PROYECTO:

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE OBRAS DE REDES E INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL META

ACTUALIZÓ:

Ing. MIGUEL ANGEL BETANCUR CRUZ
PROFESIONAL UNIVERSITARIO

TITULO DEL DOCUMENTO:	**INFORME DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS** – DEL SUBPROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META"
CÓDIGO:	**AQ-148-GRA3D-ALT-V.1**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. ALCANCE DEL INFORME O ESTUDIO 10

3. ANTECEDENTES 14

4. METODOLOGÍA 15

5. RESUMEN EJECUTIVO DIAGNOSTICO 16

5.1 POBLACIÓN Y DEMANDA 16

5.2 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE 17

5.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS O NECESIDADES 18

6. ALTERNATIVAS DEL PROYECTO 21

6.1 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS POR TRAZADO 21

6.1.1 ALTERNATIVA No. 1: Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique. 21

6.1.2 ALTERNATIVA No. 2: Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande. 24

6.2 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS POR MATERIAL 27

7. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA POR TRAZADO Y ENFOQUE 28

7.1 METODOLOGÍA – MATRICES DE SELECCIÓN MULTI-CRITERIO ALTERNATIVAS DE TRAZADO 28

7.1.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD POR COMPONENTE 28

7.1.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DE LA ALTERNATIVA 29

7.2 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA POR TRAZADO 33

7.2.1 COMPONENTE ECONÓMICO 33

7.2.1.1 Mano de obra calificada 33
7.2.1.2 Equipos especiales 33
7.2.1.3 Consumo de energía 33
7.2.1.4 Costos compra de servidumbre y/o predios 34
7.2.1.5 Costos ambientales 34
7.2.1.6 Costo de materialización del proyecto 34

7.2.2 COMPONENTE TÉCNICO 35

7.2.2.1 Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra 35
7.2.2.2 Disponibilidad de repuestos 35
7.2.2.3 Facilidad de operación y mantenimiento 35
7.2.2.4 Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto 36
7.2.2.5 Condiciones técnicas hidráulicas 36
7.2.2.5.1 Resultados 36

7.2.3 COMPONENTE AMBIENTAL 39

7.2.3.1 Demanda de recursos naturales 39
7.2.3.1.1 Áreas de Protección Ambiental 39
7.2.3.1.2 Fauna Presente en la Zona 40
7.2.3.1.3 Zonificación Ambiental 41
7.2.3.1.4 Uso y Cobertura Vegetal Actual 42
7.2.3.2 Generación de contaminantes 43
7.2.3.2.1 Manejo de materiales peligrosos 43
7.2.3.2.2 Generación de contaminación a la calidad del aire, fluido y fuente hídricas 44

7.2.4 COMPONENTE DE RIESGO 44

7.2.4.1 Amenazas Naturales 44
7.2.4.1.1 Riesgo por Erosión 44
7.2.4.1.2 Riesgo por Inundación 44
7.2.4.1.3 Riesgo sísmico 45
7.2.4.2 Amenazas Antrópicas 45
7.2.4.2.1 Conflicto armado 46
7.2.4.2.2 Riesgo por conexiones ilegales 47

7.2.5 COMPONENTE SOCIAL 48

7.2.5.1 Generación de empleo 48
7.2.5.2 Incremento de costos de vida en la zona del proyecto 48
7.2.5.3 Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto 49
7.2.5.4 Afectación por predios a intervenir 49
7.2.5.5 Afectación de tránsito vehicular y peatonal 49
7.2.5.6 Generación de expectativas de la comunidad 50
7.2.5.7 Incremento de la actividad económica 50
7.2.5.8 Deterioro de la malla vial y/o urbanística 50

7.3 RESULTADO ALTERNATIVAS POR TRAZADO 51

8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS POR MATERIAL 54

8.1 METODOLOGÍA - MATRICES DE SELECCIÓN MULTI-CRITERIO ALTERNATIVAS DE MATERIAL 54

8.1.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD POR COMPONENTE 54

8.1.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DE LA ALTERNATIVA 54

8.2 RESULTADO ANÁLISIS DE ALTERNATIVA POR MATERIAL, EN INSTALACIÓN DE TUBERÍA CON ZANJA ABIERTA 57

9. COSTOS DE INVERSIÓN ALTERNATIVAS DE PROYECTO 61

9.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS 61

9.1.1 ALTERNATIVA 1 61
9.1.2 ALTERNATIVA 2 64
9.2 RESUMEN DE RESULTADOS 68
9.3 VALORACIÓN DE COSTOS, ALTERNATIVAS POR MATERIAL 69

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 72

10.1 CONCLUSIONES 72
10.2 RECOMENDACIONES 72

11. ANEXOS 73

- **ANEXO 01. MANUALES DE TUBERÍA 73**
- **ANEXO 02. LISTA DE PRECIOS 73**
- **ANEXO 03. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS 73**
- **ANEXO 04. EVALUACIÓN DE COSTOS 73**
- **ANEXO 05. MODELACIÓN HIDRÁULICA 73**
- **ANEXO 06. MEMORIAS DE CALCULO 73**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Criterios mínimos selección del material de las tuberías 12
Tabla 5-1. Proyección de población y demanda, sector Paraíso-Granada. 16
Tabla 5-2. Identificación de problemas y/o necesidades 20
Tabla 6-3 Condiciones técnicas, Alternativa 1 22
Tabla 6-4. Condiciones técnicas de la topología general, Alternativa 1 24
Tabla 6-5. Condiciones técnicas, Alternativa 2 25
Tabla 6-6. Condiciones técnicas de la topología general, Alternativa 2 26
Tabla 7-1. Criterios de Sostenibilidad Alternativas de Trazado 28
Tabla 7-2. Escala y calificación criterios de sostenibilidad Alternativas de Trazado 29
Tabla 7-3. Estimación coeficientes de ecuación lineal Alternativas de Trazado 31
Tabla 7-4. Mano de obra calificada 33
Tabla 7-5. Equipos especiales 33
Tabla 7-6. Consumo de energía 33
Tabla 7-7. Costos de servidumbre y/o predios 34
Tabla 7-8. Costos ambientales 34
Tabla 7-9. Costos de materialización del proyecto 34
Tabla 7-10. Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra 35
Tabla 7-11. Disponibilidad de repuestos 35
Tabla 7-12. Facilidad de operación y mantenimiento 36
Tabla 7-13. Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto 36
Tabla 7-14. Resultados hidráulicos de la alternativa 1 36
Tabla 7-15. Resultados hidráulicos de la alternativa 2 37
Tabla 7-16. Condiciones técnicas hidráulicas 38
Tabla 7-17. Áreas de protección ambiental 40
Tabla 7-18. Afectación a Fauna presente en la zona 41
Tabla 7-19. Zonificación Ambiental 42
Tabla 7-20. Uso y cobertura vegetal actual 43
Tabla 7-21. Manejo de materiales peligrosos 43
Tabla 7-22. Generación de contaminantes 44
Tabla 7-23. Riesgo por erosión 44
Tabla 7-24. Riesgo por inundación 45
Tabla 7-25. Riesgo sísmico 45
Tabla 7-26. Amenaza por conflicto armado 46
Tabla 7-27. Riesgo por grupos armados 47
Tabla 7-28. Riesgo por conexiones ilegales 48
Tabla 7-29. Generación de empleo 48
Tabla 7-30. Incremento de costos de vida en la zona del proyecto 48
Tabla 7-31. Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento 49
Tabla 7-32. Afectación por predios a intervenir 49
Tabla 7-33. Afectación de tránsito vehicular y peatonal 49
Tabla 7-34. Generación de expectativas de la comunidad 50
Tabla 7-35. Incremento de la actividad económica 50

Tabla 7-36. Deterioro de la malla vial y/o urbanística 51
Tabla 7-37. Resultado valoración cuantitativa y cualitativa de las alternativas por trazado ... 52
Tabla 8-1. Criterios de sostenibilidad Alternativas por Material 54
Tabla 8-2. Escala y calificación criterios de sostenibilidad Alternativas por material 55
Tabla 8-3. Estimación coeficientes de ecuación lineal Alternativas por material 56
Tabla 8-4. Resultado de la valoración cuantitativa y cualitativa de la alternativa seleccionada por trazado, caso instalación de tubería con zanja abierta 58
Tabla 9-1. Costos Alternativa 1 Construccion alcantarillado pluvial sector Noroccidental con descarga al Caño Irique 61
Tabla 9-4. Costos Alternativa 2 Construccion alcantarillado pluvial sector Noroccidental con descarga al Caño Grande 65
Tabla 9-7. Resumen de los costos de las alternativas 68
Tabla 9-8. Costos escenarios por material, redes de alcantarillado en zanja a profundidad de 3.0m 69
Tabla 9-9. Costos escenarios por material, redes de alcantarillado en zanja a profundidad de 5.0m 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1. Alcantarillado pluvial catastrado en el sector de estudio, municipio de Granada. 18
Figura 6-1. Trazado de la red de alcantarillado pluvial Sector Noroccidental, Alternativa 1... 22
Figura 6-2. Trazado de la red de alcantarillado pluvial, alternativa 2 25
Figura 7-3. Áreas de protección ambiental 40
Figura 7-4. Área de distribución de especies sensibles 41
Figura 7-5. Zonificación Ambiental 42
Figura 7-6. Uso y cobertura actual 43
Figura 7-7. Riesgo Sísmico 45
Figura 7-8. Localización Grupos Armados en el departamento del Meta 47
Figura 8-1. Resultados Análisis de Alternativas por Material, zanja abierta 59
Figura 8-2. Resultado calificación cuantitativa Alternativas por Material, zanja abierta 60
Figura 9-1. Comparativa costos de suministro e instalación a 3.0m entre materiales, en el sector de Paraíso en el municipio de Granada 70
Figura 9-2. Comparativa costos de suministro e instalación a 5.0m entre materiales, en el sector de Paraíso en el municipio de Granada 71

