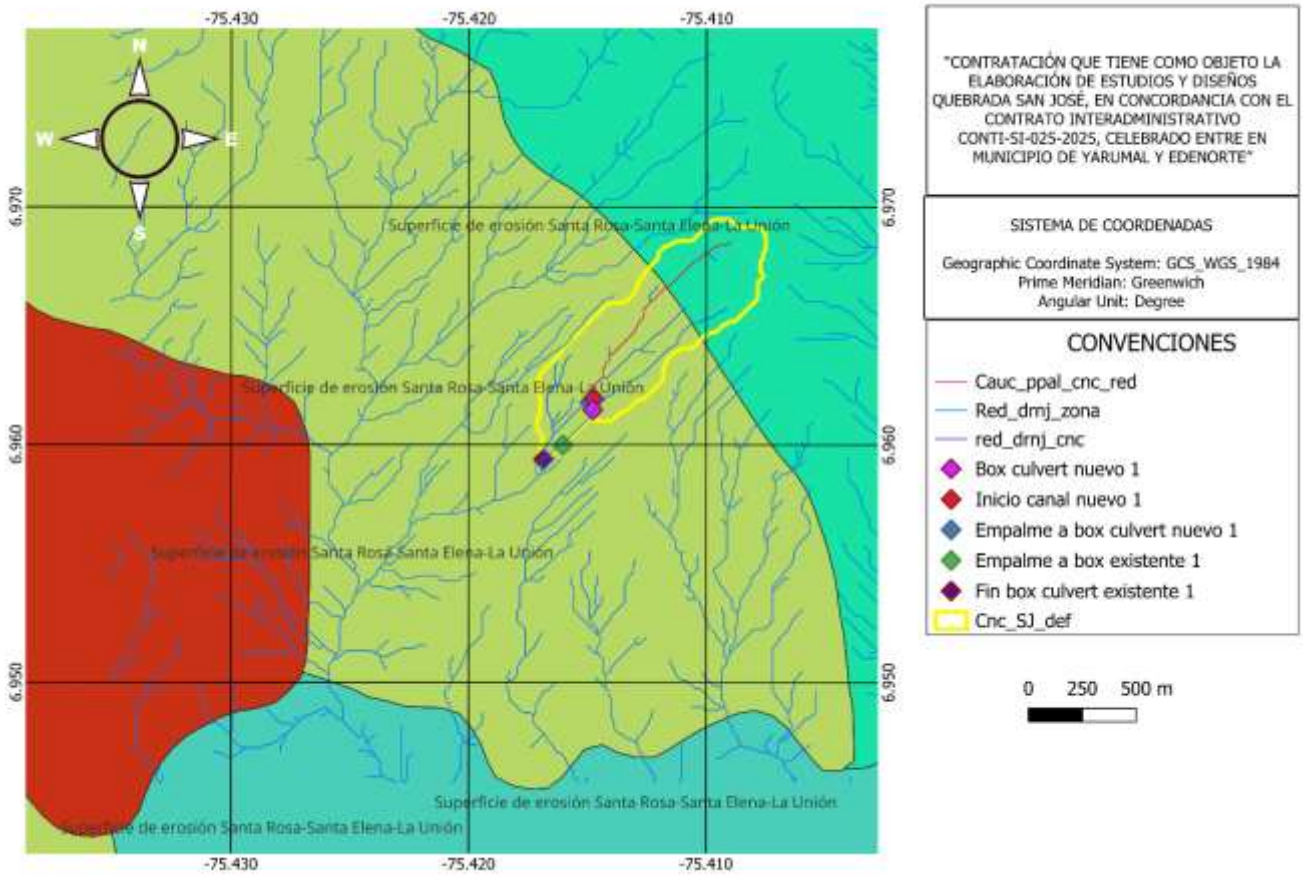


Figura 9. Superficie de erosión área de influencia

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 Cobertura vegetal

Las coberturas vegetales del municipio de Yarumal reflejan un alto grado de intervención antrópica, donde predominan los usos agropecuarios sobre la vegetación natural. La distribución de estas coberturas está

asociada a factores como la pendiente, el acceso y la aptitud del suelo, presentándose una mayor transformación en las zonas de altiplano y una mayor conservación hacia áreas de difícil acceso.

Las principales coberturas vegetales del municipio se distribuyen de la siguiente manera:

Pastos (naturales y mejorados): Corresponden a la cobertura predominante en el municipio, ocupando aproximadamente más del 50% del territorio. Se localizan en gran parte del área rural, especialmente en zonas de relieve suave a moderado, y están asociados principalmente a la actividad ganadera.

Rastrojos: Se distribuyen en diferentes sectores del municipio, ocupando cerca del 20% del territorio. Estas áreas representan zonas en proceso de regeneración natural, generalmente después del abandono de actividades agrícolas o pecuarias.

Bosque natural (primario y secundario): Se presenta de manera fragmentada, representando aproximadamente el 8% del área municipal. Se ubica principalmente en zonas de difícil acceso, como laderas escarpadas y áreas montañosas, donde cumple funciones ecológicas importantes como la protección del recurso hídrico.

Bosque intervenido: Ocupa una proporción menor del territorio, distribuido en manchas dispersas. Corresponde a áreas donde el bosque natural ha sido alterado por actividades humanas, conservando parcialmente su estructura original.

Bosque plantado: Se encuentra en áreas específicas del municipio, asociado a programas de reforestación con fines productivos y de protección. Su extensión es reducida en comparación con otras coberturas.

Cultivos agrícolas: Representan una cobertura menor, distribuida en parcelas dispersas dentro del territorio. Incluyen cultivos tradicionales como café, maíz y caña, generalmente asociados a sistemas mixtos con pastos y rastrojos.

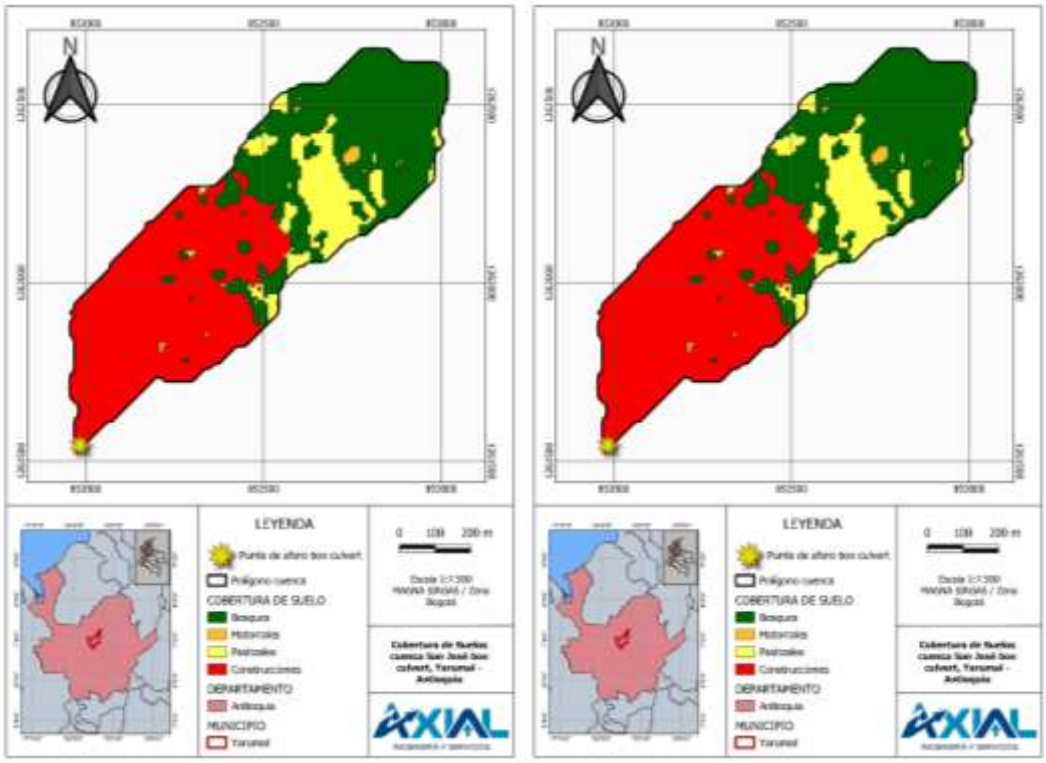


Figura 10. Mapas de coberturas vegetales Municipio de Yarumal (Tomado Estudio Hidrológico)

5.2.2 Ecosistema Terrestre

El municipio de Yarumal, ubicado en la subregión norte del departamento de Antioquia, presenta una importante diversidad de ecosistemas terrestres asociada a su relieve montañoso, condiciones climáticas y variabilidad altitudinal. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, el territorio se encuentra principalmente en las formaciones de bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo premontano, las cuales favorecen el desarrollo de una alta diversidad biológica.

En términos generales, la riqueza faunística y florística del municipio se concentra en los ecosistemas boscosos, especialmente en relictos de bosque natural ubicados en zonas de alta pendiente y difícil acceso. Sin embargo, gran parte del territorio ha sido transformado por actividades agropecuarias, predominando actualmente coberturas como pastos, cultivos y vegetación secundaria, lo que ha generado fragmentación ecológica y reducción de hábitats naturales.

Los ecosistemas terrestres de Yarumal cumplen funciones fundamentales como la protección del suelo, la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y el mantenimiento de la biodiversidad. No obstante, procesos como la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, y el uso inadecuado del suelo han afectado significativamente estos sistemas, disminuyendo su capacidad de regulación ambiental y aumentando la vulnerabilidad a procesos erosivos y movimientos en masa.

En este sentido, las áreas donde aún se conservan coberturas boscosas cumplen un papel clave en la conectividad ecológica y en la conservación de especies silvestres, siendo fundamentales para la sostenibilidad ambiental del municipio.

5.2.3 Anfibios

Los anfibios presentes en el municipio de Yarumal están asociados principalmente a ecosistemas húmedos, bosques y zonas cercanas a fuentes hídricas, debido a su alta sensibilidad a cambios ambientales. En la región andina antioqueña es común encontrar familias como Hylidae, Leptodactylidae y Craugastoridae, representadas en especies de ranas y sapos adaptadas a condiciones de alta humedad.

Estos organismos cumplen funciones ecológicas importantes como el control de insectos y la participación en las cadenas tróficas. Sin embargo, sus poblaciones se ven afectadas por factores como la pérdida de hábitat, la contaminación de fuentes hídricas, el cambio climático y enfermedades emergentes, lo que los convierte en indicadores del estado de salud de los ecosistemas.

5.2.4 Reptiles

El grupo de los reptiles en Yarumal incluye serpientes y lagartos adaptados a ecosistemas de bosque y zonas intervenidas. Estas especies ocupan diversos nichos ecológicos y cumplen funciones importantes como controladores poblacionales de otras especies. En la región es común la presencia de reptiles como serpientes de la familia Viperidae (mapaná), así como lagartos e iguanas en áreas con cobertura vegetal. Algunas especies pueden representar riesgo por accidentes ofídicos, pero en general cumplen un papel fundamental en el equilibrio ecológico.

5.2.5 Aves

Las aves constituyen uno de los grupos más representativos de los ecosistemas terrestres de Yarumal, debido a la diversidad de hábitats presentes. Estas especies son indicadores clave del estado ambiental, ya que responden rápidamente a los cambios en el ecosistema. En la región andina del norte de Antioquia se presenta una alta diversidad de aves, incluyendo especies de bosques, áreas abiertas y zonas de transición. Se destacan aves como colibríes, gavilanes, búhos, pájaros cantores y especies asociadas a bosques secundarios, las cuales cumplen funciones ecológicas como dispersión de semillas y control de insectos.

5.2.6 Mamíferos

Los mamíferos en el municipio de Yarumal presentan una diversidad moderada, asociada principalmente a relictos de bosque y zonas de vegetación secundaria. Entre las especies más comunes se encuentran pequeños y medianos mamíferos como zarigüeyas, ardillas, roedores, murciélagos, zorros y algunos felinos pequeños como tigrillos. Los murciélagos (Orden Chiroptera) representan uno de los grupos más importantes debido a su papel como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de insectos, contribuyendo significativamente al mantenimiento de los ecosistemas.

5.2.7 Flora

La flora del municipio de Yarumal corresponde principalmente a especies propias de bosques andinos húmedos, aunque en la actualidad predominan coberturas secundarias debido a la transformación del territorio. En los relictos de bosque natural se encuentran especies arbóreas como yarumos (Cecropia spp.), guamos (Inga spp.), cedros, robles y otras especies nativas, mientras que en áreas intervenidas predominan rastrojos y vegetación secundaria.

Históricamente, la explotación forestal y la expansión agropecuaria han reducido significativamente la cobertura boscosa, dando paso a pastos y cultivos. Sin embargo, estas áreas aún presentan importancia ecológica, ya que permiten procesos de regeneración natural y conservación de la biodiversidad. Los estudios de la vegetación son fundamentales para la planificación y manejo del territorio, ya que permiten evaluar el estado de conservación, la diversidad y la estructura de los ecosistemas, contribuyendo a la toma de decisiones para su protección y recuperación

5.3 MEDIO SOCIOECONOMICO

5.3.1 Salud

El municipio de Yarumal cuenta con una institución prestadora de servicios de salud de carácter público denominada ESE Hospital San Juan de Dios de Yarumal, la cual constituye el principal centro de atención para la población urbana y rural. Esta institución ofrece servicios de baja y mediana complejidad, incluyendo consulta externa, medicina general y especializada, atención de urgencias, hospitalización, laboratorio clínico y programas de promoción y mantenimiento de la salud, convirtiéndose en el eje fundamental del sistema de salud municipal.

El hospital cuenta con servicio de urgencias disponible las 24 horas, con infraestructura que incluye múltiples cubículos de atención para adultos y población pediátrica, así como áreas especializadas para reanimación, procedimientos y observación, lo que permite brindar atención oportuna a la población.

No obstante, el sistema de salud del municipio presenta limitaciones propias de los territorios intermedios, especialmente en la capacidad instalada y acceso a servicios de alta complejidad, lo que obliga a la remisión de pacientes hacia centros de mayor nivel en ciudades como Medellín. En este sentido, la red de prestación depende en gran medida de la articulación con el nivel departamental para garantizar atención especializada.

A pesar de estos avances, persisten desafíos relacionados con la cobertura en áreas rurales dispersas, la oportunidad en la atención especializada y la necesidad de continuar fortaleciendo la red de servicios, especialmente en niveles de mayor complejidad. Asimismo, factores como la dispersión geográfica y las condiciones socioeconómicas de la población influyen en el acceso efectivo a los servicios de salud.

5.3.2 Educación

En el municipio de Yarumal, el sistema educativo está conformado por un conjunto de instituciones oficiales y privadas que prestan servicios en los niveles de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, tanto en el área urbana como rural. Estas instituciones cumplen un papel fundamental en el desarrollo social y económico del municipio, al contribuir a la formación del capital humano y al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

La cobertura educativa en el municipio presenta una distribución diferenciada entre el área urbana y rural, siendo esta última la que enfrenta mayores dificultades en términos de acceso, infraestructura y permanencia escolar, debido a factores como la dispersión geográfica y las condiciones socioeconómicas de la población. No obstante, el municipio cuenta con una red de establecimientos educativos que permiten atender la demanda en los diferentes niveles de formación.

En la siguiente tabla se pueden observar las principales instituciones educativas que brindan el servicio en el municipio de Yarumal, tanto en la cabecera municipal como en sus veredas, evidenciando la presencia de sedes educativas rurales que buscan garantizar el acceso a la educación en zonas apartadas.

A pesar de la existencia de esta infraestructura educativa, el documento señala que persisten problemáticas relacionadas con la calidad de la educación, la deserción escolar y las limitaciones en infraestructura y dotación, especialmente en el sector rural. Estas condiciones inciden en el rendimiento académico y en las oportunidades de acceso a niveles superiores de formación.

En términos generales, el municipio de Yarumal dispone de una oferta educativa que cubre los niveles básicos de formación; sin embargo, requiere el fortalecimiento de estrategias orientadas a mejorar la calidad, ampliar la cobertura en zonas rurales y garantizar la permanencia de los estudiantes en el sistema educativo.

Tabla 4. Instituciones de educación de Yarumal

Sector	Nombre	Dirección	Zona	Grados
Ofic.	I. E. San Luis	Cabecera municipal	URB..	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Ofic.	I. E. Epifanio Mejía	Cabecera municipal	URB..	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Ofic.	I. E. de María	Cabecera municipal	URB..	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Ofic.	I. E. José María Córdova	Cabecera municipal	URB..	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Ofic.	I. E. Rural Ochalí	Corregimiento Ochalí	Rur.	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11

Ofic.	I. E. Rural El Cedro	Vereda El Cedro	Rur.	0,1,2,3,4,5
Ofic.	I. E. Rural El Pueblito	Vereda el Pueblito	Rur.	0,1,2,3,4,5
Ofic.	I. E. Rural La Loma	Vereda la Loma	Rur.	0,1,2,3,4,5
Ofic.	C. E. R. El Llano	Vereda El Llano	Rur.	0,1,2,3,4,5
Ofic.	C. E. R. Mallarino	Vereda Mallarino	Rur.	0,1,2,3,4,5
Ofic.	C. E. R. Santa Juana	Vereda Santa Juana	Rur.	0,1,2,3,4,5

5.3.3 Energía

El servicio de energía eléctrica prestado por el municipio de Yarumal en la zona rural se compra en bloque a las Empresas Públicas de Medellín y atiende 2.515 suscriptores distribuidos en cuarenta y cinco (45) veredas y seis (6) corregimientos, para una cobertura total en la zona rural del 99%. El sistema de redes de energía es precario y obsoleto, tiene 30 años de existencia y fue instalado cuando la población de suscriptores entre la zona urbana y rural era apenas de 2.000 suscriptores. Hoy en día se ha quintuplicado ese número y jamás hubo ni ha habido un plan de repotenciación de redes que permitiera atender eficientemente las necesidades energéticas de los 9.318 suscriptores actuales totales.