1. INTRODUCCIÓN

La Empresa de Servicios Públicos del Meta E.S.P. en adelante EDESA S.A. E.S.P., como entidad descentralizada de orden departamental, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera y patrimonio propio, que trabaja para satisfacer las necesidades de los usuarios de los servicios públicos y otras partes interesadas, que aseguren la calidad, continuidad y cobertura de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, como también entidad en desarrollo de la gestión y ejecución de proyectos orientados a mejorar las condiciones de vida de los habitantes del departamento en relación al saneamiento básico y agua potable, y como gestor del Plan Departamental del Meta - PDA, dispuso celebrar el Contrato de Consultoría N° 081 de 2023, con fecha de inicio 22 de junio de 2023, suscrito con el contratista Aquadatos S.A.S. cuyo objeto contractual es "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE OBRAS DE REDES E INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL META".

Con aprobación del Anexo 3 - Certificación Proyectos de Preinversión PDA por el Gestos del PDA y Alcaldía Municipal de Granada, se da inicio el 22 de Junio de 2023 al subproyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META", el cual atiende a las necesidades o requerimientos expuestos por la entidad, EDESA S.A. E.S.P. y en cumplimiento a los pliegos de condiciones definitivo en el que el contrato de consultoría desarrollará los subproyectos que anticipe la entidad para satisfacer las necesidades de los usuarios de los servicios públicos y otras partes interesadas, que aseguren la calidad, continuidad y cobertura de agua potable y/o saneamiento básico de los municipios que se prioricen en el departamento del Meta.

Es así como en el desarrollo del estudio y diseño al subproyecto, este documento responde y atiende a las siguientes particularidades contractuales, que son:

- Etapa 1 – Diagnostico
  - Informe de análisis y selección de alternativas.

Es pertinente mencionar que cada uno de los productos o estudios a desarrollar en esta Consultoría se presenta en informes independientes para cada subproyecto.

2. ALCANCE DEL INFORME O ESTUDIO

Como contratista consultor en el desarrollo de los "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE OBRAS DE REDES E INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL META", al subproyecto que se adelanta en el municipio de Granada con objeto "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR EL PARAISO DEL MUNICIPIO DE GRANADA-META", y en atención a los requerimientos expuestos en los pliegos de condiciones definitivo, se elabora el presente producto correspondiente al informe de análisis y selección de alternativas.

Es así, que este informe atiende la necesidad de elaborar el estudio de alternativas de solución y factibilidad integral desde los puntos de vista económicos, técnicos, ambientales, sociales, de riesgo y permisos para la construcción, rehabilitación, optimización y/o ampliación del o los componentes en estudio del sistema de alcantarillado, enmarcado en satisfacer las necesidades de los usuarios de los servicios públicos y otras partes interesadas, que aseguren la calidad, continuidad y cobertura de agua potable y saneamiento básico de los municipios priorizados por la entidad contratante del departamento del Meta.

Como alcance de este subproyecto y parte correspondiente, este documento responde y atiende en definir alternativas y seleccionar la mejor, con objeto "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META", a fin de poder recolectar y transportar el caudal de aguas lluvias del sector Paraíso hacia los cuerpos de agua más cercanos como lo son el Caño Irique y Caño Grande.

Conforme a lo indicado en los pliegos de condiciones de este informe se estructura de la siguiente manera:

- Etapa 1 – Diagnostico:
  - Producto básico: Informe de análisis y selección de alternativas.
    - Resumen ejecutivo del diagnóstico
    - Alternativas del proyecto
    - Selección de alternativas con metodología matrices de selección multicriterio
    - Costos de inversión alternativas de proyecto
    - Plan general de obras y de intervenciones y acciones complementarias
    - Conclusiones y recomendaciones

Y acorde con la reglamentación del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se toma la Resolución 0799 de 2021 y la Resolución 0330 del 08 de junio de 2017, por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), como la base metodológica para la comparación de alternativas desde múltiples componentes que permitan la selección de la alternativa más viable conforme a los requisitos del proyecto. Los

criterios mínimos de selección se presentan en el **Articulo 5 - Comparación de Alternativas y Selección de Alternativa Viable** de la Resolución 0799 de 2021 que modifica el Artículo 14 de la Resolución 0330 de 2017 como sique a continuación:

*"**Criterios de sostenibilidad económica**. Se deberá analizar la disponibilidad de recursos y/o el análisis de viabilidad para la operación y el mantenimiento de los proyectos, con el fin de garantizar la utilización de estos. De igual forma, deberá tenerse en cuenta los costos ambientales asociados a los proyectos, valores a cancelar a la autoridad ambiental competente por concepto de estudios de evaluación y seguimiento de permisos o licencias ambientales, inversiones para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la fuente hídrica, tasas retributivas, compensatorias y por utilización del agua y por vertimientos a las fuentes hídricas, costos del manejo de lodos y otros subproductos resultantes del tratamiento de aguas, entre otros.*

***Criterios de sostenibilidad técnica**. Deberá considerarse la capacidad técnica de la entidad responsable de la ejecución e implementación del proyecto, así como la disponibilidad de recursos, materiales, mano de obra, repuestos y demás elementos para el funcionamiento de los sistemas.*

***Criterios de sostenibilidad ambiental.** Durante la planeación de los proyectos del sector deberá buscarse su sostenibilidad ambiental, mediante la implementación de medidas que permitan armonizar la ejecución de los proyectos con el medio ambiente. Para esto, deberá implementarse como mínimo las medidas de sostenibilidad ambiental tales como:*

*-- **Protección de las fuentes hídricas:** La selección de las fuentes hídricas a utilizar para proyectos del sector deberá realizarse teniendo en cuenta lo establecido en el plan de ordenamiento del recurso hídrico expedido por la autoridad ambiental competente, vigente para el área de influencia del proyecto.*

*-- **Optimización de recursos y minimización de contaminantes:** La comparación de alternativas deberá realizarse teniendo en cuenta el análisis del ciclo de vida de los proyectos, de tal forma que pueda escogerse la alternativa de mejor desempeño en término de demanda de recursos naturales y de generación de contaminantes.*

-- Los proyectos de tratamiento de aguas residuales deberán buscar la optimización en el manejo y/o aprovechamiento de subproductos.

***Criterios de gestión de riesgos.** Identificación de amenazas y vulnerabilidad, asociado a eventos como inundaciones, movimientos en masa, sismicidad, variabilidad climática, entre otros, para plantear las medidas o las obras de mitigación de riesgos correspondientes.*

***Criterios de sostenibilidad social.** El desarrollo de los proyectos del sector deberá contar con estudios relacionados con la aceptabilidad del proyecto, incluyendo el análisis de los patrones socioculturales de las poblaciones involucradas frente a las alternativas planteadas. Para esto, deberá involucrarse a las poblaciones atendidas durante la etapa de planteamiento del proyecto, con el fin de obtener información oportuna que pueda incidir en la toma de decisiones del proyecto, así como en la selección de la alternativa más favorable.*

Metodología de selección de la alternativa más favorable. El planificador deberá seleccionar la mejor alternativa con base en criterios de sostenibilidad, a partir de la evaluación de los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales mencionados en el presente artículo; para lo cual deberá emplear metodologías que impliquen la mínima subjetividad de valoración y el menor costo de inversión, operación y mantenimiento. La definición de variables y los valores de ponderación en la selección de la alternativa más favorable deberá evaluarse mediante el empleo de matrices de selección multicriterio."

Adicionalmente, la evaluación de alternativas contempla la selección del material de tuberías de acuerdo con los criterios establecidos en el **Artículo 14 - Criterios de Selección del Material de las Tuberías** de la Resolución 0799 de 2021 que modifica el Artículo 45 de la Resolución 0330 de 2017, con descripción de lo siguiente:

"Todas las tuberías y accesorios que se utilicen en los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 501 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio o por aquella que la modifique o sustituya. Los materiales de las tuberías deben cumplir con los requisitos de diseño tales como capacidad estructural, durabilidad, capacidad hidráulica, hermeticidad, compatibilidad con las características del agua que se va a transportar, características del suelo, presiones máximas si aplica y protección contra la corrosión. Se deberán comparar a partir de un predimensionamiento del sistema de tuberías, al menos tres tipos de materiales de acuerdo con los criterios mínimos descritos en la tabla a continuación, mediante un análisis multicriterio."