5.3.4 Servicio de acueducto.

Existen doce (12) acueductos en la zona rural, con los cuales se atiende parte de la población de 6 veredas y la zona urbana de seis (6) corregimientos. Cuatro de los acueductos son multiveredales y los nombres de los acueductos corresponden a los nombres de las veredas atendidas.

El caudal de agua ofrecido por las fuentes abastecedoras de los acueductos, existen algunos datos puntuales de varias de ellas, pero no se tiene un programa definido de medición de caudales que proporcione datos en épocas de sequía y de lluvias, y permita conocer las variaciones de la cantidad de agua.

Según los datos de caudal existentes, las fuentes captadas por los acueductos de Cedeño, Mina Vieja y Aguacatal son las que poseen mayores caudales 15, 9 y 6 l/s respectivamente y el acueducto de La Piedra, el menor con 2 l/s. Del estado físico de las microcuencas no se tienen estudios completos, pero de la

información disponible se concluye que las microcuencas se ven afectadas principalmente por contaminación de aguas residuales.

Cobertura de los acueductos en la zona rural:

Acueducto		N° Total de habitantes	Total de Viviendas en la vereda	Viviendas Conectadas	Cobertura %
La Ceja – La Loma		838	150	109	73
Chorros Blancos Abajo		189	37	23	62
Mallarino – La Estrella	Mallarino	316	104	65	63
	La Estrella	371		35	
Llanos de Cuivá		1.414	297	246	83
La Piedra		241	49	34	69
El Llano		395	86	64	74
Aguacatal		785	70	32	46
Mina Vieja		629	91	84	92
Cedeño		1650	367	222	60
El Cedro – El Pueblito	El Cedro	1.163	174	88	70
	El Pueblito	1.016	122	86	51
Las Cruces		206	No tiene información	No tiene información	No tiene información

Tomado de: PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Municipio de Yarumal

5.3.5 Telefonía y conectividad

Las 45 veredas existentes reciben señales de radio y televisión. Referente al servicio de telefonía, 7 veredas poseen teléfonos rurales comunitarios cuyo servicio es prestado por las Empresas Departamentales de Antioquia - Edatel, los cuales son administrados por los habitantes de las veredas y se ubican generalmente en la caseta comunal, cantidad que obviamente no satisface la demanda actual de la población.

Los corregimientos de Los Llanos de Cuivá y Cedeño tienen telefonía domiciliaria, servicio prestado por Telecom y Edatel. Los cuatro corregimientos restantes poseen teléfonos comunitarios como las veredas antes mencionadas.

5.3.6 Tratamiento de residuos solidos

En ninguna de las veredas y centros urbanos de corregimientos, existe un sistema de manejo colectivo de residuos sólidos, entendido éste como la ejecución de por lo menos las actividades de recolección y disposición final a un relleno sanitario, realizadas en un conjunto de viviendas. Sin embargo, en los corregimientos se realiza por parte de la comunidad, la recolección por vivienda, que es recogida

eventualmente por una volqueta del municipio para ser depositada en el relleno sanitario, en caso de lo contrario, es depositada por los habitantes a cielo abierto.

La disposición final de los residuos sólidos provenientes de las viviendas y de las actividades agroindustriales, se hace en forma individual, a campo abierto, a las quebradas y a las huertas caseras, produciendo contaminación del ambiente y riesgos para la salud de los pobladores. Actualmente, en la vereda El Llano se está implementando el reciclaje de desechos sólidos y con él las prácticas de compostaje y lombricultivo.

5.3.7 Turismo

El turismo es una actividad que ha venido adquiriendo importancia en el municipio de Yarumal, generando impactos tanto positivos como negativos en las dimensiones social, económica, cultural y ambiental del territorio. A pesar de su potencial, el municipio presenta debilidades en cuanto a la planificación y regulación de esta actividad, dado que las políticas existentes responden principalmente a lineamientos nacionales y departamentales, sin considerar de manera específica las particularidades locales.

El turismo en Yarumal se fundamenta principalmente en su riqueza paisajística, su ubicación estratégica en la subregión Norte de Antioquia y su valor histórico-cultural. El municipio es reconocido por su tradición religiosa y arquitectónica, destacándose sitios de interés como el Templo de Nuestra Señora de las Mercedes, además de sus espacios naturales y rurales que ofrecen escenarios propicios para el turismo de naturaleza.

En este contexto, el municipio cuenta con diversos atractivos asociados a ecosistemas de montaña, bosques andinos, fuentes hídricas y paisajes rurales, los cuales permiten el desarrollo de actividades como el ecoturismo, el turismo religioso y el turismo cultural. Estos escenarios naturales y culturales pueden considerarse como nodos de atractividad que, si bien no han sido plenamente consolidados, representan una oportunidad para el desarrollo turístico sostenible del territorio.

Sin embargo, el desarrollo del turismo en Yarumal aún es incipiente y se articula principalmente a actividades económicas tradicionales como la ganadería, la agricultura y el comercio local, las cuales constituyen la base de la economía municipal. En este sentido, una parte de la población participa indirectamente en el turismo a través de la prestación de servicios básicos como hospedaje, alimentación y comercio.

5.3.8 Economía

Actividad ganadera: Aunque históricamente la economía de Yarumal tuvo matices mineros y de explotación de bosques en sus zonas bajas, esta orientación se consolidó hacia la ganadería de leche especializada, actividad que tradicionalmente se ha practicado en las zonas de altiplano y veredas como los Llanos de Cuivá. Su consolidación y comercialización ha sido posible gracias a la ubicación estratégica del municipio sobre la Vía Troncal de Occidente, que conecta el interior del país con la Costa Atlántica. Esta condición ha permitido que Yarumal sea un centro de acopio y transformación láctea para empresas

de cobertura nacional, dinamizando la economía de las veredas del centro y norte del municipio (Alcaldía de Yarumal, 2020).

Actividad agrícola: Históricamente, el café ha sido una actividad fundamental dentro de la economía de las laderas yarumaleñas y vital para la subsistencia de las familias campesinas en los pisos térmicos templados, surtiendo al mercado regional y nacional. El aprovechamiento de cultivos como el café, el plátano y el cacao en corregimientos como Cedeño y El Cedro es parte esencial de la cultura agraria del municipio. La diversificación de cultivos se plantea como una alternativa para los productores en aras de mitigar la dependencia de un solo renglón y obtener seguridad alimentaria. Las variedades sembradas incluyen también hortalizas y frutales de clima frío, calculándose una producción significativa en zonas que, por su topografía, presentan limitaciones para la mecanización, pero poseen excelentes condiciones de fertilidad y disponibilidad hídrica (Alcaldía de Yarumal, 2020).

Actividad forestal y extractiva: La explotación de bosques naturales fue una actividad tradicional ligada a la expansión de la frontera agropecuaria; sin embargo, la protección de cuencas abastecedoras y la declaratoria de áreas de reserva han restado importancia a la extracción maderera descontrolada. A lo anterior se suma la creciente importancia del sector comercial y de servicios, que se estimuló por el flujo vehicular de la carretera principal y la inversión en infraestructura urbana, convirtiendo a Yarumal en la "Estrella del Norte". Según el Plan de Desarrollo Municipal (2020-2023), el uso del suelo rural sigue dominado en más de un 60% por pastos para ganadería, mientras que las actividades agrícolas tecnificadas y el comercio formal en el casco urbano representan los motores de crecimiento más dinámicos del presente siglo (Alcaldía de Yarumal, 2020).

5.3.9 Infraestructura vial

El sistema vial está referido a su jerarquía desde el nivel nacional hasta el nivel municipal de penetración vial, y por sí mismo es determinante a la hora de asegurar una óptima articulación urbano rural

Vías nacionales: Esta jerarquía de vía hace referencia exclusivamente a La Troncal de Occidental que conecta la Costa Atlántica con el Occidente del País y a su vez con la vía Panamericana. En jurisdicción del municipio, se suscribe al tramo Llanos de Cuivá - Ventanas, con un recorrido de 48 km. Pavimentados en su totalidad y cuyo mantenimiento está a cargo del Instituto Nacional de Vías; quien adelanta permanentemente actividades de repavimentación, parcheo, rocería y obras de drenaje y contención.

Vías Departamentales Intermunicipales. Esta jerarquía vial se desarrolla a partir de la Troncal Occidental en dirección nordeste y noroccidente, articulando de manera estratégica al municipio con su entorno regional, como centro estratégico de vinculación y articulación territorial norte nordeste noroccidente.

Hacia al nor-occidente hablamos de la conexión Llanos de Cuivá - Ituango, la cual en jurisdicción del municipio tiene el tramo: Llanos de Cuivá - Santa Isabel, en un recorrido de 5 km. de longitud.

Hacia el nor-oriente hablamos de la conexión Yarumal - Campamento, la cual en jurisdicción del municipio tiene el tramo Yarumal - José María Córdoba, con un recorrido de 10 km. de longitud; y la conexión Yarumal - Angostura, con el tramo La Ese - La Estrella, en una longitud de 5 km.

La vía se encuentra en afirmado, con un mantenimiento preventivo a cargo del Departamento de Antioquia, por intermedio de Cooperativas que vienen desarrollando obras de drenaje en buen estado, pero deficiente en cuanto a cobertura y cantidad.

Por considerar estas vías como estratégicas para el desarrollo del gran anillo vial de articulación regional occidente norte oriente suroeste, es prioritaria incluir la pavimentación de la vía Ituango Llanos de Cuivá Yarumal Campamento, con prolongación hacia el Urabá y hacia el nordeste y Magdalena Medio; dentro del Plan de Desarrollo Departamental. Igualmente, la conexión Yarumal Angostura como articulador del corredor turístico del Norte Antioqueño que involucra los demás municipios del altiplano.

Vías Municipales Este sistema que articula el territorio municipal o urbano-rural a las dinámicas nacionales y regionales, esta subdividido en vías Corregimentales y vías Inter veredales.

5.3.10 Calidad del aire

De acuerdo con el Plan de Gestión Ambiental Regional y los reportes de monitoreo de emisiones, se referencia la importancia de intensificar el control a las fuentes móviles que transitan por la troncal a la Costa, las fuentes fijas industriales y de área, así como actualizar permanentemente los inventarios de emisiones locales. Se recomienda, para la utilización y el uso de combustibles en los sectores comercial y de transporte, promover buenas prácticas de mantenimiento vehicular y garantizar la eficiencia energética mediante la transición a tecnologías limpias para asegurar la disminución de las emisiones de material particulado (Corantioquia, 2023).

5.3.11 Demografía

El municipio de Yarumal, Antioquia, cuenta con una población proyectada para 2024 de aproximadamente 44,457 habitantes, distribuida en un 51.4% de mujeres y un 48.6% de hombres. Su estructura poblacional se concentra mayoritariamente en la zona urbana (64.5%), mientras que el 35.5% reside en su extensa área rural compuesta por 7 corregimientos y 52 veredas. Demográficamente,

el municipio se caracteriza por una población principalmente mestiza en edad productiva, aunque con una tendencia progresiva al envejecimiento, y una dinámica social marcada por su rol como centro comercial y de servicios del Norte antioqueño, lo que atrae tanto a población migrante como a habitantes de localidades vecinas.

6 PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

El proceso de conocimiento del riesgo comprende la identificación y análisis de este, “el cual implica la consideración de causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. El proceso del conocimiento del riesgo se efectúa mediante un modelo en el cual se relacionan la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos de carácter social, económico y ambiental y sus probabilidades de ocurrencia. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y el alcance de la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta y la recuperación” (Artículo 4 Ley 1523 de 2012).

Peligro. Grado de amenaza para un lugar o asentamiento humano representado por fenómenos naturales y de otro tipo en un período determinado. Los peligros pueden clasificarse según su origen en: naturales, tecnológicos y sociales. La complejidad e interrelación de los fenómenos que originan los peligros generan matices y variaciones en la determinación y clasificación de estos últimos.

Riesgo. Resultado de la interacción de los factores: peligro, vulnerabilidad y exposición. Esta interacción hace posible la generación de daños o pérdidas (económicas, físicas, sociales y ambientales) en ciertos sectores de la sociedad. Cuando hay posibilidad de pérdidas, es decir, cuando existen los tres factores, se dice que hay riesgo. En caso de que no exista alguno de los factores, el riesgo será nulo.

Vulnerabilidad física. Propensión de los sistemas a sufrir daño debido a su interacción con procesos externos e internos potencialmente peligrosos. Es una propiedad relativa a las características de cada sistema, lo cual significa que el grado de vulnerabilidad depende del tipo de amenaza a la que los sistemas estén expuestos.

Vulnerabilidad social. Propensión de los asentamientos humanos a sufrir daño por una amenaza determinada en función de un conjunto de factores socioeconómicos, psicológicos y culturales. La vulnerabilidad social frente a fenómenos naturales es mayor en los estratos más pobres de los países en vías de desarrollo, debido a que carecen de información y recursos para tomar las medidas apropiadas. Dentro de ese grupo se considera que son aún más vulnerables los niños, las mujeres y los ancianos.

6.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS Y RIESGOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

La amenaza es un factor externo de riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural, o generado por la actividad humana, o por la combinación de ambos, que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad o duración determinadas.

La evaluación se realizó a través del análisis y revisión de información científica disponible (mapas, informes), con el fin de conocer la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, que están asociados a aspectos geomorfológicos, aspectos hidrológicos, climáticos y geotécnicos, así como la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica afectando las obras de ocupación de cauce

6.1.1 Amenazas Naturales y Riesgos en el Área de Influencia

Según la descripción realizada del área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento, se lograron identificar las siguientes amenazas naturales hacia el sistema:

- Amenaza por avenidas torrenciales
- Amenaza por inundaciones
- Amenaza por movimientos en masa
- Amenaza sísmica

6.1.1.1 Amenaza y riesgo por avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales corresponden a flujos rápidos y súbitos de agua que transportan sedimentos, rocas y material vegetal a lo largo de cauces de alta pendiente. En el municipio de Yarumal, este fenómeno se ve favorecido por las condiciones topográficas, con pendientes pronunciadas superiores al 25%, la alta pluviosidad anual y la presencia de suelos meteorizados.

Estas condiciones generan una alta susceptibilidad a la ocurrencia de eventos torrenciales, especialmente en quebradas de montaña, donde el incremento súbito del caudal puede provocar desbordamientos, arrastre de material y afectaciones a la infraestructura y al entorno natural.

En consecuencia, la amenaza por avenidas torrenciales en el área de estudio se clasifica como alta.

Riesgo por avenida Torrencial: El riesgo por avenidas torrenciales se define como la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En el municipio de Yarumal, la presencia de una

amenaza alta, sumada a una vulnerabilidad media a alta, genera un nivel de riesgo alto, especialmente en zonas cercanas a quebradas y drenajes naturales.

Este riesgo se incrementa durante eventos de precipitación intensa, cuando los caudales aumentan rápidamente y superan la capacidad de conducción de los cauces**.**

6.1.1.2 Amenaza y riesgo por inundación

Amenaza por inundaciones: La amenaza por inundación en el municipio de Yarumal está asociada principalmente al desbordamiento de quebradas y drenajes durante eventos de lluvia intensa. Este fenómeno ocurre cuando la capacidad hidráulica del cauce es superada, generando acumulación de agua en zonas bajas o áreas con intervención antrópica.

Factores como la ocupación de las rondas hídricas, la disminución de la cobertura vegetal y la modificación de los cauces naturales incrementan la probabilidad de ocurrencia de inundaciones.

En este contexto, la amenaza por inundación en el área de estudio se clasifica como **media a alta**, dependiendo de la intensidad de las lluvias y las condiciones locales del terreno.

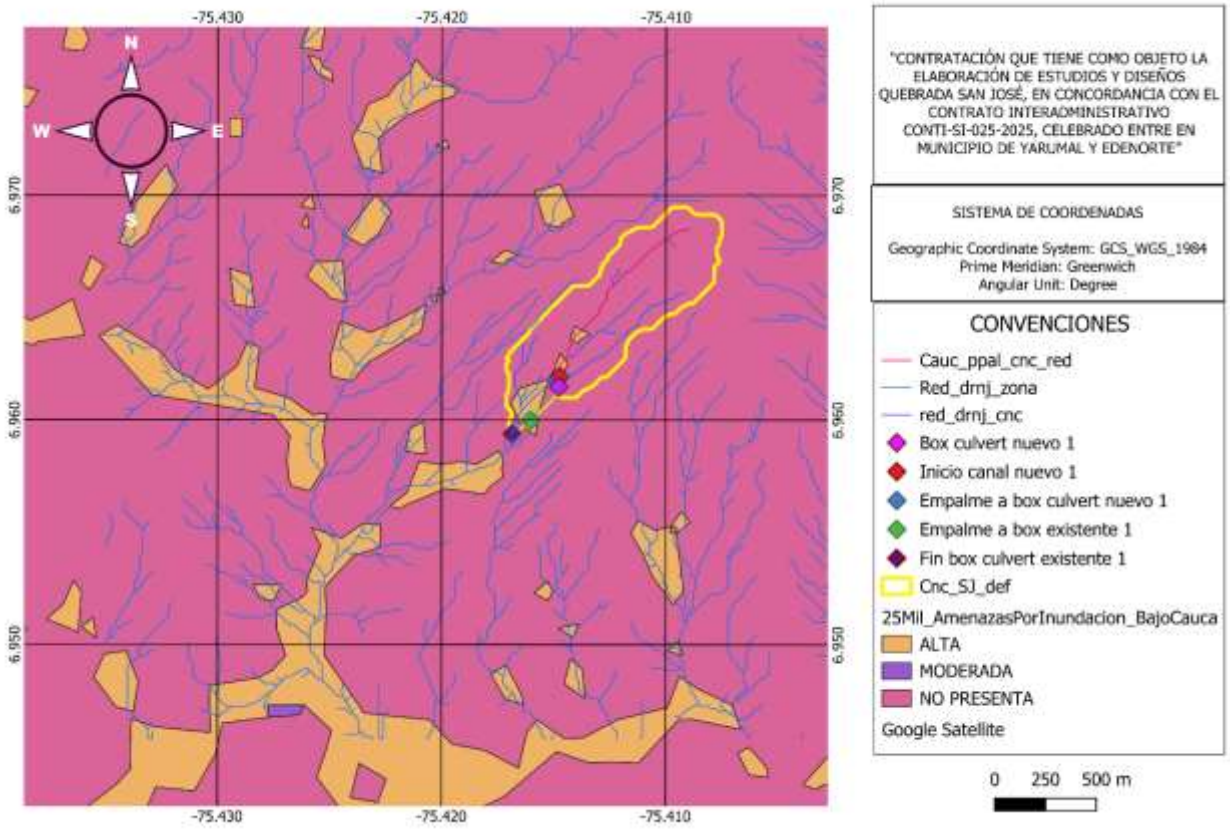


Figura 11. Mapa de amenaza por inundación en el área de estudio

Riesgo por inundación: El riesgo por inundación se define como la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En el municipio de Yarumal, la presencia de una amenaza media a alta, sumada a una vulnerabilidad alta en zonas intervenidas, genera un nivel de riesgo **alto**, especialmente en áreas cercanas a quebradas y drenajes.

Este riesgo se incrementa durante eventos de lluvia intensa, cuando los caudales aumentan y superan la capacidad de los cauces, generando desbordamientos y afectaciones en el entorno

6.1.1.3 Amenaza y riesgo por movimiento en masa

El municipio de Yarumal, ubicado en la cordillera Central de los Andes colombianos, presenta condiciones geomorfológicas y geológicas que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa. El territorio se caracteriza por un relieve montañoso con pendientes predominantes superiores al 25%, lo que incrementa la inestabilidad natural del terreno.

Desde el punto de vista geológico, el área se encuentra dominada por unidades del Complejo Cajamarca, conformadas por rocas metamórficas altamente meteorizadas que dan origen a suelos residuales de baja cohesión y alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

Adicionalmente, el municipio presenta una precipitación media anual superior a los 2.500 mm, lo cual genera procesos de saturación del suelo, incremento de la presión de poros y reducción de la resistencia al corte, facilitando la ocurrencia de deslizamientos, especialmente durante eventos de lluvia intensa.

En cuanto a los factores antrópicos, actividades como la apertura de vías, cortes de taludes, deforestación y ocupación de zonas de ladera contribuyen a aumentar la inestabilidad del terreno. Estas intervenciones, sumadas a la dinámica natural del territorio, incrementan la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos superficiales y caídas de material.

En el área de influencia del proyecto, la presencia de pendientes pronunciadas, suelos meteorizados y condiciones de alta pluviosidad permiten clasificar la amenaza por movimientos en masa como **alta**, especialmente en sectores cercanos a cauces y zonas intervenidas.

En consecuencia, es fundamental considerar esta amenaza en el desarrollo de actividades de ocupación de cauce, implementando medidas de manejo orientadas a la estabilización de taludes, control de escorrentía y conservación de la cobertura vegetal, con el fin de reducir el riesgo y garantizar la estabilidad del entorno.

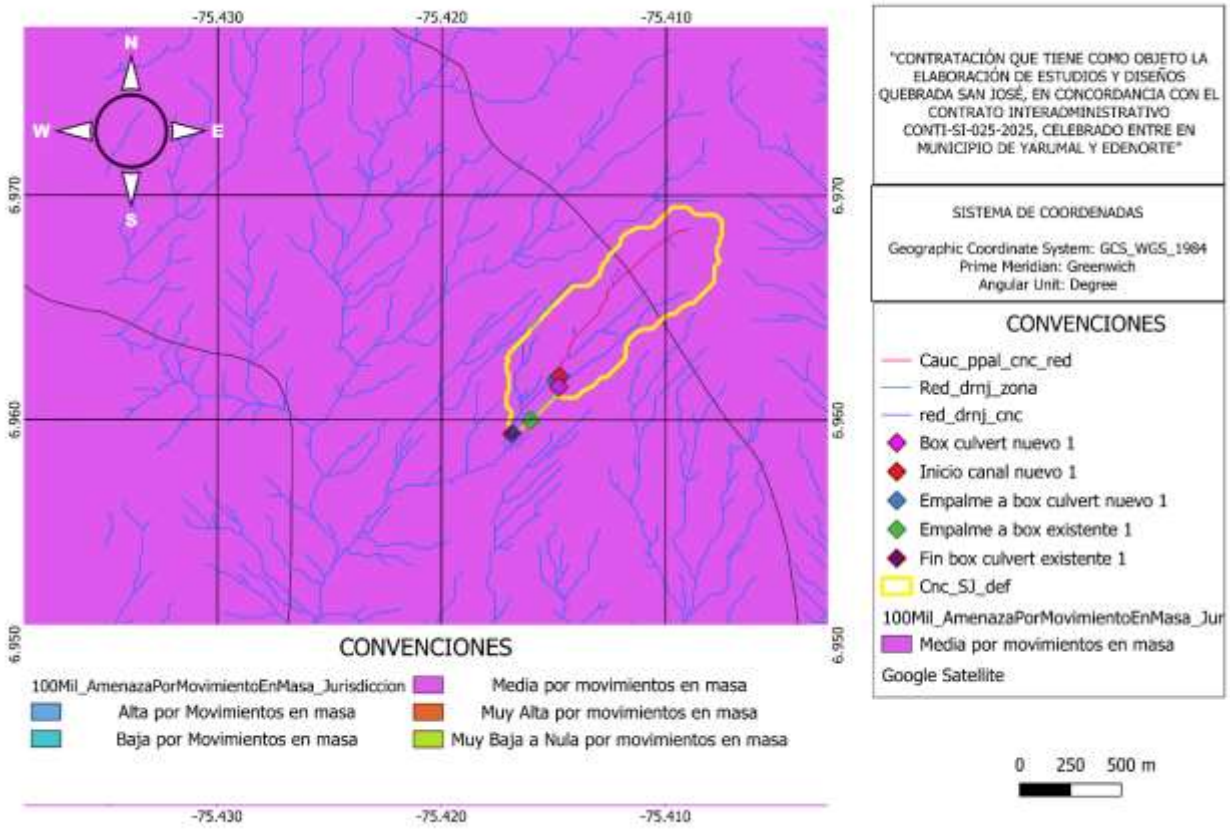


Figura 12. Mapa de amenaza por movimiento en masa en el área de estudio

Riesgo movimiento en masa: El riesgo por movimientos en masa se define como la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En el municipio de Yarumal, la presencia de una amenaza alta, sumada a una vulnerabilidad media a alta, genera un nivel de riesgo **alto**, especialmente en zonas de pendiente y áreas intervenidas.

Este riesgo se incrementa durante eventos de lluvia intensa, cuando la saturación del suelo reduce su resistencia y facilita el desplazamiento de material.

Amenaza sísmica

Colombia se encuentra en una zona de alta complejidad tectónica, donde la subducción de la placa de Nazca bajo la placa suramericana constituye una de las principales fuentes de generación sísmica. En el departamento de Antioquia, esta dinámica se complementa con la presencia de sistemas de fallas geológicas activas, que incrementan la probabilidad de ocurrencia de sismos.

En el municipio de Yarumal, la cercanía a estructuras tectónicas regionales y la ubicación en zona andina contribuyen a una amenaza sísmica significativa.

El municipio de Yarumal presenta una amenaza sísmica intermedia a alta debido a su ubicación en la región andina y su contexto tectónico. Por lo tanto, es fundamental considerar este factor en el diseño y ejecución de obras, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente y la implementación de medidas que reduzcan el riesgo para la infraestructura y el entorno.

La zonificación de la amenaza sísmica del municipio del Yarumal arroja valor de amenaza moderada

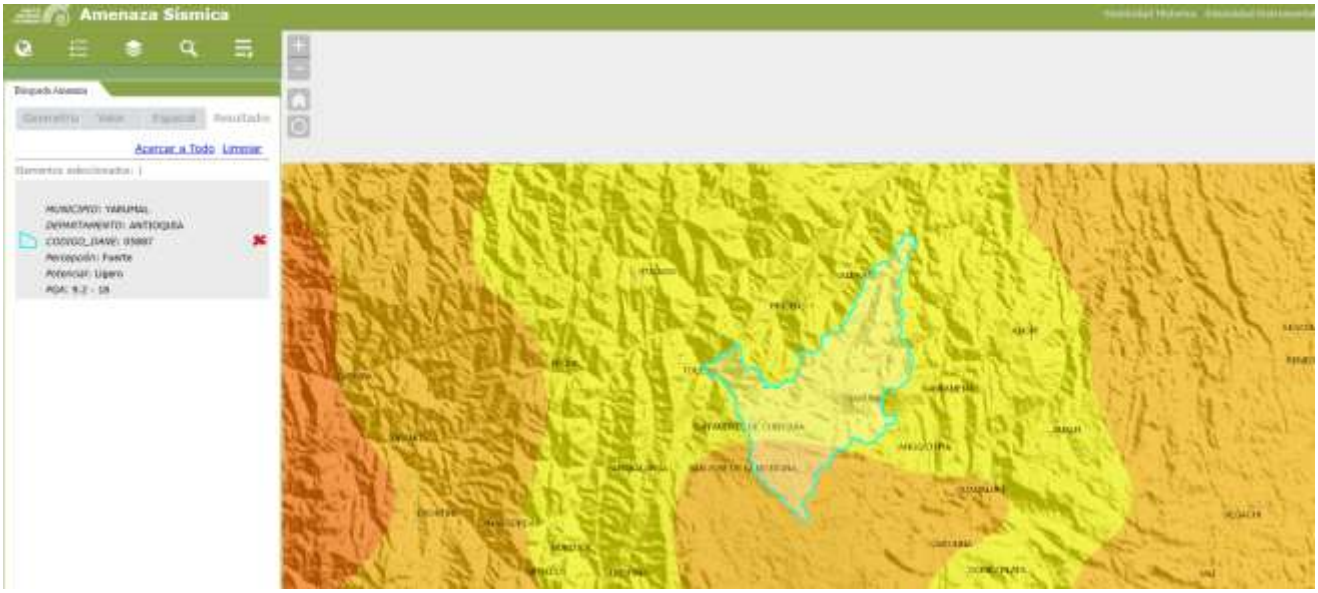


Figura 13. Mapa de intensidad sísmica municipio de Yarumal (Fuente: Servicio geológico de Colombia, 2026).

7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR Y CRONOGRAMA DE TRABAJO

7.1.1 DESCRIPCIÓN DE OBRA

- En la zona urbana del municipio de Yarumal, Antioquia, se proyecta realizar una obra hidráulica de canalización de la quebrada “San José” por medio de un canal abierto y un box culvert.
- Se tiene en cuenta que hay un tramo de box culvert existente de sección hidráulica de 1.20×1.70 m, que en términos de calles se ubica desde la carrera 23 hasta la carrera 22, y en términos de abscisado trazado para el proyecto se ubica entre K0+047.93 y K0+173.79, teniendo una longitud de 125.86 m. Se proyecta el empalme de un box culvert de sección 1.20×1.70 m nuevo a partir de esta última abscisa hasta la K0+430.69, cuya sección es de 1.20×1.70 m hasta la abscisa K0+389.67, en donde comienza a hacer una transición de sección hasta la abscisa K0+395.63, llegando a la

sección de 1.50×1.70 m, la cual se conserva hasta la mencionada abscisa de K0+430.69). La longitud total de este tramo nuevo de box culvert es de 256.90 m. A partir de la abscisa K0+430.69 hasta la K0+459.36 se ubica el canal abierto escalonado de sección 1.50×1.80 m, con una longitud de 28.67 m. En la figura N.º 20 se grafica lo anteriormente descrito, así como en la modelación hidráulica y plano topográfico se puede ver a mayor detalle.

- Para el tema de la socavación con respecto a la obra, se proyecta la construcción de una aleta al lado derecho (sentido del flujo) en el descole del box culvert existente, el cual se ubica en la abscisa K0+047.93, dada la vulnerabilidad que existe en la obra en este costado. Esto puede observarse en la siguiente fotografía del sitio:



Figura 14. Condiciones existentes (Ausencia de la aleta derecha en sentido del flujo) Descole del Box Culvert en la Abscisa K0+047.93

Adicionalmente, se completa la losa para que quede como una estructura monolítica. En la siguiente imagen se evidencia el diseño planteado:

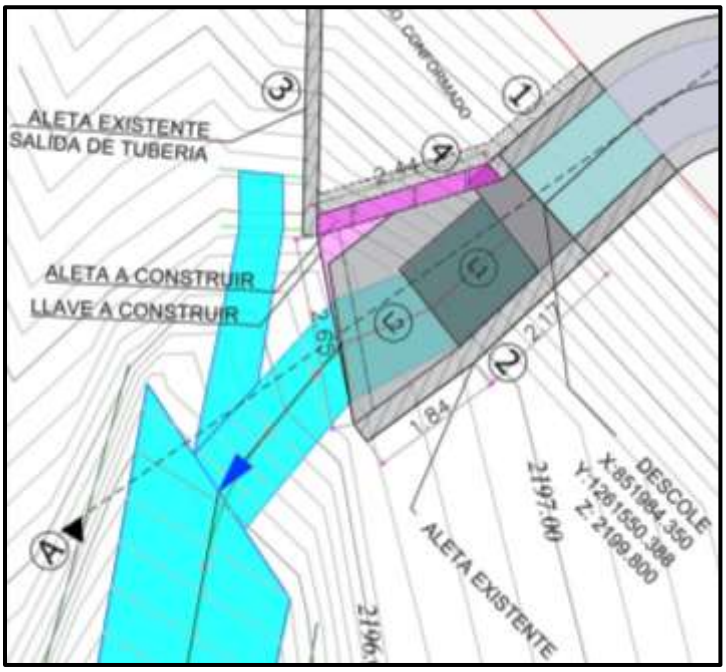


Figura 15. ALETA PROYECTADA Y COMPLETACIÓN DE Llosa PARA MITIGAR LA SOCAVACIÓN LATERAL EN DESCOLE DE BOX CULVERT EXISTENTE (COLOR MAGENTA)

Por otro lado, considerando que la socavación también afecta verticalmente, se proyecta una llave de confinamiento con las siguientes características:

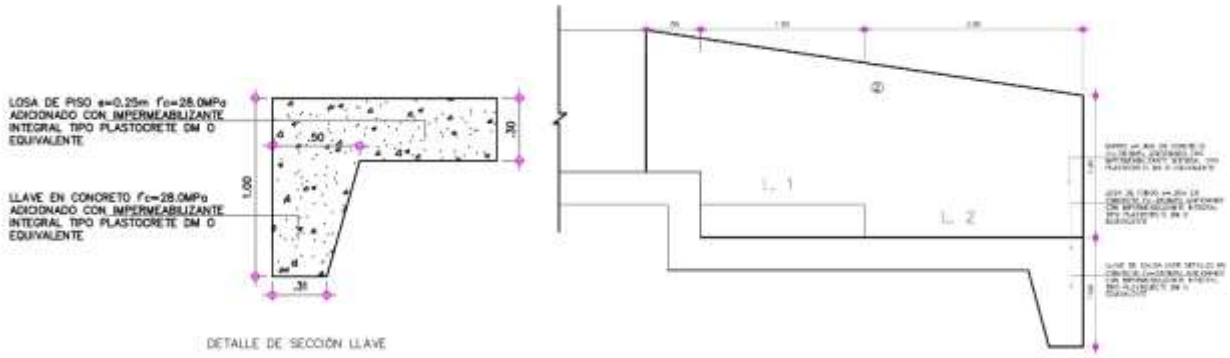


Figura 16. DISEÑO DE LLAVE VERTICAL DE CONFINAMIENTO PARA LA SOCAVACIÓN

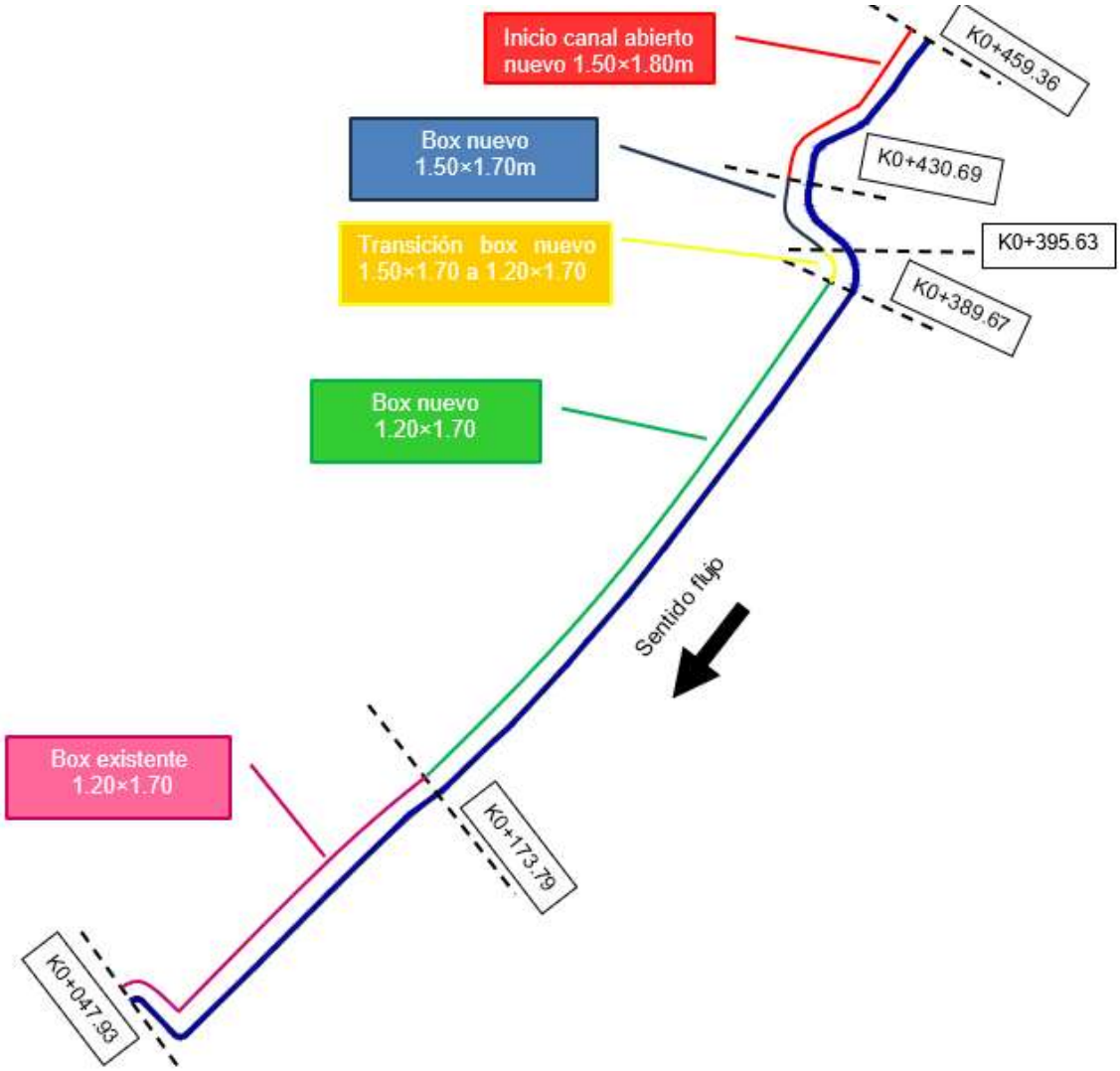


Figura 17. Vista en planta diseños de obras hidráulicas de canalización

La información anteriormente descrita se consolida y complementa con la siguiente tabla:

Tabla 5. Resumen de características de la obra Canal abierto.

Obra N°:	1	Tipo de la Obra:		Canal abierto	
Nombre de la Fuente:	San José			Duración de la Obra:	Permanente
Coordenadas				Altura(m):	1.80
LONGITUD (W) - X	LATITUD (N) Y		Z	Longitud(m):	28.67

Inicio	-75°	24’	53.07”	6°	57’	43.05”	2261.73	talud(H:V):	0:1
								ancho menor (m):	1.50
								ancho mayor(m):	1.50
Final	-75°	24’	53.64”	6°	57’	42.44”	2257.68	Pendiente Longitudinal (%):	Variable: 12,1%;4.7%;44.2%
								Profundidad de Socavación(m):	1.00
								Capacidad(m3/seg):	19.64*
								Cota Lámina de agua de la fuente de Tr= 100 años (m) sección K0+446	2260.31
								Cota del fondo del canal (m) sección K0+446	2259.12
Observaciones:				*El valor corresponde al cálculo de la capacidad hidráulica del canal para la pendiente más desfavorable, que es el valor de 4.7%					

Tabla 6. Resumen de características del Box Culvert Nuevo.

Obra N°:			2		Tipo de la Obra:		Box culvert nuevo	
Nombre de la Fuente:			San José				Duración de la Obra:	Permanente
Coordenadas inicio*							Altura(m):	1.70
LONGITUD (W) - X			LATITUD (N) Y			Z	Ancho(m):	1.50 / 1.20
-75°	24’	53.64”	6°	57’	42.44”	2259.38	Longitud(m):	256.90
							Pendiente (%):	≈15.4 %
							Capacidad total sección 1.50x1.70 / sección 1.20x1.70 (m3/seg):	23.18 / 23.28**
Coordenadas fin*							Cota Lámina de agua de la fuente de Tr= 100 años (m) sección 1.50x1.70 / sección 1.20x1.70	2256.42 / 2255.68***
-75°	24’	57.73”	6°	57’	35.96”	2222.90	Cota superior de la obra (m) sección 1.50x1.70 / sección 1.20x1.70	2256.95 / 2256.14***

Observaciones:	*Las coordenadas corresponden al abscisado K0+430.69 (inicio box nuevo) y K0+173.79 (fin box nuevo), con Z en la cota hidráulica efectiva en la parte superior de la obra. **Para el cálculo de ambos valores varía la sección transversal y la pendiente en los tramos, obteniendo valores de capacidad hidráulica similares. ***Valores que corresponden en las abscisas K0+400 y K0+389.67 respectivamente como secciones representativas.

Lo anteriormente descrito se puede ver de forma gráfica y detallada dentro del plano topográfico, donde se ubican espacialmente las estructuras propuestas.

7.2 OBRA PROVISIONAL

- La modelación de la obra provisional se realizó utilizando el caudal medio de la fuente calculado con base en la precipitación promedio multianual y el área de la cuenca, considerando además que la ejecución de la obra definitiva tendrá lugar durante una temporada no invernal. Esto permite un análisis adecuado de las condiciones hidrológicas esperadas. Sin embargo, en caso de presentarse una avenida torrencial inesperada y al ser la obra provisional una ataguía de costales con tubería Novafort PVC, el arrastre y el impacto de estos por el lecho es mínimo, además, la entidad constructora estará obligada a retirar los costales de la fuente y a reconstruir la obra provisional para garantizar la continuidad y correcta finalización de la obra definitiva. Esta medida asegura la protección y estabilidad del proyecto frente a eventos hidrometeorológicos extraordinarios.
- Se plantea el uso de una obra provisional (tubo Novafort PVC de diámetro Ø24") de acuerdo con el caudal medio de la fuente de 0.02245 m^3/s con base en la precipitación promedio multianual y el área de la cuenca, con el objetivo de realizar un desvío temporal del flujo del agua canalizando la entrada por medio de costales rellenos con material proveniente de la excavación, mientras se realiza la construcción de la obra principal, así evitando la sedimentación con residuos sólidos al afluente y tener un mejor rendimiento en la ejecución del proyecto.
- En caso de presentarse una avenida torrencial o creciente extraordinaria, dado que la obra definitiva está diseñada para un periodo de retorno de 100 años, las actividades se suspenderán hasta que el caudal retorne a su nivel medio y las condiciones de trabajo sean seguras. Por ende, la entidad constructora deberá retirar la obra provisional y retomarla en el debido momento que vuelvan las condiciones regulares, garantizando así la continuidad y correcta finalización de la obra definitiva.

Con el fin de demostrar la viabilidad del manejo provisional de aguas, se anexa modelación de la obra mencionada:

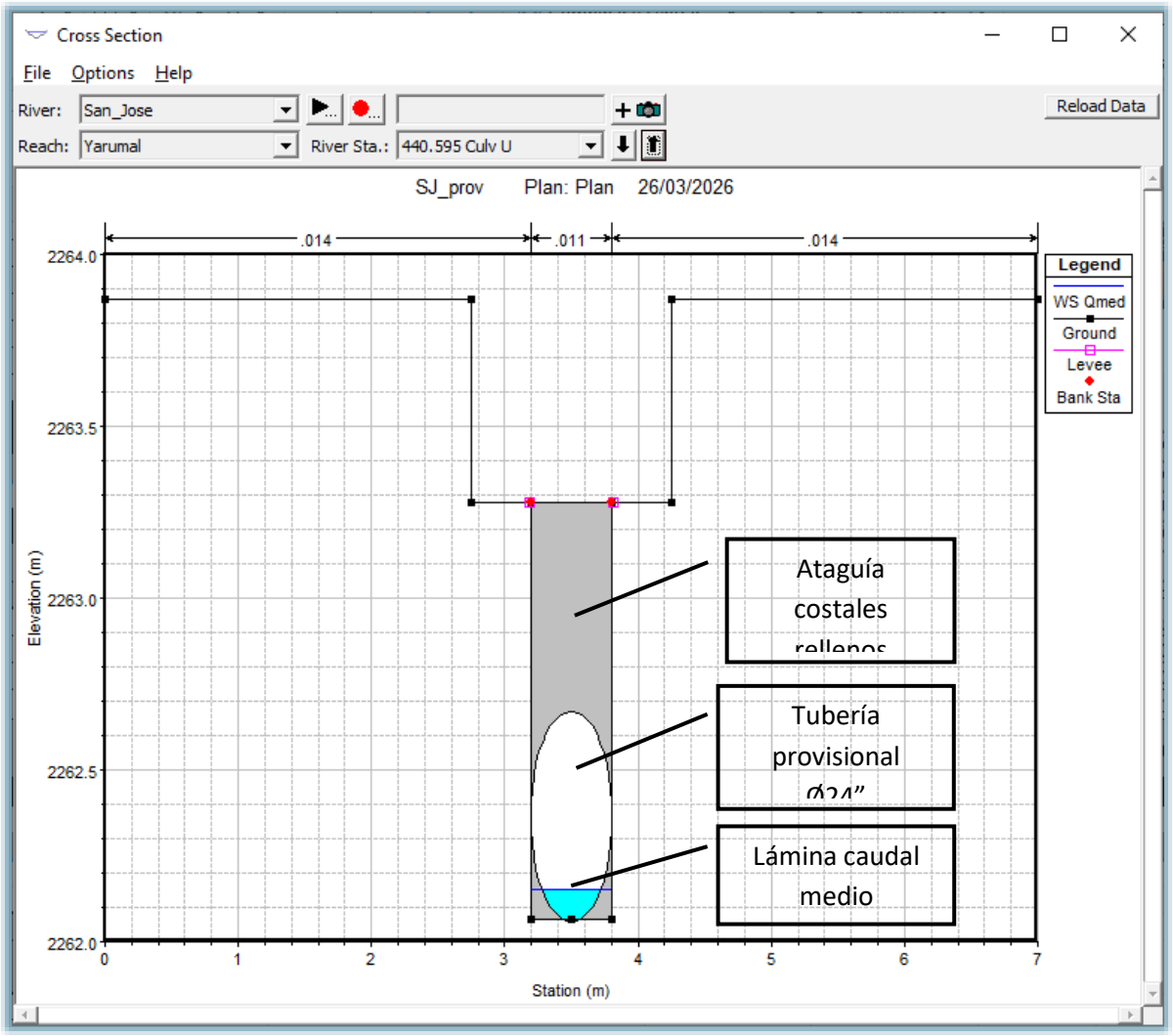


Figura 18. IMPLEMENTACIÓN DE OBRA PROVISIONAL EN FUENTE “SAN JOSÉ” POR MEDIO DE tubería provisional

La información previamente descrita se consolida y complementa en las siguientes tablas:

Tabla 7. Resumen de características de la obra provisional (tubería ø=24")

Obra N°:			3			Tipo de la Obra:	Tubería	
Nombre de la Fuente:			San José			Duración de la Obra:	Provisional	
Coordenadas de inicio							Longitud (m):	33.45
LONGITUD (W) - X			LATITUD (N) Y			Z	Diámetro (m):	0.6096
-75°	24'	53.01"	6°	57'	43.11"	2262.05	Pendiente Longitudinal (m/m):	0.151
							70% Capacidad (m^3/seg):	2.27
Coordenadas de fin							Cota Lámina de agua de la fuente Qmed (m)	2262.15 (entrada) 2257.03 (salida)
-75°	24'	53.72"	6°	57'	42.30"	2257.00	Cota Batea (m)	2262.06 (entrada) 2256.99 (salida)
Observaciones:								

Tabla 8. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROVISIONAL (ATAGUÍA EN COSTALES RELLENOS)

Obra N.°				4	Tipo de la obra			Ataguía (muro en costales)	
Nombre de la fuente:				San José				Duración de la obra:	Provisional
Coordenadas								Altura (m)	1.20
	LONGITUD (W) - X			LATITUD (N) Y			Z	Ancho (m)	0.40
Inicio izq.	-75°	24’	52.95”	6°	57’	43.15”	2262.60	Longitud (m)	13.00
Inicio der.	-75°	24’	53.00”	6°	57’	43.19”	2262.60	Pendiente longitudinal (%)	3.46 %
Fin izq.	-75°	24’	53.70”	6°	57’	42.22”	2256.86		
Fin der.	-75°	24'	53.76”	6°	57’	42.22”	2256.86		
Observaciones:									

7.3 CRONOGRAMA DE OBRA

Se adjunta documento con la información de la programación de obras

8 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En cuanto a la calificación de los impactos ambientales, se utilizó el método de la “Método EPM” (Arboleda, 2008) definido por las empresas públicas de Medellín, el cual es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales, por medio de un procedimiento analítico que desarrolló una ecuación para la calificación ambiental que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios:

$$Ca = C\{P[EM + D]\}$$

Dónde:
Ca: Calificación ambiental (varía entre 0.1 – 10.0)

C: Clase (+ o -)
P: Presencia (varía entre 0.0 – 1.0)
E: Evolución (varía entre 0.0 – 1.0)
M: Magnitud (varía entre 0.0 – 1.0) D: Duración (varía entre 0.0 – 1.0).

Los cuales se definen como:

- Clase (C): El sentido que tiene el cambio ambiental producido, pudiendo ser positivo (+) o negativo (-), según el medio se va beneficiando o perjudicando respectivamente.
- Presencia (P): Representa la probabilidad de que el impacto que se enuncia tenga lugar efectivamente, para lo cual se expresa como el porcentaje de probabilidad de ocurrencia.
- Evolución (E): Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o se inicia hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias; se califica de acuerdo con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable tiempo y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presenta el impacto (rápido, lento, etc.).
- Magnitud (M): Evalúa la dimensión del cambio ambiental producido, se sugiere presentación de los valores en términos de magnitud relativa (porcentaje) a través de comparaciones del valor del elemento ambiental afectado en una determinada zona de influencia.
- Duración (D): Corresponde al periodo de tiempo de existencia activa del impacto y sus consecuencias; su evaluación se hace conforme al tiempo que permanece el impacto (muy largo, largo, corto) (León, 2002).

Se determinó que las dos partes de la ecuación debían ser afectadas por unas constantes de ponderación que equilibran los pesos relativos que cada una de ellas tenía. Por lo tanto, se introdujeron en la ecuación dos constantes de ponderación (ay b) cuya suma debe ser igual a 10. Se obtuvo la siguiente ecuación para expresar la Calificación Ambiental de un determinado impacto:

$$Ca = P(aEM + bD)$$

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de Ca será mayor que cero y menor o igual a 10. Este valor numérico se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto (muy alta, alta, media, baja y muy baja), asignándole los rangos definidos en la Tabla 9.

Tabla 9. Valores por rango de cada criterio.		
CRITERIO	**RANGO**	**VALOR**
CLASE	POSITIVA (+)	-
	NEGATIVA (−)	-
PRESENCIA	CIERTA	0.70 – 1.00
	PROBABLE	0.30 – 0.69
	POCO PROBABLE	0.00 – 0.29
EVOLUCIÓN	RÁPIDA	0.61 – 1.00
	MEDIA	0.41 – 0.60
	LENTA	0.00 – 0.40
MAGNITUD	ALTA	0.61 – 1.00
	MEDIA	0.41 – 0.60
	BAJA	0.00 – 0.40
DURACIÓN	LARGA	0.71 – 1.00
	MEDIA	0.41 – 0.70
	CORTA	0.00 – 0.40
CALIFICACIÓN AMBIENTAL	MUY ALTO	9.1 – 10
	ALTO	6.1 – 9.0
	MEDIO	4.1 – 6.0
	BAJO	2.0 – 4.0
	MUY BAJO	0 – 1.9
CONSTANTES DE PONDERACIÓN	a	**7.0**
	b	**3.0**

El grado de significancia de la valoración de los impactos ambientales se determina en la Tabla 10.