Tabla 2-1. Criterios mínimos selección del material de las tuberías

Variable	Unidad	Alcance y análisis
A) Costo de suministro de tuberías del proyecto.	$	Esto se hace para todos los diámetros que se utilizan en el proyecto. Se define como el valor total de las redes de tuberías proyectadas.
B) Costo de accesorios a utilizar	$	Esto se hace para todos los tipos de accesorios a utilizar en el proyecto. Se define como el valor total de los accesorios proyectados.
C) excavación y relleno	$	Excavación necesaria para instalar la tubería y el relleno necesario para cubrirla sin incluir el material de cimentación.
D) instalación tubería y accesorios	$	Incluye equipos, herramientas, material, mano de obra para la colocación e instalación de las tuberías, así como la cimentación.
E) atraque o anclaje	$	Incluye equipos, herramientas, material, mano de obra para la construcción del anclaje o traque de tubería de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante.
F) transporte	$	Incluye equipos, herramientas, material, mano de obra para realizar el cargue, transporte y descargue desde el punto de acopio hasta el lugar de la instalación de la tubería.
G) mantenimiento	$	Incluye equipos, herramientas, material, mano de obra para realizar el mantenimiento preventivo de las tuberías de acuerdo con las frecuencias y especificaciones del fabricante, este análisis se hace sobre la totalidad de la tubería del proyecto.
H) rehabilitación	$	Incluye equipos, herramientas, material, mano de obra para realizar la rehabilitación de las tuberías de acuerdo con las especificaciones del fabricante, este análisis se hace sobre la totalidad de la tubería del proyecto.

Fuente: Resoluccion 0799 de 2021, articulo 14

3. ANTECEDENTES

Conscientes de las reiteradas necesidades y requerimientos que ha presentado la EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE GRANADA-ESPG, ante la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL DEPARTAMENTO EDESA S.A E.S.P., mediante el desarrollo de los "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE OBRAS DE REDES E INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL META" y al subproyecto que se adelanta en el municipio de Granada con objeto "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META"; Con este proyecto se pretende mejorar, la calidad de vida de toda la población del sector Paraíso en el municipio de Granada.

Es por ello por lo que, mediante este proyecto, se busca apoyar las necesidades de la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICO DEL DEPARTAMENTO DEL META EDESA S.A. E.S.P., en los estudios y diseños para la construcción de la red de acueducto, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial sector el Paraíso del municipio de Granada-Meta, con un resultado final que garantice un producto que abarque y cumpla con los lineamientos de la normatividad vigente y términos de referencia.

La necesidad que se busca satisfacer con este proyecto abarca en primera instancia los estudios y diseños para la construcción de la red de acueducto, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial sector el Paraíso del municipio de Granada-Meta, debido que en la actualidad el sector no cuenta con este sistema de alcantarillado sanitario, lo que genera que cada usuario del sector tenga pozo séptico, generando problemas a futuro en la salud pública, lo cual en la normatividad vigente no es aceptado para este tipo de sistema de alcantarillado.

Por lo anterior, EDESA SA ESP, dispuso a través del presente contrato de consultoría 081 de 2023, se realicen los estudios pertinentes de evaluación para la construcción de un sistema integral que solucione los problemas antes descritos de manera óptima, eficiente y enmarcada en la normatividad actual, sobre la cual se desarrollan estos estudios y diseños.

Es por ello que en el año 2010 EDESA SA ESP adelanto el siguiente contrato de consultoría, apuntando a los estudios y diseños para la elaboración de los planes maestros de acueducto y alcantarillado en las áreas urbanas de los municipios de Fuente de Oro, Granada, Mapiripan, Puerto Rico, Puerto Lleras y Puerto Concordia en el Departamento del Meta, y en una actualización más reciente en el año 2020 EDESA SA ESP adelanto el siguiente contrato de consultoría apuntando al sistema de agua residual, con objeto de "Estudios y diseños de la planta de tratamiento de aguas residual doméstica, con fuente receptora el rio ariari de los vertimientos de aguas residual del área urbana del municipio de Granada-Meta.

4. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada por el consultor para el desarrollo de este producto y en atención a los requerimientos de los pliegos de condiciones definitivo es la siguiente:

- Formulación de las alternativas de proyecto que permitan dar solución, de acuerdo con los resultados del informe de diagnóstico hidráulico y sus complementos que concluye en identificar las necesidades o problemas de o los componentes objeto del alcance según subproyecto en estudio.
- Comparación de las alternativas, considerando criterios de sostenibilidad económica, técnica, ambiental, social y de gestión de riesgo.
- Selección de la alternativa solución. Proceso que lo acompañará la interventoría y EDESA S.A. E.S.P.

Con el desarrollo de este producto, se cumple el alcance de selección de la mejor alternativa y con ello proceder con el diseño detallado en la Etapa 2 del subproyecto.

5. RESUMEN EJECUTIVO DIAGNOSTICO

5.1 POBLACIÓN Y DEMANDA

De acuerdo con el producto de código AQ-148-GRA3D-DIAG – INFORME DE DIAGNOSTICO HIDRÁULICO y su numeral 8. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA, se extrae la siguiente información que se presenta en la "Tabla 5-1" correspondiente a la proyección de la población estimada para el municipio en estudio, con resultado de los datos obtenidos del DANE para los años de 2023 al 2051, obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5-1. Proyección de población y demanda, sector Paraíso-Granada.

AÑO	POBLACIÓN RESIDENCIAL	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACIÓN TOTAL A ABASTECER	COBERTURA DEL SERVICIO	PÉRDIDAS	POBLACIÓN AFECTADA POR COBERTURA	DOTACIÓN NETA RESIDENCIAL	DOTACIÓN BRUTA RESIDENCIAL	Qmd TOTAL RESIDENCIAL
	Hab.	Hab.	Hab.	%	%	Hab	L/Hab.día	L/Hab.día	l/s
2023	17'372	869	18'241	100	**25.00**	18'241	140.00	186.67	**39.41**
2024	17'611	881	18'492	100	25.00	18'492	140.00	186.67	39.95
2025	17'850	893	18'743	100	25.00	18'743	140.00	186.67	40.49
2026	18'088	904	18'992	100	25.00	18'992	140.00	186.67	41.03
2027	18'326	916	19'242	100	25.00	19'242	140.00	186.67	41.57
2028	18'566	928	19'494	100	25.00	19'494	140.00	186.67	42.12
2029	18'807	940	19'747	100	25.00	19'747	140.00	186.67	42.66
2030	19'049	952	20'001	100	25.00	20'001	140.00	186.67	43.21
2031	19'292	965	20'257	100	25.00	20'257	140.00	186.67	43.77
2032	19'537	977	20'514	100	25.00	20'514	140.00	186.67	44.32
2033	19'783	989	20'772	100	25.00	20'772	140.00	186.67	44.88
2034	20'031	1'002	21'033	100	25.00	21'033	140.00	186.67	45.44
2035	20'280	1'014	21'294	100	25.00	21'294	140.00	186.67	46.01
2036	20'530	1'027	21'557	100	25.00	21'557	140.00	186.67	46.57
2037	20'783	1'039	21'822	100	25.00	21'822	140.00	186.67	47.15
2038	21'038	1'052	22'090	100	25.00	22'090	140.00	186.67	47.73
2039	21'294	1'065	22'359	100	25.00	22'359	140.00	186.67	48.31
2040	21'553	1'078	22'631	100	25.00	22'631	140.00	186.67	48.90
2041	21'814	1'091	22'905	100	25.00	22'905	140.00	186.67	49.49
2042	22'079	1'104	23'183	100	25.00	23'183	140.00	186.67	50.09
2043	22'345	1'117	23'462	100	25.00	23'462	140.00	186.67	50.69
2044	22'614	1'131	23'745	100	25.00	23'745	140.00	186.67	51.30
2045	22'887	1'144	24'031	100	25.00	24'031	140.00	186.67	51.92
2046	23'162	1'158	24'320	100	25.00	24'320	140.00	186.67	52.54
2047	23'440	1'172	24'612	100	25.00	24'612	140.00	186.67	53.18
2048	23'721	1'186	24'907	100	25.00	24'907	140.00	186.67	53.81
2049	24'006	1'200	25'206	100	25.00	25'206	140.00	186.67	54.46
2050	24'295	1'215	25'510	100	25.00	25'510	140.00	186.67	55.12
2051	24'588	1'229	25'817	100	**25.00**	25'817	140.00	186.67	**55.78**

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.

***Fuente: Elaboracion Propia**

Junto a los resultados presentados de la Tabla 5-1. Proyección , se obtiene lo siguiente:

- El sector Paraíso del municipio de Granada presenta un crecimiento polinomial con una proyección de población afectada de 18241 habitantes para el año 2023.
- El uso del suelo que predomina en el sector Paraíso es residencial.
- El porcentaje de pérdidas para este caso de estudio en particular es de 25.00%, se estima que en cinco años con la realización del proyecto en la reducción de este índice este se reduzca al 25, valor máximo indicado en el RAS.
- El sector Paraíso del municipio de Granada presenta una dotación de 140 l/hab/día, se estima que en cinco años con la realización de proyectos en uso eficiente y ahorro de agua este valor se mantenga o se disminuya, de acuerdo con la dotación neta por habitante y la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida máxima permitida por la normatividad vigente, Resolución 0330 del 8 de julio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio el cual adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Qmd, corresponde al caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.
- QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.
- QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.
- K1 y K2: coeficiente de consumo máximo diario y horario respectivamente.

Todo desarrollo en el análisis de la población y demanda del área en estudio se presenta en detalle en el Producto de código AQ-148-GRA1-EPD INFORME DE ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA adjunto en el ANEXO 2 del producto AQ-148-GRA3D-DIAG.

5.2 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DEL ALCANTARILLADO EXISTENTE

A continuación se presentan las redes existentes en la zona de estudio.

Figura 5-1. Alcantarillado pluvial catastrado en el sector de estudio, municipio de Granada



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

5.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS O NECESIDADES

Con lo resuelto en el producto AQ-148-GRA3D-DIAG-INFORME DE DIAGNOSTICO HIDRÁULICO , se presenta a continuación el resumen de las necesidades y problemas que se identifican para el o los componentes de incidencia directa al objeto del subproyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META" en garantía de su

funcionamiento y operatividad para el periodo de planeamiento comprendido desde el año 2023 al 2051.

Entiéndase por los componentes de incidencia directa al subproyecto, a las estructuras hidráulicas del sistema de alcantarillado pluvial, tales como redes de alcantarillado, sumideros, cámaras de recolección y descoles, que requiere el proyecto para poder suplir la falta de cobertura del sistema en la zona, funcionamiento o que por sí misma no puedan entrar en operación.

Los componentes que inciden directamente en la funcionalidad y operatividad del proyecto se encuentran ubicados en el sector Paraíso del sistema pluvial. En el momento de la realización de este informe los puntos definitivos de descarga para el sistema de alcantarillado pluvial existente en la zona es una (1) descarga sobre el caño Irique, el cual presenta déficit en su funcionamiento existente y baja cobertura en respecto a lo que comprende todo el sector Paraíso, ya sea por falta de estructuras de captación tipo sumideros, optimización u mantenimiento de las estructuras de captación tipo sumideros y estructuras de inspección tipo pozos u cajas, ampliación de diámetros con respecto a las tuberías que se encuentran saturadas.

A partir de lo mencionado anteriormente y con resultado de la infraestructura en redes existentes diagnosticada en detalle en el producto de código AQ-148-GRA3D-DIAG en su estado actual y capacidad limitantes, en la Tabla 5-2 se resumen el diagnostico al o los componentes que incide directamente en la funcionalidad y autonomía operativa del proyecto en estudio, con descripción de sus problemas o necesidades identificadas.

Tabla 5-2. Identificación de problemas y/o necesidades

COMPONENTE	EXISTE	FUNCIONA	CAPACIDAD INSTALADA		ESTADO GENERAL	CAPACIDAD REQUERIDA					PROBLEMAS O NECESIDADES
	SI / NO	SI / NO	UND	INSTALADA	(B/R/M)	UND	REQUERIDA (AÑO 2023)	¿Cumple?	REQUERIDA (AÑO 2051)	¿Cumple?	
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	SI	SI	---	---	M	l/s	1324.09 y 1509.59	NO	1324.09 y 1509.59	NO	Sobre el área de incidencia directa del proyecto la cobertura de servicio de recolección y transporte de aguas lluvias es nula, la cual ocasiona los problemas actuales de inundaciones. Se ha identificado la presencia de un sistema pluvial durante los trabajos de campo. Mas no obstante en su evaluación hidráulica este sistema pluvial arroja los siguientes problemas técnicos: bajo recubrimiento a cota clave y el principal problema de capacidad en todo el sistema, lo que concluye a sistemas deficientes.

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**

***Fuente: producto de código AQ-148-GRA3D-DIAG, tambien elaboración propia**

2135

6. ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Este capítulo presenta las alternativas de solución, planteadas por el consultor a las diferentes necesidades y problemas evidenciados al o los componentes de alcance de este estudio, y de acuerdo con resultados del diagnóstico desarrollado en el producto de código AQ-148-GRA3D-DIAG y que se resume en el capítulo 5. de este documento.

Las alternativas propuestas, de acuerdo con el mismo alcance de la(s) solución(es), corresponde a la definición del trazado de la red de alcantarillado pluvial y material requerido para la implementación de ésta.

6.1 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS POR TRAZADO

En el siguiente numeral se formulan las alternativas de trazado y enfoque para el alcantarillado pluvial, en consenso interdisciplinario por las especialidades que intervienen en el desarrollo del contrato que son hidráulico, estructural, geotécnico y ambiental, que permiten dar solución a los problemas o necesidades y cumplimiento de los objetivos identificados en el numeral anterior, desde el punto de vista técnico, a nivel de predimensionamiento.

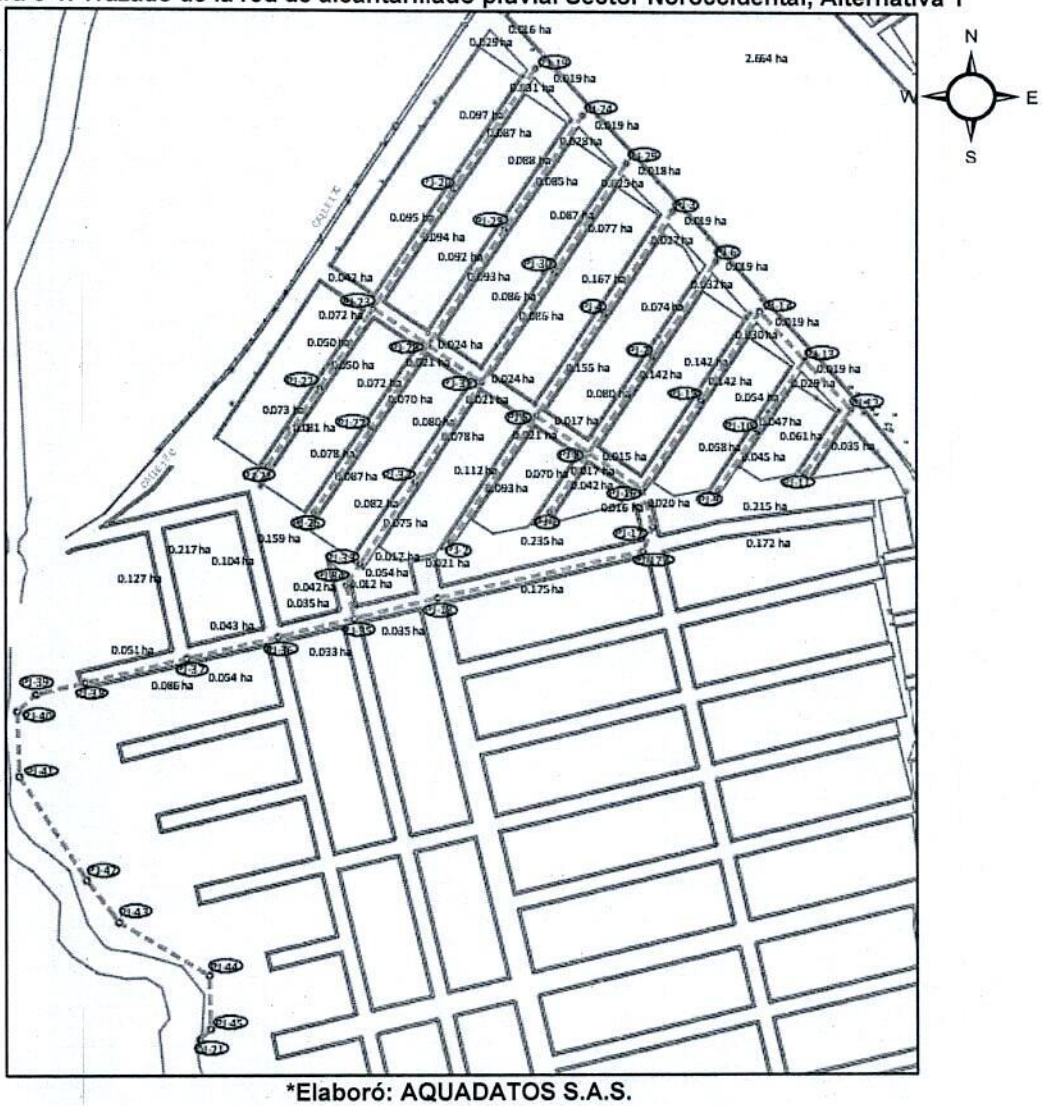
6.1.1 ALTERNATIVA No. 1: Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.

La primera opción propone la proyección de un sistema de alcantarillado pluvial para el sector Noroccidental del Barrio Paraíso en el municipio de Granada. Este sistema se encargaría de recolectar y transportar el caudal de aguas lluvias del sector con el fin de dirigirlos al cuerpo de agua más cercano, en este caso se dirigen al Caño Irique que se encuentra al occidente. En cuanto a la infraestructura, se contempla la instalación de tuberías con diámetros que varían desde 284mm hasta 1000mm. Se han evaluado un total de 46 colectores, en términos de infraestructura de pozos de inspección, se proyectan la instalación de un total de 46 pozos de inspección netamente nuevos, los cuales estarán distribuidos en todo el sector Noroccidental Paraíso, el diámetro internos de los pozos varia desde los 1200mm, 1500mm, 1800mm y cámaras especiales debido a que los colectores mayores a 900 mm en diámetro interno se requerirán en cámaras especiales.