Tabla 10. Categorías de Importancia Ambiental.	
CATEGORÍA	**VALOR**
MUY ALTA	8.0 – 10
ALTA	6 – 8
MEDIA	4 – 6
BAJA	2 – 4
MUY BAJA	0 – 2

8.1 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

ETAPA	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	TIPO	I	E	D	R	M	P	CALIFICACIÓN AMBIENTAL	CLASIFICACIÓN
Demolición parcial de estructura	Agua	Aumento de turbidez por desprendimiento de sedimentos	-	3	2	2	2	1	2	12	Moderado
	Suelo	Remoción del material de cauce y orillas	-	3	2	2	2	1	2	12	Moderado
	Aire	Emisión de partículas por demolición	-	2	2	1	1	1	1	8	Leve
	Ruido	Incremento de ruido por maquinaria	-	2	2	1	1	1	1	8	Leve
	Flora y fauna	Alteración temporal de hábitats acuáticos y ribereños	-	3	2	2	2	2	2	13	Moderado
	Comunidad	Riesgo o incomodidad por tránsito y obras	-	2	2	2	1	1	2	10	Moderado
Adecuación y construcción de	Agua	Posible vertimiento de aguas de lavado y mezclas	-	2	2	2	2	1	2	11	Moderado

	Suelo	Compactación por tránsito de maquinaria	-	2	2	2	2	1	2	11	Moderado
	Aire	Emisión de polvo por movimiento de materiales	-	2	2	1	1	1	1	8	Leve
	Ruido	Incremento por equipos y transporte	-	2	2	2	1	1	1	9	Leve
	Flora y fauna	Perturbación por presencia de maquinaria y personal	-	2	2	2	2	2	2	12	Moderado
	Comunidad	Afectación temporal a la movilidad y seguridad	-	2	2	2	1	1	2	10	Moderado
	Paisaje	Alteración temporal por presencia de obras	-	2	2	2	1	2	2	11	Moderado
Funcionamiento permanente de la obra	Agua	Mejoramiento del flujo y drenaje del cauce	+	2	2	3	1	1	3	12	Moderado positivo
	Suelo	Estabilización del cauce y márgenes	+	2	2	3	1	2	3	13	Moderado positivo

	Flora y fauna	Recuperación del hábitat por mejor drenaje	+	2	2	3	1	2	3	13	Moderado positivo
	Comunidad	Mejora de la conectividad vial y seguridad	+	3	2	3	1	1	3	13	Moderado positivo
	Paisaje	Mejora estética por infraestructura funcional	+	2	2	3	1	2	3	13	Moderado positivo

9 MEDIDAS DE MANEJO

9.1 MANEJO DE LA CALIDAD DEL PAISAJE Y LA VEGETACIÓN

Es claro que la ocupación de cauces generará modificaciones en el paisaje debido a la interferencia con el trazado, que hace necesario remover vegetación o introducir nuevos elementos que no existían antes. Se hace necesario entonces tomar una serie de medidas que permitan una intervención racional y la adecuación del paisaje posterior a la terminación de la obra.

El tratamiento que se le brinda a la vegetación y el paisaje en la ejecución de todo proyecto de infraestructura hidráulica debe llevarse a cabo cumpliendo la normatividad Decreto 1715 de 1978 y el Decreto 1791 de 1996 se encuentran en la tabla 1.

Ficha 1. Manejo de la Vegetación y el paisaje
Tipo de Medida: Prevención y mitigación
Objetivo: Definir las medidas que permitan prevenir y mitigar los posibles efectos adversos que se presenten sobre la vegetación y el paisaje durante las obras de intervención.
Responsable de la ejecución: Residente de obra
Etapa: Construcción de obras
Lugar de aplicación de las medidas: al interior de la obra
Medidas Propuestas

Se evitará la circulación de vehículos por zonas verdes. Para ello se proyectará y construirá los accesos requeridos desde la fase inicial del proyecto.

Se realizará un proceso de limpieza, el cual consiste en la remoción de toda la vegetación u otro material no deseable, hasta el nivel del terreno natural (descapote). Se almacenará la materia orgánica del suelo en pilas evitando en la medida posible la perdida de la estructura.

Estas pilas serán cubiertas y se instalarán barreras que impidan su arrastre por escorrentía para utilizarlo en el paisajismo final de la obra, o entregarlo para cubrir necesidades similares externas.

Se Evitará en la medida de lo posible no utilizar las zonas verdes para el almacenamiento de materiales.

De no contar con otra alternativa se procederá a la protección de la cobertura vegetal. Se restaurarán las zonas intervenidas de manera paralela al avance de las obras, mediante arborización. Se realizará también la arborización de las zonas correspondiente al área de retiro que se debe cumplir para proteger las Fuente hídricas.

Se realizará una reforestación en las zonas de ladera de la Fuente hídrica **(Quebrada San Jose)** que este desprovista de vegetación como medida de compensación. Esto se llevará a cabo mediante la siembra de especies nativas a lo largo de la zona de protección ecológica de la fuente. Las obras para realizar en el marco del plan deberán comprender acciones como reforestación en épocas de lluvia para garantizar la supervivencia y rendimiento del material sembrado.

Se realizará los cerramientos provisionales necesarios los cuales permitirán aislar las obras y evitar posibles accidentes y contaminación visual a la comunidad. Los cerramientos tendrán mínimo 2,5 m de altura. La materia vegetal en ningún caso se mezclará con escombros, residuos ordinarios ni peligrosos.

Una vez concluida la obra, se recogerán todos los materiales sobrantes y la señalización provisional utilizados durante la ejecución en un plazo no mayor de una semana

Cronograma

ACTIVIDAD	N°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Manejo de la Vegetación y el paisaje								

Indicadores de seguimiento Área revegetalizados y obras de paisajismo $\frac{Area\ revegetalizada\ (m2)}{Area\ total\ del\ predio\ (m2)}$ ***100%**
Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario
Responsable: Contratista
Costos: Costos asociados a cerramiento Compra de elementos de protección personal Procesos de revegetalización.
Costo Total: $2.500.000

9.2 MANEJO DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Durante el desarrollo de la intervención que se pretende llevar a cabo en la Fuente hídrica, se pueden generar afectaciones de la calidad del aire y aumentar la presión sonora en la zona. La contaminación atmosférica que se dé durante el desarrollo de la obra de construcción puede proceder de fuente principal: emisiones difusas de material particulado, gases de combustión y ruido generado por la operación de maquinaria. Se hace necesario el manejo adecuado de las fuentes de contaminación que permitan minimizar los efectos al medio ambiente y disminuir los efectos negativos que éstos pueden ocasionar sobre la salud humana. Así mismo, el control de los niveles de ruido por debajo de los límites permisibles permite reducir los problemas de salud ocupacional que estas actividades puedan generar.

Ficha 2. Manejo de la calidad del aire
Tipo de Medida: Prevención, Mitigación
Objetivo: Realizar un adecuado manejo de las fuentes de contaminación atmosférica evitando al máximo afectaciones al recurso aire.
Responsable de la ejecución: Residente de obra
Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras
Lugar de aplicación de la medida: vías de tránsito vehicular y centro de acopio de materiales
Medidas Propuestas • Se llevará un control del estado de los vehículos de carga pesada para minimizar las emisiones de y ruido • Los vehículos utilizados deberán contar con los registros recientes de sincronización. • Todo vehículo deberá tener su hoja de vida para constatar los mantenimientos preventivos y correctivos realizados durante la duración de esta

- No se permitirá el uso de vehículos viejos y obsoletos
- Todos los vehículos que se encuentren vinculados al proyecto deberán tener el certificado de revisión técnico-mecánica vigente, expedida en un sitio autorizado por la autoridad competente, para aquellos que de acuerdo con la norma no lo requieren, deberán presentar el certificado de emisión de gases.
- Se prohíbe quemas a cielo abierto en cualquier etapa de la obra
- Se prohíbe la implementación de fogones provisionales a base de madera como combustible

Control de ruido

- En caso de presentarse quejas o reclamos por parte de la comunidad, relacionadas con altos niveles de presión sonora, estos serán atendidas de forma inmediata. Cuando se requiera utilizar equipos muy sonoros en la obra, a más de 80 dB se trabajará solo en jornada diurna y por períodos cortos de tiempo. Cuando se requiera realizar trabajos que generen ruido durante las horas de la noche es necesario tramitar el permiso de ruido nocturno ante la inspección de policía
- El uso de los vehículos pesados de carga solo se podrá hacer en horario diurno, con el fin de evitar molestias a la comunidad y mantener los niveles de presión sonora por debajo de 65 dB.
- Se Prohibirá a los vehículos que trabajen en la obra el uso bocinas, salvo la alarma de reversa.
- En la medida de lo posible se preservarán barrearas vivas
- Se establecerá un único horario para el cargue y descargue de materiales, con el fin de que la comunidad planee sus actividades de acuerdo con esto.
- En caso de que el ruido supere los LMP será obligatorio para los trabajadores el uso de tapones auditivos

Emisión de material particulado

- Se mantendrá control sobre los materiales de construcción que se encuentran en el frente de obra, para esto se mantendrán debidamente cubiertos y protegidos del aire y el agua.
- Durante los días secos se humedecerán las zonas de construcción que por sus características o ubicación permitan el levantamiento de polvo; de igual forma los materiales de construcción como arena, agregados y demás que se encuentren en las zonas de almacenamiento temporalmente, deben humedecerse.
- Se realizarán riego sobre las zonas de trabajo que se encuentren desprovistas de cobertura vegetal. Las frecuencias de los riegos dependerán de las condiciones climáticas de la zona.
- Se prohíbe el uso de agua potable para realizar las humectaciones de los materiales de construcción y las áreas de trabajo.

- Para el transporte de materiales, se tendrá en cuenta la Resolución 541 de 1994, de manera que se evite al máximo posible el escape de partículas de polvo al ambiente, para lo cual se humedecerá el material a transportar
- En la medida de lo posible no se acumularán materiales de construcción para con el fin de evitar la pérdida de este y la contaminación del recurso aire.
- Se implementará un sistema de limpieza y lavado de llantas de todos los vehículos que salgan de la obra evitando la dispersión de material particulado.
- Se prohibirá que los vehículos, volquetas y demás maquinaria transite al interior de la obra a una velocidad mayor a 20 km/h
- Se mantendrán los cerramientos provisionales que evitarán al máximo la fuga y dispersión de material articulado.

Cronograma

ACTIVIDAD	N°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Manejo de la calidad del aire								

Indicadores de seguimiento

Cerramiento instalado:

$$\frac{\textit{Metros de cerramiento instalados}}{\textit{metros de cerramietno programados para instalar}}*100\%$$

Atención por quejas y reclamos

$$\frac{\textit{Quejas resueltas}}{\textit{Quejas por ruido o contaminación por polvo}}$$

Porcentaje de área revegetalizada

$$\frac{\textit{m2 revegetalizados}}{\textit{m2 programados para revegetalizar}}*100\%$$

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario

Responsable: Contratista

Costos:
Costos asociados a cerramiento
Compra de elementos de protección personal
Procesos de revegetalización.

Costo Total: $ 950.000

9.3 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN Y SOBRANTES DE CONSTRUCCIÓN COMO MATERIALES DE LAS EXCAVACIONES Y ESCOMBROS

Las actividades de intervención de la fuente que requerirán la adquisición, transporte, cargue, descargue, almacenamiento, manejo y disposición final de materiales de construcción, así como sobrantes de la construcción y materiales provenientes de las excavaciones. El adecuado manejo de los materiales de construcción se llevará a cabo cumpliendo con la normatividad Decreto 1594 de 1984, Resolución 541 de 1994, Decreto 948 de 1995, Ley 685 de 200, Ordenanza 18 de 2002

Ficha 3. Manejo y almacenamiento de materiales de la construcción y sobrantes de construcción como materiales provenientes de las excavaciones y escombros

Tipo de Medida: Prevención, Mitigación

Objetivo: Realizar el manejo de los diferentes materiales utilizados y resultantes de las obras de construcción

Responsable de la ejecución: Residente de obra

Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras

Lugar de aplicación de las medidas: al interior de la obra

Medidas Propuestas

Manejo de materiales provenientes de las excavaciones

- Cuando se haga necesario remover la materia orgánica del suelo se hará por separado de las inertes del suelo.
- Los diferentes materiales provenientes de las excavaciones se almacenarán en sitios debidamente delimitados y señalizados.
- Los sitios provisionales de almacenamiento de los materiales provenientes de las excavaciones deberán estar ubicados y lejanos de la Fuente hídrica.
- Los materiales deben además estar debidamente cubiertos protegidos de la acción de lluvia y el viento.

Adquisición de materiales de construcción

- La adquisición de materiales de construcción tales como agregados, concreto, entre otros se realizará en sitios autorizados por la autoridad competente, los cuales deberán contar con los permisos y licencias minera y ambientales pertinentes para la realización de sus actividades.
- Se contará en la obra con una copia de los diferentes permisos y licencias con las que cuenten los proveedores.

Acarreo y transporte de los materiales de construcción

- Los vehículos utilizados para el transporte de materiales a la obra tendrán incorporados a su carrocería los contenedores o platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material.
- El contenedor o platón de los vehículos estará constituido por una estructura continua, sin roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Debe estar en perfectas condiciones de mantenimiento, con sus puertas de descargue adecuadamente aseguradas y herméticamente selladas durante la movilización.
- Los vehículos en los cuales se transportarán los materiales a la obra no serán llenados por encima de su capacidad o a ras con el borde superior.
- Los materiales deberán ir debidamente cubiertos con lonas en forma tal que caiga por lo menos 30 cm del borde superior del mismo.
- El transporte se realizará estrictamente por las rutas que la autoridad ambiental lo autorice.
- Los vehículos que transporten el material deben cumplir con todos los requisitos industriales y ambientales como:

    1. SOAT del vehículo vigente.
    2. Certificado técnico-mecánico
    3. Botiquín con elementos básicos.
    4. Extintor con recarga vigente.
    5. Equipo de carretera: herramienta, llanta de repuesto, triángulos o banderolas, tacos.
    6. Cinturones de seguridad en buen estado.
    7. Llantas en buen estado.
    8. Frenos en buen estado.
    9. Carpa o lona en buen estado.
    10. Limpieza aceptable del vehículo en general.
- Se prohibirá a los vehículos transitar al interior de la obra a una velocidad superior a 20 km/h.

Almacenamiento de los materiales de construcción

- Se contarán con patios destinados solo para el almacenamiento de los materiales de construcción. Los patios preferiblemente contaran con superficies solidas o con protección al suelo
- Los sitios para el almacenamiento de los materiales de construcción estarán ubicados al interior del predio del proyecto.
- Por ningún motivo se almacenarán materiales de construcción en áreas púbicas o ajenas al proyecto.

- Se prohibirá a toda costa el almacenamiento de materiales de construcción sobre zonas verdes provistas de cobertura vegetal y zonas de ronda hidráulica de ríos, quebradas, humedales, en sus cauces y sus lechos.
- Los sitios de almacenamiento de materiales de construcción serán debidamente señalizados
- Todos los materiales de construcción estarán debidamente cubiertos y si es posible estarán almacenados en sitios provistos de techos.
- Los materiales de construcción que se encuentran en el frente de obra deben estar debidamente cubiertos y protegidos de la acción del aire y del agua.
- El material al frente de obra que no se haya gastado en la jornada laboral será debidamente cubierto y señalizado

Manejo de concretos:

- Los materiales pétreos y granulares almacenados temporalmente en los frentes de trabajo deben estar protegidos contra la acción erosiva del agua, aire y su contaminación.
- Se debe presentar la programación semanal de los materiales cuyas cantidades no deben sobrepasar las necesidades para 2 días.
- La preparación de los concretos por medio de mezcladora manual se debe realizar montando la mezcladora exclusivamente sobre formaletas metálicas o sobre plástico de buen calibre para evitar vertimientos y caídas de este tipo de producto al suelo y posteriormente a las aguas superficiales.
- Se deben recoger y disponer adecuadamente en forma inmediata los derrames de mezclas de concreto.
- Los materiales empleados en la obra no deben generar obstrucción del flujo peatonal y vehicular

Manejo especial de maderas:

La madera producida en la obra tendrá el siguiente manejo:

●Los residuos de madera que se generen en la obra serán llevados al centro de acopio temporal y por ningún motivo se mezclarán con otros residuos
●De ser posible puede “chipearse” en el lugar de la obra y utilizarse para la conformación final del sustrato para las zonas verdes.
●Ya que la madera es un residuo reutilizable esta puede utilizarse en el desarrollo de la obra en la elaboración de tablones, apoyos, teleras, formaletas, barreras.
●Los residuos de madera que no se alcancen a aprovechar dentro de la obra se entregarán a una empresa autorizada para su aprovechamiento.
●Se evitará al máximo la entrega de los residuos de madera para su disposición final.

Manejo de escombro

- Todos los escombros generados en la obra serán debidamente separados de la forma que se da a continuación:
    1. Concreto
    2. Rocas o fragmentos de roca.
    3. Triturado
    4. Arena

- Los escombros y materiales especiales no permanecerán por más de 24 horas en el frente de obra
- No se permitirá por ningún motivo mezclar residuos especiales con residuos ordinarios
- Los escombros separados estarán apilados, bien cubiertos y ubicados, para evitar tropiezos y/o accidentes. Se protegerán de la acción erosiva del aguay del aire, evitando su contaminación. Para esto se cubrirán con plástico, lona impermeable o malla, asegurando su estabilidad y permanencia; también, mediante la utilización de contenedores móviles, de baja capacidad de almacenamiento.
- Se prohibirá en la obra depositar escombros en zonas verdes o zonas de ronda hidráulica de ríos, quebradas, humedales, en sus cauces y sus lechos.
- Los vehículos destinados al transporte de escombros se llenarán sin superar su capacidad; la carga se cubrirá con una lona o plástico, que baje por lo menos 30 centímetros, contados de su borde superior hacia abajo, cubriendo los costados y la compuerta.

- Una vez finalizada la obra, se recogerán todos los materiales sobrantes y la señalización provisional utilizados durante su ejecución en un plazo no mayor de una semana.

Cronograma:

ACTIVIDAD	Nr°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Manejo y almacenamiento de materiales de la construcción y sobrantes de construcción como materiales provenientes de las excavaciones y escombros								

Indicadores de seguimiento:

Aprovechamiento de RCD:

$$\frac{RCD\ aprovechados\ en\ obra\ (Kg)}{RCD\ \ Totales\ (Kg)} \times 100\%$$ **RCD pétreos generados** $$\frac{RCD\ petreos\ generados\ en\ la\ obra\ (Kg)}{RCD\ \ Totales\ (Kg)} \times 100\%$$ **RCD No petreos generados** $$\frac{RCD\ No\ petreos\ generados\ en\ la\ obra\ (Kg)}{RCD\ \ Totales\ (Kg)} \times 100\%$$
Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario
Costos: $ 4,000.000

9.4 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS

Se espera que durante las obras de intervención se generen residuos sólidos de diversos tipos (ordinarios, reutilizables, reciclables y peligrosos); estos residuos resultan de las actividades propias de la administración y construcción de la obra. Se hace necesario entonces una adecuada gestión evitando al máximo la afectación sobre los recursos naturales. La gestión integral de los residuos sólidos generados en la obra se debe llevar a cabo teniendo en cuenta la siguiente normatividad, Decreto 1713 de 2002, Resolución 1045 de 2003, Decreto 4741 de 2005, Decreto 838 de 2005, Ley 1252 de 2008 y Resolución 2184 de 2019.

Ficha 4. Gestión integral de Residuos sólidos y residuos peligrosos
Tipo de Medida: Prevención y mitigación
Objetivo: Establecer un sistema integral de gestión de los residuos sólidos generados durante las obras de intervención de la Fuente hídrica
Responsable de la ejecución: Residente de obra
Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras
Lugar de aplicación de las medidas: al interior de la obra

Medidas Propuestas

- Se dispondrá de puntos ecológicos de separación y almacenamiento adecuado para los diferentes tipos de residuos generados en la obra.
- Se realizará una caracterización de los residuos sólidos generados en la obra con el fin de definir los diferentes tipos de tratamientos y disposición final que pueda dárseles.
- Todas las canecas que se utilizarán para la deposición de los residuos sólidos estarán rotuladas en formato visible y entendible tapadas con su respectiva manigueta para evitar proliferación de vectores.
- Se garantizará que los sitios de almacenamiento y acopio de los residuos sólidos estén protegidos de la acción del agua y animales y estén debidamente rotulados e identificados.
- Se realizará capacitación a todo el personal de la obra sobre el sistema de separación y almacenamiento de los residuos sólidos generados y sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en las canecas asignadas para cada residuo.
- Se dispondrá de un adecuado sistema de evacuación de los residuos evitando a toda costa la sobrecarga en las canecas y sitios de acopio.
- Todos los residuos de empaques de suministros deben ser clasificados y conducidos al centro de acopio.
- Se prohibirá al personal de la obra arrojar cualquier residuo sólido sobre las Fuente hídricas.
- Los campamentos contaran con los recipientes adecuados para la deposición de los residuos sólidos generados cumpliendo con los códigos de colores y rotulación





Código de colores para la separación de residuos solidos

- Se identificarán empresas y personas que estén interesadas en recibir materiales reciclables o reutilizables, resultantes de las obras de construcción.
- Se prohibirá la quema de cualquier tipo de residuo sólido.

- Todos los días al finalizar la jornada de trabajo se realizará una limpieza de áreas de trabajo. Los residuos resultantes de dicha actividad se dispondrán en las canecas y sitio de acopio correspondiente.

A continuación, se realiza una descripción del manejo que se dará a los diferentes residuos sólidos generados en la obra

Residuos Ordinarios inertes y biodegradables

- Para el almacenamiento de residuos ordinarios e inertes se dispondrán de 2 canecas para cada color blanco, negro y verde debidamente rotuladas. Estas canecas se ubicarán en sitios estratégicos como son el ingreso a la obra y campamento de los trabajadores.
- Los residuos ordinarios serán llevados al acopio principal de almacenamiento por el personal asignado en la obra.
- Los residuos aprovechables, orgánicos y no aprovechables serán recolectados y transportados por el carro de servicios públicos de aseo del municipio de **Yarumal**, los días establecidos de recolección de los residuos.

- La frecuencia de entrega de los residuos sólidos ordinarios se llevará a cabo según la frecuencia de recolección establecida. Cabe resaltar que los residuos ordinarios no requerirán especial tratamiento.

A continuación, se presentan los principales residuos ordinarios, inertes y biodegradables que se pueden generar en la obra

- Plástico o cartón sucio.
- Bolsas de cemento
- Envolturas de comidas
- Residuos de barrido.
- Restos de comida
- Colillas de cigarrillo

- En ningún caso los residuos ordinarios inertes y biodegradables se mezclarán con los residuos especiales provenientes de la construcción.

Residuos sólidos reciclables

- Se dispondrá de canecas y sitio de acopio propio para estos residuos

- Se garantizará que los residuos que se deseen reciclar estén limpios y secos, para esto se capacitará al personal en el adecuado manejo de los residuos
- Se llevarán a cabo las acciones necesarias que permitan entrar en contacto con personas o cooperativas de la zona que se encarguen de la recolección y tratamiento del reciclaje.

A Continuación, se presentan los principales residuos reciclables que se pueden generar en la obra:

- Papel y cartón limpios y secos
- Vidrios
- Metales
- Plástico limpio y seco

Residuos reutilizables

- La reducción en la generación de residuos sólidos se realizará mediante la reutilización de estos.
- Todos los materiales idóneos para reutilizarse se acopiarán en sitios apropiados para disponer de ellos cuando sea necesario.
- Todos los plásticos generados se reutilizarán la mayor cantidad de veces posibles, estos se usarán en el cubrimiento de materiales de construcción.
- Algunos escombros de construcción se usarán en el recubrimiento de las vías y caminos provisionales.

A continuación, se presentan los principales residuos reutilizables que se pueden generar en la obra:

- Madera.
- Retazos de tubería.
- Tarros.
- Canecas.
- Llantas usadas.

Residuos peligrosos

- Si durante el proyecto se genera cualquier tipo de residuo que se enmarque en la definición de residuos peligrosos (lubricantes, aceites, combustibles, sustancias químicas o sus respectivos empaques), se separarán de los demás residuos para evitar la contaminación cruzada y se entregarán a una empresa autorizada (**La disposición se gestionará con la empresa ASEI**).
- Los residuos peligrosos se almacenarán en **un (1) recipiente hermético**, debidamente marcado y rotulado y se almacenarán en lugares libres de humedad y de calor excesivo.
- Los residuos de derrames accidentales de, lubricantes, combustibles, deben recolectarse de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con la normatividad ambiental vigente y disponer con empresa autorizada para la recolección transporte tratamiento y disposición final de

estos residuos. **La disposición se gestionará con la empresa ASEI**

- Para la contención y limpieza de derrames pueden utilizarse estopas, aserrín, arenas u otro absorbente que sea compatible con la sustancia derramada. Mantener **un (1) kit** para atención de derrames.
- Si se requiere mantenimiento de la maquinaria (solamente engrases y chequeo de niveles de aceites y líquidos), se debe colocar polietileno de alta resistencia que cubra la totalidad del área donde se realizará esta actividad, de forma tal que se evite contaminación del suelo por derrames accidentales.
- En caso de presentarse residuos hospitalarios por la ocurrencia de accidentes o lesiones del personal que ejecuta las actividades, deberán almacenarse en bolsas de color rojo residuos como gasas, algodones y fármacos, mientras que el material corto punzante como agujas, lancetas, entre otros, deberán almacenarse en guardianes o en recipientes rígidos y herméticos con una solución de hipoclorito de sodio, para ser entregados a la empresa que los tratarla Se dispondrá de una caneca especial para la recolección de los residuos peligrosos la cual será de color rojo y estará debidamente rotulada en formato visible y entendible.
- En ningún caso los residuos peligrosos se mezclarán con los demás residuos evitando así la contaminación de los demás residuos.
- Cuando se realice la entrega de los residuos peligrosos para su disposición, en obra se contará con la documentación que acredite el permiso ambiental de la empresa que los recibe.
- Se prohibirá ala personal usar la Fuente hídrica para deshacerse de los residuos peligrosos para esto se hará constante capacitación del personal en el tema del manejo integral de los residuos sólidos haciendo énfasis en las afectaciones que estos pueden representar para el medio ambiente, los ecosistemas y su propia salud.
- Se evitará siempre la contaminación de los suelos con materiales extraños como residuos sólidos, aceites, concretos, agregados, asfalto o demás. En caso de derrame de mezcla de concreto, ésta se deberá recoger y disponer en forma inmediata. La zona donde se presentó el derrame se debe limpiar para prevenir y mitigar la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas.
- No se almacenarán los residuos por más de 30 días en la obra
- A continuación, se presentan los principales residuos peligrosos que se pueden generar en la obra
- Aceites
- Empaques de productos químicos
- Sustancias químicas
- Lubricantes
- Elementos provenientes del botiquín de primeros auxilios
- Aserrín

Cronograma:

ACTIVIDAD	Nr°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gestión integral de Residuos sólidos y residuos peligrosos								

Indicadores De Seguimiento:

Residuos ordinarios:

$$\frac{Residuos\ ordianarios}{Residuos\ Totales} \times 100$$

Residuos reciclables:

$$\frac{Residuos\ reciclables}{Residuos\ Totales} \times 100$$

Residuos entregados para reciclaje:

$$\frac{Residuos\ entregados\ para\ reciclaje}{Residuos\ Totales} \times 100$$

Residuos peligrosos:

$$\frac{Residuos\ peligrosos}{Residuos\ Totales} \times 100$$

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario

Presupuesto del programa: Los costos asociados a este programa corresponden a:

- Compra de recipientes
- Rotulación de recipientes
- Disposición final de residuos ordinarios y no aprovechables
- Adecuación de sitio de acopio

Disposición de residuos peligrosos

Responsable: Propietario del predio, contratista

Costos: $ 450.000

Brigada de aseo y limpieza

Descripción: Este programa está dirigido a mantener organizados los frentes de trabajo, controlar la generación, recolección y correcta disposición temporal de residuos. Al final de cada jornada la Brigada de Orden, Aseo y Limpieza -BOAL- debe garantizar que se siguieron los procedimientos de seguridad industrial, señalización y controles.

Actividades que generan los impactos:

Todas las actividades del proyecto que generan residuos y escombros demandan de forma continua el mantenimiento de las condiciones de aseo, y limpieza en las instalaciones y frentes de trabajo.

Impactos para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar:

- Deterioro del paisaje.
- Riesgo y seguridad de los trabajadores, aumento de la probabilidad de accidentalidad.
- Alteración en la Calidad del agua, aporte de sedimentos y residuos.
- Generación de focos de contaminación.
- Problemas con la comunidad

Ubicación de los impactos: Los impactos ambientales se producirán en el área de influencia directa del proyecto.

Objetivo: Establecer las medidas y estrategias para mantener la obra limpia, libre de residuos y elementos que representen un riesgo para el desarrollo normal de las actividades.

Conformación de la Brigada de orden, aseo y limpieza:

La brigada deberá contar con un personal de mínimo de dos (2) trabajadores, y herramienta menor por cada trabajador (pica, pala, carretilla tipo boggie con llanta de neumático, martillos, señalización, bolsas plásticas de colores, escobas, elementos de aseo y demás requeridos para el cumplimiento de sus funciones.
La Brigada de aseo y limpieza debe apoyar todas las actividades para el desarrollo de las labores ambientales, de seguridad industrial y salud ocupacional.

Funciones:

- Mantener los frentes de obra en óptimas condiciones de limpieza, orden y aseo las 24 horas.
- Mantener en perfecto estado y limpia la demarcación y señalización, de los frentes de intervención y la vía de acceso.
- Revisar y reemplazar la demarcación y señalización de los frentes que se encuentre en mal estado (rota, averiada).
- Demás funciones definidas en las obligaciones del plan de manejo ambiental o que le indique el encargado del proyecto.

Medidas a ejecutar:

- Se contará con una brigada de limpieza, dedicada a las labores de orden y limpieza del área general

de la obra, además del mantenimiento de la señalización y del cerramiento de esta.

- La limpieza general se realizará diariamente al finalizar la jornada, manteniendo en buen estado el sitio de trabajo. Todos los materiales se colocarán en canecas y se dispondrán en las canecas dispuestas para tal fin, hasta ser recolectado por la empresa. El material que sea susceptible de recuperar se clasificará y se depositará en canecas previstas para tal fin para su posterior reutilización.

Etapas en las que se aplicaran las medidas: La brigada de orden aseo y limpieza desarrollará sus funciones en todas las etapas de proyecto y en todas aquellas zonas donde se requiera.

Cronograma

ACTIVIDAD	Nr°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Brigada aseo y limpieza en el área de intervención								

Presupuesto: Para la brigada de orden aseo y limpieza deben tenerse en cuenta el costo de mano de obra de los trabajadores. La dotación personal debe ser completa según estándares de SISO, overol, pares de guantes y botas con puntera de protección, con los implementos de aseo como carretilla por cuadrilla, 2 palas, 2 escoba.

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario

Responsable: Contratista

Costos: $ 1.900.000

9.5 MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

El recurso hídrico es el recurso más susceptible de alterarse durante la ejecución de la obra. Las aguas provenientes de las obras de construcción tienen un alto contenido de partículas minerales suspendidas y en ocasiones, puede estar mezclada con restos de cemento, concreto u otras sustancias, lo que aumenta de forma importante su alcalinidad. Estos materiales contaminan los cuerpos de agua a donde lleguen cambiando las dinámicas del ecosistema autóctono de la fuente. Con la implementación de las medidas, se busca controlar los posibles impactos por causa del vertimiento de aguas residuales en el área de influencia del proyecto y demás actividades que puedan alterar de forma negativa las propiedades físicas químicas y biológicas de la fuente en estudio y objeto de intervención. El recurso hidráulico debe manejarse de forma integral teniendo en cuenta la siguiente normatividad. Decreto 1594 de 1984, Decreto 3930 de 2010, Ley 9 de 1979, Ley 373 de 1997

Ficha 5. Manejo integral del recurso hídrico

Tipo de Medida: Prevención, Mitigación

Objetivo: Realizar el manejo integral del recurso hídrico evitando al máximo la afectación en sus propiedades físicas, químicas y biológicas

Responsable de la ejecución: Residente de obra

Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras

Lugar de aplicación de las medidas: al interior de la obra

Medidas propuestas

- Se tramitará permiso de ocupación de cause exigido en el decreto 1541 de 1978 0 cualquiera que lo modifique
- Se realizará un diagnóstico de las condiciones de la Fuente hídrica
- Se realizarán limpiezas diarias de la fuente y de sus taludes, con el fin de evitar posibles obstrucciones de esta por residuos que lleguen a esta.
- Se tratará en lo posible de reducir el consumo de agua.
- Se dará el manejo adecuado a los materiales de construcción evitando al máximo el arrastre de materiales hacia la Fuente hídrica.
- De ser necesario se construirán barreras que impidan el arrastre de los materiales de construcción hacia la Fuente hídrica.
- Se prohibirá arrojar cualquier tipo de sustancia liquida o solida sobre la Fuente hídrica.
- Se prohibirá arrojar residuos sólidos a la Fuente hídrica.
- Se realizarán labores de revegetalización con el objetivo de minimizar la erosión y arrastre de material hacia las Fuente hídrica.
- En el caso de requerir servicios sanitarios portátiles, debe contratarse una empresa autorizada para tal fin. Se recomienda contar en el frente de obra con un baño portátil por cada 15 personas. El proveedor de este servicio contará con los correspondientes permisos otorgados por la autoridad ambiental.
- Se prohibirá realizar la mezcla directamente sobre el suelo o sobre las zonas duras existentes.
- El lavado, reparación y mantenimiento de vehículos y maquinaria se debe realizar preferiblemente en centros autorizados externos al sitio del proyecto.
- Ya que se trata de una obra que representara una ocupación del cauce de forma permanente se procurara que la obra genere la menor afectación al régimen hidráulico y se seguirán todas las obligaciones derivadas del permiso de ocupación de cauce obtenido.
- Se evitará cualquier tipo de maniobra innecesaria sobre el cauce de las fuentes en sus taludes o en el nivel superior de éstos, que afecte las condiciones físicas de la misma, procurando adelantar las actividades requeridas con la menor afectación del curso natural del cuerpo de agua.

- Se evitará que la sección del cauce provisional no sea inferior al cauce existente y que los cambios de dirección no sean bruscos.
- Se capacitará el personal de la obra para que logren identificar crecidas aguas arriba y las medidas que deberán tomar en este caso.
- Se realizarán las obras de ocupación de cauce conforme a lo que se apruebe por la corporación

Manejo del recurso hídrico durante la obra (obras provisionales)

- Se plantea el uso de una obra provisional (tubo Novafort PVC de diámetro Ø24") de acuerdo con el caudal medio de la fuente de 0.02245 m^3/s con base en la precipitación promedio multianual y el área de la cuenca, con el objetivo de realizar un desvío temporal del flujo del agua canalizando la entrada por medio de costales rellenos con material proveniente de la excavación, mientras se realiza la construcción de la obra principal, así evitando la sedimentación con residuos sólidos al afluente y tener un mejor rendimiento en la ejecución del proyecto.