La longitud total de esta alternativa para el sistema de alcantarillado de aguas lluvias en el sector Noroccidental del Paraíso es aproximadamente 2539 metros.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 6-1. Trazado de la red de alcantarillado pluvial Sector Noroccidental, Alternativa 1



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Ahora bien, con el desarrollo de un predimensionamiento del sistema de alcantarillado pluvial sobre los corredores dispuestos, con esta alternativa número 1 y para efectos de presentación se hará uso del material PVC, por el momento para la modelación de las redes, y las condiciones técnicas son las siguientes:

Tabla 6-1 Condiciones técnicas, Alternativa 1

Label	Nodo Inicial	Nodo Final	Cota Terreno (Inicial) (m)	Cota Terreno (Final) (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diametro (m)	Diametro (mm)
CJ-1	PJ-1	PJ-8	333.330	333.449	34.46	0.3	0.284	284
CJ-2	PJ-2	PJ-5	333.213	333.610	73.49	0.3	0.362	362
CJ-3	PJ-3	PJ-4	333.608	333.568	59.28	0.45	0.284	284
CJ-4	PJ-4	PJ-5	333.568	333.610	59.26	0.45	0.362	362
CJ-5	PJ-5	PJ-8	333.610	333.449	30.99	0.4	0.452	452

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

CJ-6	PJ-6	PJ-7	333.557	333.429	55.65	0.45	0.284	284
CJ-7	PJ-7	PJ-8	333.429	333.449	55.65	0.45	0.362	362
CJ-8	PJ-8	PJ-16	333.449	333.235	31.04	0.3	0.595	595
CJ-9	PJ-9	PJ-10	333.442	333.470	33.91	0.3	0.284	284
CJ-10	PJ-10	PJ-13	333.470	333.29	41.9	0.3	0.284	284
CJ-11	PJ-11	PJ-12	333.096	333.266	38.29	0.3	0.284	284
CJ-12	PJ-12	PJ-13	333.266	333.29	32.86	0.3	0.284	284
CJ-13	PJ-13	PJ-14	333.290	333.304	31.82	0.547	0.407	407
CJ-14	PJ-14	PJ-15	333.304	333.159	51.49	0.3	0.824	824
CJ-15	PJ-15	PJ-16	333.159	333.235	51.49	0.35	0.824	824
CJ-16	PJ-16	PJ-17	333.235	333.030	19.38	0.35	0.9	900
CJ-16A	PJ-17	PJ-17A	333.030	332.922	25.24	0.15	0.9	900
CJ-17	PJ-17A	PJ-18	332.922	332.604	203.5	0.15	0.9	900
CJ-18	PJ-18	PJ-35	332.604	332.566	81.98	0.15	0.9	900
CJ-19	PJ-19	PJ-20	334.221	334.012	70.5	0.5	0.284	284
CJ-20	PJ-20	PJ-23	334.012	333.79	68.55	0.6	0.284	284
CJ-21	PJ-21	PJ-22	333.151	333.420	46.07	0.3	0.327	327
CJ-22	PJ-22	PJ-23	333.420	333.79	46.07	0.3	0.362	362
CJ-23	PJ-23	PJ-28	333.790	333.780	31.6	0.45	0.452	452
CJ-24	PJ-24	PJ-25	334.047	333.780	66.54	0.5	0.284	284
CJ-25	PJ-25	PJ-28	334.028	333.780	66.55	0.6	0.284	284
CJ-26	PJ-26	PJ-27	333.236	333.780	48.82	0.3	0.327	327
CJ-27	PJ-27	PJ-28	333.508	333.780	48.82	0.35	0.362	362
CJ-28	PJ-28	PJ-31	333.780	333.780	31.19	0.35	0.595	595
CJ-29	PJ-29	PJ-30	333.952	333.780	63.39	0.5	0.284	284
CJ-30	PJ-30	PJ-31	333.948	333.780	62.87	0.6	0.284	284
CJ-31	PJ-31	PJ-32	333.634	333.780	57.95	0.3	0.747	747
CJ-32	PJ-32	PJ-33	333.190	333.780	47.48	0.3	0.747	747
CJ-33	PJ-33	PJ-34	332.712	333.780	12.28	0.3	0.747	747
CJ-34	PJ-34	PJ-35	332.621	333.780	16.48	0.3	0.747	747
CJ-35	PJ-35	PJ-36	332.566	333.780	76	0.2	0.978	978
CJ-36	PJ-36	PJ-37	332.572	333.780	90.78	0.2	0.978	978
CJ-37	PJ-37	PJ-38	332.624	333.780	101.7	0.2	0.978	978
CJ-38	PJ-38	PJ-39	332.662	332.678	49.24	0.2	0.978	978
CJ-39	PJ-39	PJ-40	332.678	331.788	24.34	0.2	0.978	978
CJ-40	PJ-40	PJ-41	331.788	332.673	61.98	0.2	0.978	978
CJ-41	PJ-41	PJ-42	332.673	330.997	118.76	0.2	1.0	1000
CJ-42	PJ-42	PJ-43	330.997	330.997	51.22	0.2	1.0	1000
CJ-43	PJ-43	PJ-44	331.202	330.997	101.54	0.2	1.0	1000
CJ-44	PJ-44	PJ-45	331.286	330.997	51.46	0.2	1.0	1000
CJ-45	PJ-45	OJ-21	331.331	330.997	14.52	0.2	1.0	1000

***Fuente: Elaboración Propia**

A continuación, se resume a nivel general los resultados técnicos por diámetro y longitud.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Tabla 6-2. Condiciones técnicas de la topología general, Alternativa 1

DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
284	695
327	95
362	283
407	31.82
452	63
595	62
747	134
824	103
900	330
978	404
1000	338
TOTAL	**2539**

*Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 ALTERNATIVA No. 2: Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.

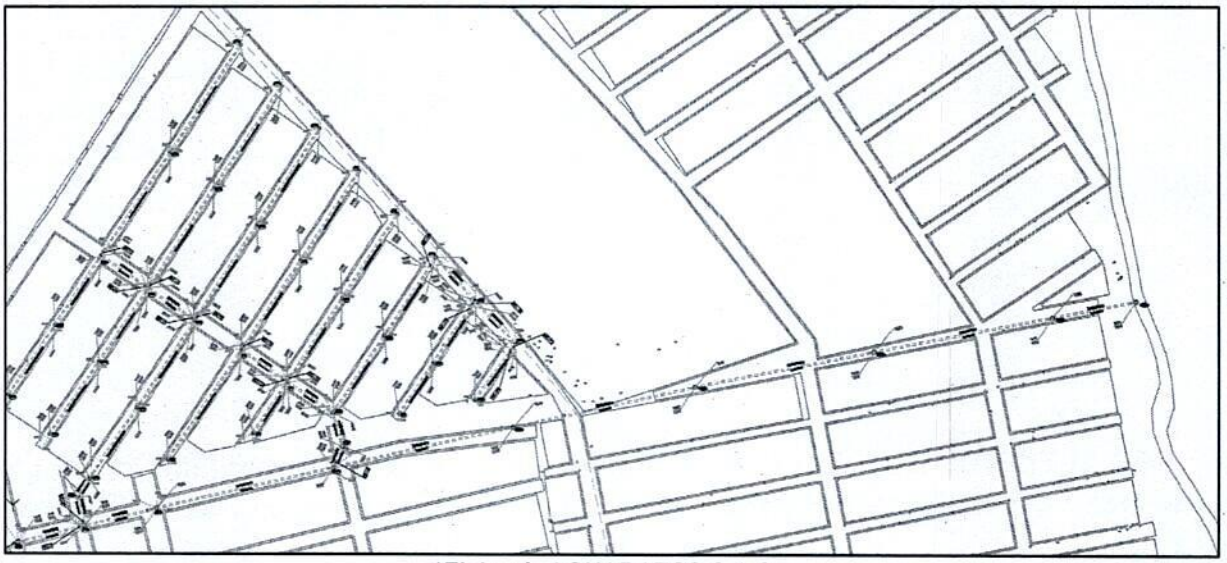
La segunda opción propone la proyección de un sistema de alcantarillado pluvial para el sector Noroccidental del Barrio Paraíso en el municipio de Granada. Este sistema se encargaría de recolectar y transportar el caudal de aguas lluvias del sector con el fin de dirigirlos al cuerpo de agua más cercano, en este caso se dirigen al Caño Grande que se encuentra al oriente. En cuanto a la infraestructura, se contempla la instalación de tuberías con diámetros que varían desde 284mm hasta 1000mm. Se han evaluado un total de 40 colectores, en términos de infraestructura de pozos de inspección, se proyectan la instalación de un total de 40 pozos de inspección netamente nuevos, los cuales estarán distribuidos en todo el sector Noroccidental Paraíso, el diámetro internos de los pozos varia desde los 1200mm, 1500mm, 1800mm y cámaras especiales debido a que los colectores mayores a 900 mm en diámetro interno se requerirán en cámaras especiales.

La longitud total de esta alternativa para el sistema de alcantarillado de aguas lluvias en el sector Noroccidental del Paraíso es aproximadamente 2994 metros.

El trazado de esta alternativa se puede apreciar en la Figura 6-2. Trazado de la red de alcantarillado pluvial, alternativa 2.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 6-2. Trazado de la red de alcantarillado pluvial, alternativa 2



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Ahora bien, con el desarrollo de un predimensionamiento del sistema de alcantarillado pluvial sobre los corredores dispuestos, con esta alternativa número 2 y para efectos de presentación se hará uso del material PVC, por el momento para la modelación de las redes, las condiciones técnicas son las siguientes:

Tabla 6-3. Condiciones técnicas, Alternativa 2

Label	Nodo Inicial	Nodo Final	Cota Terreno (Inicial) (m)	Cota Terreno (Final) (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diametro (m)	Diametro (mm)
CJ-1	PJ-1	PJ-8	333.330	333.449	34.46	0.3	0.284	284
CJ-2	PJ-2	PJ-5	333.213	333.610	73.49	0.3	0.362	362
CJ-3	PJ-3	PJ-4	333.608	333.568	59.28	0.45	0.284	284
CJ-4	PJ-4	PJ-5	333.568	333.610	59.26	0.45	0.362	362
CJ-5	PJ-5	PJ-8	333.610	333.449	30.99	0.4	0.452	452
CJ-6	PJ-6	PJ-7	333.557	333.429	55.65	0.45	0.284	284
CJ-7	PJ-7	PJ-8	333.429	333.449	55.65	0.45	0.362	362
CJ-8	PJ-8	PJ-16	333.449	333.235	31.04	0.3	0.595	595
CJ-9	PJ-9	PJ-10	333.442	333.470	33.91	0.3	0.284	284
CJ-10	PJ-10	PJ-13	333.470	333.29	41.9	0.3	0.284	284
CJ-11	PJ-11	PJ-12	333.096	333.266	38.29	0.3	0.284	284
CJ-12	PJ-12	PJ-13	333.266	333.29	32.86	0.3	0.284	284
CJ-13	PJ-13	PJ-14	333.290	333.304	31.82	0.547	0.407	407
CJ-14	PJ-14	PJ-15	333.304	333.159	51.49	0.3	0.824	824
CJ-15	PJ-15	PJ-16	333.159	333.235	51.49	0.35	0.824	824
CJ-16	PJ-16	PJ-17	333.235	333.030	19.38	0.35	0.9	900
CJ-16A	PJ-17	PJ-17A	333.030	332.922	25.24	0.15	0.9	900

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

CJ-17	PJ-17A	PJ-18	332.922	332.604	203.5	0.15	0.9	900
CJ-18	PJ-18	PJ-35	332.604	332.566	81.98	0.15	0.9	900
CJ-19	PJ-19	PJ-20	334.221	334.012	70.5	0.5	0.284	284
CJ-20	PJ-20	PJ-23	334.012	333.79	68.55	0.6	0.284	284
CJ-21	PJ-21	PJ-22	333.151	333.420	46.07	0.3	0.327	327
CJ-22	PJ-22	PJ-23	333.420	333.79	46.07	0.3	0.362	362
CJ-23	PJ-23	PJ-28	333.790	333.780	31.6	0.45	0.452	452
CJ-24	PJ-24	PJ-25	334.047	333.780	66.54	0.5	0.284	284
CJ-25	PJ-25	PJ-28	334.028	333.780	66.55	0.6	0.284	284
CJ-26	PJ-26	PJ-27	333.236	333.780	48.82	0.3	0.327	327
CJ-27	PJ-27	PJ-28	333.508	333.780	48.82	0.35	0.362	362
CJ-28	PJ-28	PJ-31	333.780	333.780	31.19	0.35	0.595	595
CJ-29	PJ-29	PJ-30	333.952	333.780	63.39	0.5	0.284	284
CJ-30	PJ-30	PJ-31	333.948	333.780	62.87	0.6	0.284	284
CJ-31	PJ-31	PJ-32	333.634	333.780	57.95	0.3	0.747	747
CJ-32	PJ-32	PJ-33	333.190	333.780	47.48	0.3	0.747	747
CJ-33	PJ-33	PJ-34	332.712	333.780	12.28	0.3	0.747	747
CJ-34	PJ-34	PJ-35	332.621	333.780	16.48	0.3	0.747	747
CJ-35	PJ-35	PJ-18	330.930	330.850	40.99	0.2	0.978	978
CJ-36	PJ-18	PJ-17A	330.850	330.650	101.75	0.2	0.978	978
CJ-41	PJ-17A	PJ-18X	332.920	333.220	102.31	0.2	1.0	1000
CJ-42	PJ-18X	PJ-19X	333.220	333.520	102.31	0.2	1.0	1000
CJ-43	PJ-19X	PJ-20X	333.520	333.820	102.31	0.2	1.0	1000
CJ-44	PJ-20X	PJ-21X	333.820	334.120	102.31	0.2	1.0	1000
CJ-45	PJ-21X	O-2	334.120	334.420	46.74	0.2	1.0	1000

***Fuente: Elaboración Propia**

A continuación, se resume a nivel general los resultados técnicos por diámetro, longitud, tramos y pozos.

Tabla 6-4. Condiciones técnicas de la topología general, Alternativa 2

DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
284	695
327	95
362	283
407	31.82
452	63
595	62
747	134
824	103
900	330
978	285
1000	912
TOTAL	**2994**

***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

6.2 FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS POR MATERIAL

Utilizando como base la Resolución 0799 de 2021 se evalúan distintos materiales de tubería de alcantarillado para el trazado y enfoque del sistema que se seleccione como el mejor.

De acuerdo con la disponibilidad comercial de diversos materiales para el sistema de alcantarillado, se lleva a cabo la evaluación de estas alternativas, el cual se establece que las opciones más apropiadas para la red de alcantarillado en diseño son el PVC, GRP y PEAD, conforme a la disposición técnica del proyecto y condiciones propias del terreno.

A fin de verificar los aspectos técnicos y constructivos en la instalación de tuberías de alcantarillado, se tendrán en cuenta los manuales técnicos correspondientes a los distintos materiales según los proveedores, de esta forma se podrán seguir las recomendaciones y especificaciones técnicas del material que se utilizará para la ejecución final del desarrollo de cada alternativa.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA POR TRAZADO Y ENFOQUE

7.1 METODOLOGÍA – MATRICES DE SELECCIÓN MULTI-CRITERIO ALTERNATIVAS DE TRAZADO

La metodología que se presenta a continuación es la formulada por el contratista, ajustada a las condiciones del proyecto y en el ejercicio de la comparación de alternativas por trazado y selección de la más viable.

7.1.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD POR COMPONENTE

A continuación, se describen los criterios de sostenibilidad por componente económico, técnico, ambiental, riesgo y social y que a criterio del consultor son de relevancia para el proyecto en estudio y de acuerdo con los requerimientos mínimos que debe soportar la selección de alternativas según Resolución 0799 de 2021 Artículo 5:

Tabla 7-1. Criterios de Sostenibilidad Alternativas de Trazado

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	
ECONÓMICO	Mano de obra calificada (para la operación y mantenimiento)	
	Equipos especiales (para la operación y mantenimiento)	
	Consumo de energía	
	Costos compra de servidumbres y/o predios	
	Costos ambientales	
	Costo de la materialización del proyecto (Suministro e instalación)	
TÉCNICO	Capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto	Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra
		Disponibilidad de repuestos
	Facilidad de operación y mantenimiento	
	Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto	
	Condiciones técnicas - hidráulicas	
AMBIENTAL	Demanda de recursos naturales - Afectación de ecosistemas estratégicos	Áreas de protección ambiental
		Fauna presente en la zona
	Demanda de recursos naturales - Susceptibilidad y fragilidad ambiental	Zonificación ambiental
	Demanda de recursos naturales - Conflictos por uso de suelo	Uso y cobertura vegetal actual
	Generación de contaminantes	Manejo de materiales peligrosos (materialización, operación y mantenimiento)
		Generación de contaminación a la calidad del aire, ruido y fuentes hídricas
RIESGOS	Amenazas Naturales	Riesgo por Erosión
		Riesgo por Inundación
		Riesgo Sísmico
	Amenazas Antrópicas	Conflicto Armado
		Conexiones Ilegales
SOCIAL	Generación de empleo	

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD
	Incremento de costos de vida en la zona del proyecto
	Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto
	Afectación por predios a intervenir
	Afectación de tránsito vehicular y peatonal
	Generación de expectativas de la comunidad
	Incremento de la actividad económica
	Deterioro de la malla vial y/o urbanística

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

7.1.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DE LA ALTERNATIVA

El objetivo de esta valoración es establecer los indicadores capaces de medir los criterios de sostenibilidad definidos en el numeral anterior por componente.

Para una valoración cuantitativa y cualitativa se utiliza la metodología de matrices de selección multicriterio en donde cada casilla en la matriz relaciona la alternativa valorada con un criterio de sostenibilidad, lo que permitirá determinar la importancia de la alternativa sobre cada criterio.

La importancia del criterio de sostenibilidad mide cualitativa y cuantitativamente la alternativa, en función del grado de incidencia y la caracterización del efecto. Es entonces la escala y calificación de los criterios de sostenibilidad como se define a continuación:

En la valoración cuantitativa por cada criterio de sostenibilidad se asignará un valor entre 1 a 3, donde:

- ✓ 1 – Aspecto evaluado hace menos viable su construcción.
- ✓ 2 – Aspecto evaluado permite la selección de la alternativa bajo algunas restricciones y/o recomendaciones.
- ✓ 3 – Aspecto evaluado óptimo.

Y en la valoración cualitativa por cada criterio de sostenibilidad se asignará una descripción de malo o aceptable o excelente.