- En caso de presentarse una avenida torrencial o creciente extraordinaria, dado que la obra definitiva está diseñada para un periodo de retorno de 100 años, las actividades se suspenderán hasta que el caudal retorne a su nivel medio y las

condiciones de trabajo sean seguras. Por ende, la entidad constructora

deberá retirar la obra provisional y retomarla en el debido momento que vuelvan las condiciones regulares, garantizando así la continuidad y correcta finalización de la obra definitiva.

Cronograma

ACTIVIDAD	**Nr°. MESES**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Manejo del recurso hídrico								

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario

Responsable: contratista

Presupuesto: $ 12.000.000

9.6 MANEJO DEL RECURSO SUELO

El suelo es uno de los recursos que más puede afectarse, a causa de las actividades asociadas con la intervención de los cauces. Naturalmente, cuando se realizan excavaciones, se requiere remover determinados volúmenes de suelo que en ocasiones pueden ser considerables y provocar su degradación. Igualmente, el suelo se puede ver afectado por la manipulación inadecuada de aceites, lubricantes, pinturas, etc., sustancias que lo contaminan, impidiendo que pueda utilizarse posteriormente para actividades de restauración paisajística. El suelo puede también verse sometido a procesos de compactación.

Para evitar este impacto es necesario tomar medidas adecuadas de manejo de materiales; de almacenamiento apropiado de sobrantes de excavación; de control de la erosión cuando hay presencia de taludes; además de la gestión adecuada de sobrantes de excavación. El recurso suelo debe manejarse teniendo en cuenta la siguiente normatividad. Ley 388 de 1997, Decreto-Ley 2811 de 1974

Ficha 6. Manejo integral del recurso Suelo
Tipo de Medida: Prevención, Mitigación y correctivo
Objetivo: Implementar las medidas de carácter preventivo y que permitan controlar, minimizar y dar un manejo adecuado a los procesos que puedan afectar las propiedades y estructuración del suelo
Responsable de la ejecución: Residente de obra
Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras
Lugar de aplicación de las medidas: al interior de la obra
Medidas propuestas • Se Aplicarán a cabalidad las medidas de los programas de manejo de residuos sólidos (escombros, comunes y peligrosos); Evitando al máximo la contaminación del suelo. • Se demarcarán las áreas a intervenir y se señalizarán las áreas que no se intervendrán para prevenir su afectación durante construcción • Las áreas que no se intervendrán serán adecuadas para el almacenamiento temporal de suelos (bancos de suelo). • La remoción del suelo deberá realizarse independientemente de la excavación, de tal forma que se pueda separar la capa de material vivo (suelo orgánico y capa vegetal) de la capa de material inerte. • Se realizará un seguimiento permanente a las operaciones de construcción y de disposición de suelos. • Se aplicará el programa para el control de uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción (comunes y especiales); evitado así la contaminación de recurso suelo. • Se reutilizarán la capa orgánica extraída en los lugares donde se adelanten obras, para la conformación de las zonas verdes del proyecto. • Se contabilizará y reportará diariamente el volumen de suelo removido y su destino.

- Las pilas de material no pueden estar expuestas a fenómenos climáticos que causen arrastre hacia los cuerpos de agua.
- Se debe utilizar el sitio definido para el apilamiento del descapote, el cual estará ubicado, lejos de las corrientes de agua.
- Se recuperará la cobertura vegetal afectada inmediatamente se termine la obra
- Se seleccionarán los sitios para ubicación de campamentos y despachos (talleres, almacenes y depósitos), donde se requiera una menor intervención sobre el suelo en términos de excavaciones, llenos y nivelaciones.
- Se prohibirá llevar a cabo las mezclas de concreto sobre el suelo desprotegido esta actividad se realizará sobre una plataforma o geotextil.
- Las pilas de suelo se deben mantener húmedas, para que pueda reutilizarse en las actividades futuras de revegetalización o adecuación paisajística.
- Se evitará el derrame de aceite o combustible sobre el suelo. De ocurrencia de accidentalidad se proceder de inmediato a realizar la limpieza de la zona afectada.
- Se proyectará y construirá las vías y áreas de circulación al interior de la obra de forma tal que se reduzcan las afectación y procesos de compactación del suelo.

- **Medidas específicas a ejecutar en el manejo de excedentes de excavación y capa orgánica**

- Descapote: En primer lugar, se reservará un sitio entre los lotes y los ejes de la vía para acomodar temporalmente el material orgánico o descapote, donde sea factible disponerlo en acopios de altura máxima de 2 metros evitando así su auto compactación. Se decidirá, dependiendo de las condiciones *in situ*, se realizará la señalización o cerramiento con cinta de demarcación.
- El retiro del descapote se debe hacer bajo estricto control, deberá existir un guía o inspector que le indique al operario de la maquinaria la profundidad a la cual debe maniobrar el corte para evitar la mezcla de material estéril con capa vegetal.
- El descapote se realizará como una actividad independiente a la excavación, de tal forma que se pueda separar la capa de material vivo (suelo orgánico y capa vegetal) del material inerte.
- Los sobrantes de excavaciones se podrán utilizar como lleno estructural o no estructural dependiendo de su homogeneidad, previa realización de diseños técnicos y aprobación. En caso de no ser aprovechado en su totalidad, se entregará a la comunidad para el mantenimiento de los caminos.
- No se permite la quema de ningún tipo de residuo

Cronograma

ACTIVIDAD	**Nr°. SEMANAS**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Manejo integral del recurso Suelo								

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario
Presupuesto: Los costos de esta medida incluye: • Compra de lonas para protección de taludes y llenos • Costos asociados a la compra de especies para revegetalizar y estabilizar los llenos • Mano de obra para la formación de trinchos (tipo saco de tierra) • Mano de obra para actividades de revegetalización
Costo total: $ 3.300.000

9.7 MANEJO DEL TRÁNSITO VEHICULAR PESADO

En la ejecución de la obra se pueden presentar situaciones que representar altos riesgos tanto para el personal interno a la obra como para las personas externas al proyecto. Estas situaciones de riesgo pueden surgir de las actividades de trasporte de materiales, el ingreso y la salía de vehículos a la obra el ingreso y salida de maquinaria necesaria para el desarrollo de las actividades propias de la obra. Para reducir al máximo las posibles afectaciones derivadas de estas actividades se hace necesario la estructuración de un plan de manejo plan que permita ofrecer seguridad a usuarios, trabajadores y peatones; evitando además a restricción u obstrucción del flujo vehicular y peatonal. Los impactos para controlar mediante el plan de manejo del tránsito son los siguientes:

- Accidentalidad.
- Incomodidades a la comunidad.
- Alteración del flujo vehicular

El manejo del tránsito se debe llevar a cabo dando cumplimiento a la siguiente normatividad, Resolución 1050 de 2004, Ley 769 de 2002

Ficha 7. Manejo del tránsito vehicular
Tipo de Medida: Prevención.
Objetivo: implementar el manejo integral del tránsito y de la señalización necesaria para llevar a cabo las actividades propias de la obra dando cumplimiento la normatividad legal vigente.
Responsable de la ejecución: Residente de obra
Cronograma de ejecución: durante el desarrollo de las obras

Lugar de aplicación de las medidas: vías públicas de circulación y vía interna del proyecto.

Medidas a implementar

- La señalización y manejo de tránsito en la obra se llevará a cabo cumpliendo con las exigencias del manual de Señalización Vial, Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia. En el manual se encuentran encontramos los siguientes tipos de señalización:
- Señales preventivas: Advierten al usuario de la vía los peligros potenciales de la zona, o incluso el cierre parcial o total de la misma, se identifican por el código SPO y son Trabajos en la vía (SP0- 01), Maquinaria en la vía (SPO-02), Banderero (SPO-03)
- Señales reglamentarias: Indican situaciones de atención especial, se identifican por el código SRO y son: Vía Cerrada (SR0-01), Desvío (SR0-02), Paso uno a uno (SR0-03).
- Señales informativas: Se utilizarán para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros que resulte importante destacar. Se identifican con el código SIO y son: Aproximación a obra en la vía (SI0-01), Información de inicio y fin de obra (SI0-02), carril cerrado (SR0-01) desvío (SI0-01).
- Dispositivos para canalización del tránsito: La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados.
- Los sitios de almacenamiento de materiales estarán debidamente señalados.
- Los sitios dispuestos para el cargue y descargue de los materiales de construcción estarán debidamente delimitados.
- Toda la señalización estará construida en material reflectivo
- Las demarcaciones necesarias se realizarán con cintas plásticas con mínimo 12 cm de ancho con franjas amarillas y negras o malla sintética que demarque todo el perímetro del frente de trabajo.
- Apoye la cinta o la malla sobre señalizadores tubulares de 1.20 metros de alto como mínimo, espaciadas cada 3 a 5 metros.
- Se realizará el cerramiento de todas las áreas de trabajo, demarcando con cinta y completamente el sitio de la obra.
- Se garantizará que las demarcaciones permanezcan en buen estado durante todo el tiempo de la obra.
- Los dispositivos para la regulación del tránsito deben ubicarse con anterioridad al inicio de obra, permanecer en su totalidad durante la ejecución de esta, y ser retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación.
- Todas las cintas de demarcación permanecerán perfectamente tensadas y sin dobleces durante el transcurso de las obras.
- Los materiales de construcción que se descarguen para el proyecto se ubicarán en sitios que no

interfieran con el tránsito peatonal o vehicular.

- Todo el personal dedicado a la operación de los equipos debe certificar que se ha capacitado sobre el manejo seguro de la maquinaria.
- El estado y la integridad de la maquinaria debe inspeccionarse antes y después de su uso. Se debe establecer un protocolo de inspección, preferiblemente mediante el uso de una lista de chequeo de inspección de equipos, en busca de fugas, y fallas potenciales. No se debe permitir la operación de quipo con partes dañadas o desgastadas en exceso, que pongan en riesgo la vida del operador, de terceros y de la integridad del equipo.
- El transporte de los materiales debe hacerse por el carril derecho (carril de baja velocidad).
- Los vehículos de carga no se deben exceder las cargas de diseño de los equipos y se debe respetar la carga legal permitida.
- Los vehículos de carga deben cubrir su carga, como por ejemplo volquetas y cama-baja durante el transporte de materiales de construcción

PLAN DE SEÑALIZACIÓN		
SIO-02 INFORMACIÓN DE INICIO	Esta señal indicará el inicio de los trabajos “INICIO DE OBRA”.	
SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA	Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra que perturba el tránsito vehicular.	

SPO-03 BANDERERO	Esta señal se empleará para advertir la presencia de un Banderero para controlar el flujo peatonal y vehicula	
SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA	Esta señal regula la velocidad máxima que tienen que desarrollar los vehículos que transitan por la obra.	
SPO-02. MAQUINARIA E N LA VÍA	Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un sector por el que habitualmente circula equipo pesado para el desarrollo de obras	
SIO-03. INFORMACIÓN DE FIN DE OBRA	Esta señal indicará el Fin de la Obra.	
OTROS DISPOSITIVOS	Barricadas Delineadores tubulares Cintas plásticas Tela, Geotextil color naranja y conos	

Cronograma

ACTIVIDAD	Nr°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Manejo del tránsito vehicular								

Indicadores de seguimiento

- Número de accidentes
- Quejas resueltas/ quejas por tráfico reportadas
- Cantidad de señales colocadas/ cantidad de señales previstas.
- Número de señalización para disminuir los riesgos de accidente.

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diariamente se debe realizar seguimiento al estado de la señalización y manejo de tránsito vehicular.

Responsable: Contratista

Presupuesto: los costos asociados a este programa corresponden a:

- Adquisición de señales
- Mantenimiento de señales

Costo total: $ 800.000

9.8 MANEJO DE LA GESTIÓN SOCIAL

La gestión social es un conjunto de mecanismos que promueven la inclusión social y la vinculación efectiva de la comunidad en los proyectos sociales. Ésta permite que los sujetos cultiven un sentido de pertenencia, de participación ciudadana y de control social.

Ficha 8. Gestión social

Descripción: Pretende manejar los impactos sociales que generen las actividades de ocupación de cauce buscando un contacto directo con terceros para establecer lazos de confianza, brindando información oportuna, logrando con ello su participación, buscando reducir los conflictos que se presenten, consiguiendo apropiación y sostenibilidad del proyecto para el manejo de aguas de escorrentía.

Etapa: Durante el desarrollo de las obras

Objetivo: Crear y garantizar espacios de participación ciudadana a los residentes del área de influencia

Actividades que generan los impactos:

- Ejecución de obras de ocupación de cauce.
- Generación de ruido

- Modificación del paisaje

Impactos para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar.

- Generación de expectativas
- Alteración de condiciones de Bienestar General de la comunidad
- Generación de material particulado
- Generación de ruido

Medidas específicas a ejecutar:

La Gestión social se desarrollará en las siguientes etapas

Medida	**Cantidad**
Se realizará **una** (**1**) reunión de socialización con la población del área de influencia que permitir a los habitantes la expresión de sus inquietudes, aportes y sugerencias sobre el proyecto.	1 Reunión de socialización. 1 visita/predio y vereda para realizar la invitación
Se dará atención oportuna a quejas y reclamos, para ello se contará con una persona encargada del componente social	**N/A**
Se deberá notificar a los vecinos del inicio de proyecto y se resolverán dudas	1 visita
Las vallas de del proyecto deben cumplir con las especificaciones establecidas en el Parágrafo 1° del Decreto Nacional 1469 del 2010, donde se menciona, entre otras cosas, que el peticionario de la autorización deberá instalar una valla resistente a la intemperie de fondo amarillo y letras negras, con una dimensión mínima de un metro (1.00 m) por setenta (70) centímetros, en lugar visible desde la vía pública, en la que se advierta a terceros sobre la iniciación del trámite administrativo, indicando el número de radicación, fecha de radicación, la autoridad ante la cual se tramita la solicitud, el uso y características básicas de las obras de ocupación de cauce en el proyecto	1 valla

Se realizará **una (1)** socialización con los encargados de las obras de ocupación de cauce donde se les informará las características generales del proyecto: tiempo de duración, manejo con la comunidad, línea de quejas y reclamos	1 socialización interna
Realizar pausas activas para mejorar el rendimiento de los contratistas	1 pausa activa/ día
Se realizará **una (1)** capacitación en aspectos ambientales que conduzcan a la generación de una cultura de manejo responsable de los recursos naturales (suelo, aire, flora, fauna, paisaje y agua, entre otros), se socializará el plan de acción ambiental	1 capacitación
Se contactará al presidente de la junta de acción comunal de la zona con el fin de socializar el proyecto y las actividades a desarrollar en el predio	

Beneficios a la comunidad:

- De ser posible y contar con la disponibilidad con personas de la vereda se contratarán para las labores de revegetalización, cercado e instalación de cerramientos.

Cronograma

ACTIVIDAD	Nr°. SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gestión social								

Indicadores de seguimiento:

- Quejas o reclamos recibidos
- Quejas o reclamos atendidos oportunamente
- Vistas realizadas/vistas programadas
- Trabajadores contratados de la vereda

Frecuencia de monitoreo y seguimiento: Diario

Responsable: Contratista

Presupuesto: Los costos de esta medida incluye:

- Diseño e impresión de valla
- Vistas
- Reuniones
- Contratación personal de la vereda

Costo: $ 400.000

10 PROGRAMA MANEJO DE CONTINGENCIAS Y EMERGENCIAS

Se presenta el plan de contingencia para atender adecuadamente los posibles eventos ambientales. Una situación ambiental anormal se define como la ocurrencia de efectos adversos en el medio ambiente debido a situaciones de origen natural o producto de actividades humanas, tales como: incendio, fuga o derrames químicos y accidentes que afectan a los receptores físicos, biológicos y socioeconómicos. (Pachón, 2014).

Este plan brinda una serie de actividades descritas como respuesta inmediata a las necesidades generadas por un escenario de riesgo, pretendiendo prever y minimizar las consecuencias negativas que se podrían llegar a generar. Las actividades planteadas se clasifican en dos tipos de estrategias; estrategias de prevención y estrategias de control.

Algunos factores universales para prevenir y controlar las situaciones de riesgo, pero debe tenerse en cuenta que el análisis debe ser especial antes de comenzar cada proyecto, teniendo en cuenta sus características particulares.

- **OBJETIVOS**

- Establecer las medidas de prevención, atención y control necesarias para dar respuesta a eventos o accidentes, con el fin de gestionar los desastres naturales y accidentes laborales que puedan ocurrir en el área afectada por el proyecto.
- Asignar roles y responsabilidades entre el personal relacionado con el proyecto para crear acciones operativas prácticas, eficientes y ágiles ante un posible evento o accidente.
- Brindar la información necesaria al personal que labora en proyectos de construcción, para que puedan responder de manera inmediata y precisa ante situaciones de emergencia.

- **ALCANCE**

El Plan de Contingencia está diseñado para proveer una serie de medidas a seguir ante una situación de emergencia, para proteger la vida del personal en obra. Se establecen medidas preventivas y de control como respuesta a los diferentes escenarios de emergencia posibles. La magnitud de cada eventualidad se evaluará según los niveles de emergencia.

- **CONCEPTOS BÁSICOS**

- Alerta: Señal o aviso que advierte la existencia de un peligro. Es el aviso de la situación de peligro e implica estar dispuestos para actuar.

- Alarma: Señal o aviso preestablecido, que implica ejecutar una acción específica. Es la señal que se debe adoptar para indicar la necesidad de salir en forma inmediata de la edificación.