Tabla 7-2. Escala y calificación criterios de sostenibilidad Alternativas de Trazado

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA		
		1	2	3
		CALIFICACIÓN CUALITATIVA		
		MALO	REGULAR	EXCELENTE
ECONÓMICO	Mano de obra calificada (para la operación y mantenimiento)	Profesional Especializado	Mano de obra no calificada y especializada	Mano de obra no calificada
	Equipos especiales (para la operación y mantenimiento)	Equipos Especiales	N/A	Herramientas menores

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA		
			1	2	3
			CALIFICACIÓN CUALITATIVA		
			MALO	REGULAR	EXCELENTE
	Consumo de energía		Consumo alto	Consumo Medio	Consumo bajo
	Costos compra de servidumbres y/o predios		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo
	Costos ambientales		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo
	Costo de la materialización del proyecto (Suministro e instalación)		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo
TÉCNICO	Capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto	Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra	No Cuenta	N/A	Cuenta
		Disponibilidad de repuestos	No Cuenta	N/A	Cuenta
	Facilidad de operación y mantenimiento		Difícilmente Operable (requiere de capacitaciones)	Condiciones intermedias de operación y mantenimiento	Fácilmente operable
	Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto		Largo	Mediano	Corto
	Condiciones técnicas - hidráulicas		Bajo	Medio	Alto
AMBIENTAL	Demanda de recursos naturales - Afectación de ecosistemas estratégicos	Áreas de protección ambiental	Alto	Medio	Bajo
		Fauna presente en la zona	Alto	Medio	Bajo
	Demanda de recursos naturales - Susceptibilidad y fragilidad ambiental	Zonificación ambiental	Alto	Medio	Bajo
	Demanda de recursos naturales - Conflictos por uso de suelo	Uso y cobertura vegetal actual	Alto	Medio	Bajo
	Generación de contaminantes	Manejo de materiales peligrosos (materialización, operación y mantenimiento)	Alto	Medio	Bajo
		Generación de contaminación a la calidad del aire, ruido y fuentes hídricas	Alto	Medio	Bajo
RIESGOS	Amenazas Naturales	Riesgo por Erosión	Alto	Medio	Bajo
		Riesgo por Inundación	Alto	Medio	Bajo
		Riesgo Sísmico	Alto	Medio	Bajo
	Amenazas Antrópicas	Conflicto Armado	Alto	Medio	Bajo
		Conexiones Ilegales	Alto	Medio	Bajo
SOCIAL	Generación de empleo		Bajo	Medio	Alto
	Incremento de costos de vida en la zona del proyecto		Empeora	Sigue igual	Mejora
	Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto		Alto	Medio	Bajo
	Afectación por predios a intervenir		Alto	Medio	Bajo
	Afectación de tránsito vehicular y peatonal		Alto	Medio	Bajo
	Generación de expectativas de la comunidad		Bajo	Medio	Alto
	Incremento de la actividad económica		Empeora	Sigue igual	Mejora
	Deterioro de la malla vial y/o urbanística		Alto	Medio	Bajo

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Ahora bien, en la valoración cuantitativa de la alternativa se expresa a partir de los componentes con la siguiente ecuación lineal:

$$I: 1.0E + 1.2T + 1.0A + 1.2R + 0.75S$$

Ecuación 1. Ecuación lineal matriz de evaluación

Como puede observarse la función de importancia de la alternativa se ha definido a partir de cinco componentes, siendo: E – Económico, T – Técnica, A – Ambiental, R - Riesgo, S – Social.

En la ecuación presentada y de acuerdo con la práctica general se le da el mismo peso a cada componente de la ecuación de acuerdo con su escala y calificación por la suma correspondiente en su calificación de criterios de sostenibilidad. De esta manera el la Tabla 7-3 se describe la obtención de los coeficientes que acompaña cada componente en la ecuación lineal (véase Ecuación 1).

Tabla 7-3. Estimación coeficientes de ecuación lineal Alternativas de Trazado

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		PESO DEL COMPONENTE	SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN MÁXIMA	TOTAL SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN MÁXIMA	COEFICIENTE DE ECUACIÓN LINEAL NORMALIZADO
ECONÓMICO	Mano de obra calificada (para la operación y mantenimiento)		20%	3.0	18.0	1.00
	Equipos especiales (para la operación y mantenimiento)			3.0		
	Consumo de energía			3.0		
	Costos compra de servidumbres y/o predios			3.0		
	Costos ambientales			3.0		
	Costo de la materialización del proyecto (Suministro e instalación)			3.0		
TÉCNICO	Capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto	Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra	20%	3.0	15.0	1.20
		Disponibilidad de repuestos		3.0		
	Facilidad de operación y mantenimiento			3.0		
	Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto			3.0		
	Condiciones técnicas - hidráulicas			3.0		
AMBIENTAL	Demanda de recursos naturales - Afectación de ecosistemas estratégicos	Áreas de protección ambiental	20%	3.0	18.0	1.00
		Fauna presente en la zona		3.0		
	Demanda de recursos naturales - Susceptibilidad y fragilidad ambiental	Zonificación ambiental		3.0		
	Demanda de recursos naturales - Conflictos por uso de suelo	Uso y cobertura vegetal actual		3.0		

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		PESO DEL COMPONENTE	SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN MÁXIMA	TOTAL SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN MÁXIMA	COEFICIENTE DE ECUACIÓN LINEAL NORMALIZADO
	Generación de contaminantes	Manejo de materiales peligrosos (materialización, operación y mantenimiento)		3.0		
		Generación de contaminación a la calidad del aire, ruido y fuentes hídricas		3.0		
RIESGOS	Amenazas Naturales	Riesgo por Erosión	20%	3.0	15.0	1.20
		Riesgo por Inundación		3.0		
		Riesgo Sísmico		3.0		
	Amenazas Antrópicas	Conflicto Armado		3.0		
		Conexiones Ilegales		3.0		
SOCIAL	Generación de empleo		20%	3.0	24.0	0.75
	Incremento de costos de vida en la zona del proyecto			3.0		
	Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto			3.0		
	Afectación por predios a intervenir			3.0		
	Afectación de tránsito vehicular y peatonal			3.0		
	Generación de expectativas de la comunidad			3.0		
	Incremento de la actividad económica			3.0		
	Deterioro de la malla vial y/o urbanística			3.0		
TOTALES			100%	90.0	90.0	

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

De esta manera con la ecuación lineal (véase Ecuación 1) se puede analizar de forma numérica mediante la escala de valores definida en la Tabla 7-3 la importancia de la alternativa, que refleja entonces la de mayor valor con un peso cuantitativo máximo de 90 puntos y la de menor valor con un peso cuantitativo mínimo de 30 puntos. Ahora bien, la escala cualitativa se define de acuerdo con lo siguiente:

- Entre un 0 y 25% para una escala de valores entre 30 y 45 puntos se califica la alternativa cualitativamente como MALA.
- Entre un 25% y 75% para una escala de valores entre 45 y 75 puntos se califican la alternativa cualitativamente como ACEPTABLE.
- Entre un 75% y 100% para una escala de valores entre 75 y 90 puntos se califican la alternativa cualitativamente como EXCELENTE.

De acuerdo con lo anterior, en la matriz de jerarquización calificación cualitativa la clasificación del efecto será el siguiente:

Calificación cualitativa	
Mala:	**M**
Aceptable:	**A**
Excelente:	**E**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7.2 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA POR TRAZADO

En los siguientes numerales se presenta el análisis cuantitativo y cualitativo para cada una de las alternativas de acuerdo con la información recopilada y metodología presentada de selección multi - criterio.

7.2.1 COMPONENTE ECONÓMICO

7.2.1.1 Mano de obra calificada

La mano de obra calificada tanto para la operación como mantenimiento del sistema de redes de alcantarillado para todas las alternativas no implica diferencia entre una y la otra, por la misma naturaleza del proyecto y con el requerimiento necesario de una mano de obra no calificada para el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento de las alternativas. Por esta razón la calificación en el componente económico respecto al criterio de mano de obra calificada se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-4. Mano de obra calificada

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.1.2 Equipos especiales

Los equipos especiales requeridos tanto para la operación como mantenimiento del sistema de redes de alcantarillado para todas las alternativas difieren por las condiciones topológicas e hidráulicas de las redes de alcantarillado en sus corredores finales. Por esta razón la calificación en el componente económico respecto al criterio de equipos especiales se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-5. Equipos especiales

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.1.3 Consumo de energía

El consumo de energía que se pueda generar para la construcción, operación y mantenimiento en ambas alternativas es similar, sin embargo, esta varía de acuerdo con la longitud total de los corredores, por lo tanto, la alternativa 1 por ser la de mayor longitud presentaran un mayor consumo a diferencia de la alternativa 2. Por esta razón la calificación en el componente económico respecto al consumo de energía se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-6. Consumo de energía

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.*Fuente: Elaboración Propia

7.2.1.4 Costos compra de servidumbre y/o predios

El costo por servidumbre y/o predios de todas las alternativas, se valora con el numero probable de predios a intervenir según trazado de cada alternativa. En este caso, para ninguna de las alternativas se requiere adquisición de predios.

Tabla 7-7. Costos de servidumbre y/o predios

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.1.5 Costos ambientales

Los costos ambientales en este caso pueden inferir entres las alternativas propuestas de acuerdo con el número de permisos ambientales por tramitar. Ahora bien, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, los permisos ambientales que se requerirán son de permisos de ocupación del cauce sobre el caño Irique y caño Grande, y aprovechamiento forestal.