- Amenaza: Factor externo de origen natural, tecnológico o social que puede afectar a la comunidad y a las empresas, provocando lesiones y/o muerte a las personas o daños a la infraestructura física y económica.

- Ruta de evacuación: Camino o dirección que se toma para un propósito, SALIR. Es un camino continuo que permite el traslado desde cualquier punto de un edificio o estructura hasta el exterior y a nivel del suelo.

- Vulnerabilidad: Es entendida como la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida.

- Emergencia: Toda situación generada por la ocurrencia real o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización de recursos sin exceder la capacidad de respuesta.

- Prevención: Conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar la ocurrencia de un evento o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y medio ambiente.

- Simulacro: ejercicio de juego de roles que se lleva a cabo en un escenario real o construcción en forma posible para asemejarlo.

- Riesgo: Es la probabilidad de que un objeto, sujeto, materia, sustancia o fenómeno pueda perturbar la integridad física de la persona o el medio.

➢ GENERALIDADES

Para elaborar el Plan, primero se deberán definir los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de acuerdo con lo establecido en ley 1523 de 2012 (Gestión del riesgo de desastres).

- Amenaza: Es el peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

- Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres

humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

- Riesgo: Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio- natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

➢ IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y EMERGENCIAS

Inicialmente se deben identificar las amenazas y emergencias que se puedan presentar durante la construcción de las obras hidráulicas, estas se clasifican en externas al proyecto e internas del proyecto.

Tabla 11. Identificación de amenazas

ETAPA DEL PROYECTO	AMENAZA IDENTIFICADA	ORIGEN / CAUSA
Demolición parcial de infraestructura	Creciente súbita o aumento del caudal en la fuente	Lluvias intensas y falta de control de cauce durante demolición
	Deslizamiento de taludes o socavación	Desestabilización del cauce por remoción de estructuras
	Fuga de combustible o aceite	Manipulación inadecuada de maquinaria pesada
	Generación de material particulado y ruido	Demolición mecánica sin control ambiental
Adecuación y construcción de obras complementarias	Lluvias prolongadas que afecten el cronograma o provoquen erosión	Temporada de invierno
	Deslizamientos o asentamientos diferenciales	Excavaciones o compactación deficiente

	Accidentes laborales por operación de maquinaria	Falta de señalización o uso de EPP
	Manejo inadecuado de residuos o vertimientos	Falta de disposición adecuada o malas prácticas
	Interferencia temporal con la movilidad y seguridad peatonal	Obras en vía pública o pasos peatonales
Funcionamiento permanente de la obra	Crecientes súbitos que superen la capacidad hidráulica	Fenómenos de lluvia extrema
	Erosión regresiva o socavación de márgenes	Corrientes fuertes o deficiencia de protección en taludes
	Daño estructural por sobrecarga vehicular	Tránsito pesado sobre la estructura
	Vertimiento ilegal o disposición de residuos en el cauce	Mal uso por parte de la comunidad
	Aumento en la frecuencia de lluvias extremas	Variabilidad climática

- **CALIFICACIÓN DEL RIESGO**

Tabla 12. Calificación del riesgo

VALOR	PROBABILIDAD (P)	VULNERABILIDAD (V)
0.1	Baja	Baja (el sistema puede resistir o recuperarse fácilmente)
0.5	Media	Media (impacto controlable con medidas)
1.0	alta	Alta (sistema muy sensible o sin capacidad de respuesta adecuada)

- **NIVEL DEL RIESGO**

Tabla 13. Nivel del riesgo	
NR	**NIVEL DEL RIESGO**
0,01 – 0,10	Bajo
0,11 – 0,50	Medio
0,60 – 0,80	Alto
0,90-1.0	Muy Alto

➢ EVALUACIÓN DEL RIESGO

Tabla 14. Evaluación del riesgo

Nº	ETAPA	AMENAZA IDENTIFICADA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA / SEVERIDAD	P	C	NR = P×C	NIVEL DE RIESGO	OBSERVACIONES / EFECTOS POTENCIALES
1	Demolición	Creciente súbita o aumento del caudal	Medio	Alto	0,6	1,0	0,60	Alto	Posible inundación del área de trabajo y arrastre de maquinaria.
2	Demolición	Deslizamiento o socavación de taludes	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Pérdida de material y riesgo al personal.
3	Demolición	Fuga de combustible o aceite	Bajo	Medio	0,1	0,6	0,06	Bajo	Contaminación de agua y suelo.
4	Demolición	Emisión de partículas y ruido	Medio	Bajo	0,6	0,1	0,06	Bajo	Afectación temporal a la comunidad cercana.
5	Construcción	Lluvias prolongadas que generen erosión	Alto	Medio	1,0	0,6	0,60	Alto	Erosión del cauce y retrasos en el cronograma.
6	Construcción	Deslizamientos o asentamientos diferenciales	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Daños a estructuras o maquinaria.
7	Construcción	Accidentes laborales por maquinaria	Medio	Alto	0,6	1,0	0,60	Alto	Lesiones al personal, parálisis de obra.
8	Construcción	Manejo inadecuado de residuos o vertimientos	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Contaminación de suelo y agua.
9	Construcción	Interferencia con la movilidad y seguridad	Alto	Medio	1,0	0,6	0,60	Alto	Riesgo de accidentes viales y molestias comunitarias.

10	Funcionamiento	Crecientes súbitos que superen capacidad hidráulica	Medio	Alto	0,6	1,0	0,60	Alto	Riesgo de inundación aguas arriba de la obra
11	Funcionamiento	Erosión regresiva o socavación de márgenes	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Deterioro estructural progresivo.
12	Funcionamiento	Daño estructural por sobrecarga vehicular	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Fisuras y pérdida de capacidad hidráulica.
13	Funcionamiento	Vertimiento ilegal de residuos en el cauce	Medio	Medio	0,6	0,6	0,36	Medio	Obstrucción del flujo y afectación sanitaria.
14	Funcionamiento	Aumento de lluvias extremas (Cambio climático)	Alto	Alto	1,0	1,0	1,00	Alto	Riesgo estructural a largo plazo y aumento de mantenimiento.

- **Programa de manejo para los riesgos ambientales**

Tabla 15. Acciones preventivas, correctivas y de monitoreo

ETAPA	AMENAZA O RIESGO ALTO	ACCIONES PREVENTIVAS	ACCIONES CORRECTIVAS	ACCIONES DE MONITOREO / SEGUIMIENTO
Demolición	Creciente súbita o aumento del caudal de la fuente	- Programar actividades en época seca. - Implementar canalización temporal del flujo. - Contar con plan de evacuación y puntos seguros.	- Retirar maquinaria y personal del área afectada. - Reubicar materiales a zonas elevadas. - Activar plan de contingencia.	- Monitoreo meteorológico diario. - Revisión del cauce antes de cada jornada.

Construcción y Adecuación	Lluvias prolongadas que generen erosión o arrastre de material	- Instalar drenajes temporales y cunetas de desvío. - Cubrir pilas de material y controlar escorrentías. - Evitar excavaciones durante lluvias.	- Reconformar taludes erosionados. - Reponer material y reforzar medidas de control.	- Inspección del terreno luego de cada evento de lluvia. - Registro fotográfico y reporte ambiental.
Construcción y Adecuación	Accidentes laborales por maquinaria y equipos pesados	- Capacitación constante en SST. - Delimitación de áreas operativas y señalización. - Revisión técnica diaria de maquinaria.	- Activar plan de emergencia y primeros auxilios. - Registrar y analizar causas del incidente.	- Inspecciones semanales de seguridad. - Verificación del uso de EPP y cumplimiento de protocolos.
Construcción y Adecuación	Interferencia con la movilidad y seguridad vial	- Señalizar vías y accesos. - Implementar controladores viales y rutas alternas. - Informar a la comunidad sobre cierres temporales.	- Ajustar plan de manejo de tránsito. - Reubicar señalización o cierres según necesidad.	- Seguimiento diario al flujo vehicular. - Registro de observaciones ciudadanas.
Funcionamiento	Crecientes súbitas que superen la capacidad hidráulica del cruce vial	- Limpieza y mantenimiento periódico del cauce. - Retiro de sedimentos y residuos. - Verificación del dimensionamiento hidráulico.	- Retirar obstrucciones y reparar daños estructurales. - Activar plan de emergencia.	- Inspecciones semestrales durante época de lluvias. - Registro fotográfico de condiciones del cauce.
Funcionamiento	Aumento de lluvias extremas por cambio climático	- Evaluar periódicamente la capacidad hidráulica. - Implementar medidas de adaptación (muros, reforzamientos, vegetación).	- Ejecutar obras de ampliación o refuerzo. - Actualizar plan de contingencia ante nuevas condiciones.	- Monitoreo climático anual. - Actualización del análisis de riesgo.

- **EQUIPOS REQUERIDOS**

- **RECURSOS**

- ***Recursos humanos:*** Los recursos humanos representados por personas calificadas y capacitadas integran los comités y grupos descritos a continuación, además, hay personal de organizaciones de apoyo externo.

  - ***Estructura organizacional:*** Se refiere a la organización necesaria para activar el plan de contingencia, para su actualización periódica y, en general, para asegurar la atención oportuna de posibles sucesos. La estructura organizacional se conformará para gestionar y activar el plan de contingencia y se dividirá en los siguientes comités:



- **Comité de Emergencia para la gestión de las contingencias:** que se presenten en el proyecto, se establecerán comités de equipo de atención, atención de emergencias y prevención de crisis, bajo la dirección del comité de coordinación de planeamiento.

- **El Comité de Emergencias:** tendrá un director e incluirá una Brigada de Emergencias, integrada por el personal que trabaja en el proyecto. Este comité de emergencia será el encargado de

gestionar y coordinar las contingencias que se presenten en las respectivas áreas de trabajo y en el área de influencia del proyecto. Será responsable de administrar los recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para la atención de urgencia. Sus funciones serán las siguientes:

- Inspeccionar y mantener en buen estado los equipos y repuestos que se utilizarán para la atención de urgencia.
- Capacitar al personal que conformará la Brigada de Emergencia.
- Saber utilizar todos los equipos disponibles.
- Conocer todos los planes de acción de emergencia.

- Grupo de crisis y prevención Para gestionar y coordinar los incidentes sociales (violencia contra empleados, equipos y máquinas, paros, huelgas, etc.) que puedan ocurrir en el área del proyecto, se conformará este grupo establecido y llevará a cabo las siguientes funciones:

- Portero realiza revisiones periódicas de sistemas de seguridad para garantizar lo que corresponde al proyecto, atención a hechos delictivos.
- Realizar simulacros periódicos en coordinación con el comité de emergencia en las áreas del proyecto más vulnerables a eventos sociales.
- Afrontamiento y manejo de situaciones sociales inesperadas

- **Brigada de emergencia:** son responsables de realizar esas funciones de manera preventiva, o ante la eventualidad de una emergencia en un espacio físico determinado dentro del inmueble.

- Perfil o características que debe tener los brigadistas:
- Vocación de servicio y actitud dinámica
- Tener buena salud física y mental
- Con disposición de colaboración
- Con don de mando y liderazgo
- Con conocimientos previos en la materia
- Con capacidad para la toma de decisiones
- Con criterio para resolver problemas

- Con responsabilidad, iniciativa, formalidad, aplomo y cordialidad
- Estar conscientes de que esta actividad se hace de manera voluntaria
- Estar motivado para el buen desempeño de esta función, que consiste en la salvaguarda de la vida de las personas.

FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE LAS BRIGADAS

- ***Brigada de evacuación***

- Contar con un censo actualizado y permanente del personal
- Dar la señal de evacuación de las instalaciones, conforme las instrucciones del coordinador general
- Participar tanto en los ejercicios de desalojo, como en situaciones reales
- Ser guías y retaguardias en ejercicios de desalojo y eventos reales, llevando a los grupos de personas hacia las zonas de menor riesgo y revisando que nadie se quede en su área de competencia
- Conducir a las personas durante un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre hasta un lugar seguro, a través de rutas libres de peligro
- Verificar de manera constante y permanente que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos
- En caso de que una situación amerite la evacuación del inmueble y la ruta de evacuación determinada previamente se encuentre obstruida o represente algún peligro, indicar al personal las rutas alternas de evacuación
- Realizar un censo de las personas al llegar al punto de reunión
- Coordinar el regreso del personal a las instalaciones en caso de simulacro o en caso de una situación diferente a la normal, cuando ya no exista peligro.

Brigada de primeros auxilios:

- Reunir a la brigada en un punto predeterminado en caso de emergencia, e instalar el puesto de socorro necesario para atender el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre
- Proporcionar los cuidados inmediatos y temporales a las víctimas de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, a fin de mantenerlas con vida y evitarles un daño mayor, en tanto se recibe la ayuda médica especializada.}

- Entregar al lesionado a los cuerpos de auxilio
- Realizar, una vez controlada la emergencia, el inventario de los equipos que requerirán mantenimiento y de los medicamentos utilizados, así como reponer estos últimos, notificándole al jefe de piso
- Mantener actualizado, vigente y en buen estado los botiquines y medicamentos.

- **Brigada de comunicación**:

- Contar con un listado de números telefónicos de los cuerpos de auxilio en la zona, mismos que deberá dar a conocer a toda la comunidad
- Hacer las llamadas a los cuerpos de auxilio, según el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente
- En coordinación con la brigada de primeros auxilios, tomará nota del número de la ambulancia o ambulancias, el nombre o nombres de los responsables de éstas, el nombre, denominación o razón social y dirección o direcciones de las instituciones hospitalarias a donde será remitido el paciente o pacientes, y realizará la llamada a los parientes del o los lesionados
- Recibir la información de cada brigada, de acuerdo con el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente, para informarle al Coordinador General y cuerpos de emergencia
- Dar informes a la prensa, cuando el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre lo amerite;
- Contar con el formato de amenaza de bomba, en caso de presentarse un evento de este tipo
- Permanecer en el puesto de comunicación a instalarse hasta el último momento, previo acuerdo con el jefe de brigada, o bien, si cuenta con aparatos de comunicación portátiles, los instalará en el punto de reunión.

Los recursos humanos, logísticos, físicos y económicos necesarios para atender las contingencias se enuncian a continuación:

- ***Recursos físicos y logísticos***

Dentro de estos recursos encontramos todos los elementos, equipos y maquinaria necesarios para afrontar una contingencia:

- Sistemas de comunicaciones: La implementación y manejo de un sistema de comunicaciones es fundamental para garantizar el éxito en la atención de contingencias y en la restauración de los efectos ocasionados por ellas. Para la atención de una contingencia en la arenera se utilizarán los siguientes dispositivos de comunicación:

- Radios portátiles: será un sistema de alerta en tiempo real, se proporcionará un radio portátil en cada frente de explotación con el fin de comunicar una contingencia inmediatamente al director del comité de coordinación del plan y a su vez al comité de emergencias.

- Celulares: con el fin de comunicar a las entidades externas de apoyo a contingencias se dispondrán y dotaran de celular al director del comité de coordinación del plan y al director del comité de emergencias; Adicionalmente estas personas contaran con radios móviles, y se tendrá un celular activo en las oficinas

- Equipos contra incendios: todos los vehículos y maquinarias contarán con extintores de polvo químico; en las instalaciones se dispondrán y ubicarán extintores en un lugar visible y de fácil acceso. Son necesarios algunos equipos y elementos como mangueras, palas, cobija contra fuego y botiquín.

- Equipos de auxilios paramédicos: el personal capacitado para prestar atención de primeros auxilios básicos a trabajadores lesionados deberá contar mínimo con los siguientes equipos:

Camillas:

- Frazadas para las personas en estado de shock. - Suficiente cantidad de vendas y vendajes para heridas abiertas en extremidades, cuerpo y cabeza. - Tablillas para fracturas de extremidades.

- Desinfectantes.

- Medicamentos para tratamientos de primeros auxilios como: quemaduras graves, hemorragias, hematomas.

- **Botiquín.**

- Equipos para control de movimientos de remoción en masa: maquinaria pesada como retroexcavadoras, bulldozers, palas, volquetes, camillas, drogas, manilas, linternas, ambulancias.

- **RECURSOS ECONÓMICOS**

Se deberá disponer de un rubro económico que de viabilidad al Plan Contingencia y que cubra en gran medida los gastos correspondientes a la atención de emergencias.

- **INFORMACIÓN DE APOYO LOGÍSTICO**

Grupo de apoyo externo:

Entidad	Teléfono	Solicitar apoyo en caso de

Bomberos de Yarumal.	313 682 63 63	-Desarrollar labores tendientes al control y extinción de incendios -Realizar labores de rescate de víctimas -Colaborar en las acciones de salvamento de bienes -Investigar las causas y origen del incendio -Elaborar el reporte oficial del siniestro
Urgencias Yarumal.	(604) 853 7373	-Trasladar un herido -Enfermedad durante la jornada laboral - Muerte
Policía Nacional	8352566	-Control de accesos al lugar de la emergencia. - Vigilancia y Control de las vías aledañas. - Control de orden público. -Investigación del origen, motivación y responsabilidad de los hechos. - Control de acciones de saqueo.

11 REFERENCIAS

Colombiano, S. G. (2016). Servicio Geologico Colombiano. Obtenido de https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/

PBOT YARUMAL. (2002). Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio Yarumal.

Mata, A., & Franklin, Q. (2005). Diccionario Didáctico de Ecología . San Jose de Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

ELABORO



ALEJANDRA VALLE ZAPATA

INGENIERA AMBIENTAL

TP: 05238-411803 ANT