De acuerdo con el planteamiento de las alternativas, cada alternativa tendrá múltiples estructuras de cabezales de entrega, la cantidad no difiere entre cada alternativa en gran magnitud, por lo tanto, se califican con el mismo puntaje.

Con este resultado, la calificación en el componente económico respecto a costos ambientales se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-8. Costos ambientales

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.1.6 Costo de materialización del proyecto

Con base al predimensionamiento de las alternativas por trazado y enfoque se construye un presupuesto de la obra civil para cada una de las alternativas, con resultado de un mayor costo directo para la alternativa 2, seguido de la alternativa 1.

De esta manera, la calificación del componente económico y criterio costos de materialización del proyecto de las alternativas planteadas, se establece de la siguiente manera.

Tabla 7-9. Costos de materialización del proyecto

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.2 COMPONENTE TÉCNICO

7.2.2.1 Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra

Las alternativas en la disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra, no implica diferencia entre las alternativas planteadas, debido a que ambas alternativas contemplan la misma infraestructura de alcantarillado.

De esta manera la calificación del componente técnico respecto a la capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto y criterio disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra es la siguiente:

Tabla 7-10. Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.2.2 Disponibilidad de repuestos

Las alternativas en la disponibilidad de repuestos, no implica diferencia entre las alternativas planteadas, si comparamos el uso de un mismo material para todas las alternativas, caso de PVC la más usada en la zona y por el operador.

De esta manera la calificación del componente técnico respecto a la capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto y criterio disponibilidad de repuesto se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-11. Disponibilidad de repuestos

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.2.3 Facilidad de operación y mantenimiento

De las alternativas planteadas, en la evaluación por el criterio de factibilidad de operación y mantenimiento, no implica diferencia entre las alternativas planteadas, debido a que ambas contemplan las mismas infraestructuras de alcantarillado, la diferencia entre ambas alternativas es su longitud, concluyendo en una fácil operación para ambas alternativas.

De esta manera la calificación del componente técnico respecto al criterio de factibilidad de operación y mantenimiento se establece de la siguiente manera:

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Tabla 7-12. Facilidad de operación y mantenimiento

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.2.4 Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto

La evaluación de las alternativas por el criterio tiempo de ejecución en la materialización del proyecto lo podemos clasificar de acuerdo con la cantidad de kilómetros de redes o corredores por intervenir, con la hipótesis de que con mayor número de redes por suministrar e instalar se requerirá mayor tiempo de ejecución para las obras. Ahora bien, para la alternativa 1 con la proyección de 21245.5 metros y de la alternativa 2 con la proyección de 20104.4 metros, concluimos en una calificación cuantitativa para cada alternativa como sigue a continuación:

Tabla 7-13. Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.2.5 Condiciones técnicas hidráulicas

Para la evaluación del componente técnico y criterio condiciones hidráulicas de las alternativas, se desarrolla la modelación hidráulica de cada alternativa planteada con los elementos operativos presentes en cada condición.

En la construcción de los modelos hidráulicos y análisis técnico de las alternativas por trazado, se opta por dar uso al material PVC para las redes de alcantarillado y cargue hidráulico con condiciones de cobertura futuras, año 2051.

7.2.2.5.1 Resultados

Resuelto el predimensionamiento y modelación hidráulica de cada alternativa, los resultados valorando los principales criterios hidráulicos según normatividad se resumen a continuación:

- Alternativa 1:

Tabla 7-14. Resultados hidráulicos de la alternativa 1

Label	Nodo Inicial	Nodo Final	Cota Terreno (Inicial) (m)	Cota Terreno (Final) (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diametro (m)	Diametro (mm)	Velocidad (m/s)	Q/Qo
CJ-1	PJ-1	PJ-8	333.330	333.449	34.46	0.3	0.284	284	0.99	62.32
CJ-2	PJ-2	PJ-5	333.213	333.610	73.49	0.3	0.362	362	1.14	55.89
CJ-3	PJ-3	PJ-4	333.608	333.568	59.28	0.45	0.284	284	0.87	17.95
CJ-4	PJ-4	PJ-5	333.568	333.610	59.26	0.45	0.362	362	1.5	79.78
CJ-5	PJ-5	PJ-8	333.610	333.449	30.99	0.4	0.452	452	1.63	76.8
CJ-6	PJ-6	PJ-7	333.557	333.429	55.65	0.45	0.284	284	0.89	19.51
CJ-7	PJ-7	PJ-8	333.429	333.449	55.65	0.45	0.362	362	1.48	74.96
CJ-8	PJ-8	PJ-16	333.449	333.235	31.04	0.3	0.595	595	1.7	76.91
CJ-9	PJ-9	PJ-10	333.442	333.470	33.91	0.3	0.284	284	0.96	53.43

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

CJ-10	PJ-10	PJ-13	333.470	333.29	41.9	0.3	0.284	284	0.96	53.43
CJ-11	PJ-11	PJ-12	333.096	333.266	38.29	0.3	0.284	284	0.95	52.7
CJ-12	PJ-12	PJ-13	333.266	333.29	32.86	0.3	0.284	284	1.03	75.33
CJ-13	PJ-13	PJ-14	333.290	333.304	31.82	0.547	0.407	407	1.66	56.12
CJ-14	PJ-14	PJ-15	333.304	333.159	51.49	0.3	0.824	824	2.12	78.5
CJ-15	PJ-15	PJ-16	333.159	333.235	51.49	0.35	0.824	824	2.29	78.63
CJ-16	PJ-16	PJ-17	333.235	333.030	19.38	0.35	0.9	900	2.47	67.58
CJ-16A	PJ-17	PJ-17A	333.030	332.922	25.24	0.15	0.9	900	1.54	66.89
CJ-17	PJ-17A	PJ-18	332.922	332.604	203.5	0.15	0.9	900	1.57	73.23
CJ-18	PJ-18	PJ-35	332.604	332.566	81.98	0.15	0.9	900	1.59	80.4
CJ-19	PJ-19	PJ-20	334.221	334.012	70.5	0.5	0.284	284	0.88	15.76
CJ-20	PJ-20	PJ-23	334.012	333.79	68.55	0.6	0.284	284	1.47	79.13
CJ-21	PJ-21	PJ-22	333.151	333.420	46.07	0.3	0.327	327	1.09	58.27
CJ-22	PJ-22	PJ-23	333.420	333.79	46.07	0.3	0.362	362	1.32	70.41
CJ-23	PJ-23	PJ-28	333.790	333.780	31.6	0.45	0.452	452	1.89	78.15
CJ-24	PJ-24	PJ-25	334.047	333.780	66.54	0.5	0.284	284	0.92	18.49
CJ-25	PJ-25	PJ-28	334.028	333.780	66.55	0.6	0.284	284	1.46	78
CJ-26	PJ-26	PJ-27	333.236	333.780	48.82	0.3	0.327	327	1.93	61.54
CJ-27	PJ-27	PJ-28	333.508	333.780	48.82	0.35	0.362	362	1.96	78.03
CJ-28	PJ-28	PJ-31	333.780	333.780	31.19	0.35	0.595	595	1.98	93.6
CJ-29	PJ-29	PJ-30	333.952	333.780	63.39	0.5	0.284	284	2.01	18.4
CJ-30	PJ-30	PJ-31	333.948	333.780	62.87	0.6	0.284	284	1.96	74.88
CJ-31	PJ-31	PJ-32	333.634	333.780	57.95	0.3	0.747	747	1.97	68.97
CJ-32	PJ-32	PJ-33	333.190	333.780	47.48	0.3	0.747	747	1.98	73.12
CJ-33	PJ-33	PJ-34	332.712	333.780	12.28	0.3	0.747	747	1.99	78.26
CJ-34	PJ-34	PJ-35	332.621	333.780	16.48	0.3	0.747	747	1.99	85.15
CJ-35	PJ-35	PJ-36	332.566	333.780	76	0.2	0.978	978	1.99	82.78
CJ-36	PJ-36	PJ-37	332.572	333.780	90.78	0.2	0.978	978	1.99	86.36
CJ-37	PJ-37	PJ-38	332.624	333.780	101.7	0.2	0.978	978	1.99	91.15
CJ-38	PJ-38	PJ-39	332.662	332.678	49.24	0.2	0.978	978	1.9	92.71
CJ-39	PJ-39	PJ-40	332.678	331.788	24.34	0.2	0.978	978	1.99	92.71
CJ-40	PJ-40	PJ-41	331.788	332.673	61.98	0.2	0.978	978	1.99	92.71
CJ-41	PJ-41	PJ-42	332.673	330.997	118.76	0.2	1.0	1000	1.91	87.37
CJ-42	PJ-42	PJ-43	330.997	330.997	51.22	0.2	1.0	1000	1.91	87.37
CJ-43	PJ-43	PJ-44	331.202	330.997	101.54	0.2	1.0	1000	1.91	87.37
CJ-44	PJ-44	PJ-45	331.286	330.997	51.46	0.2	1.0	1000	1.91	87.37
CJ-45	PJ-45	OJ-21	331.331	330.997	14.52	0.2	1.0	1000	1.91	87.37

***Fuente: Elaboración Propia**

- Alternativa 2:

Tabla 7-15. Resultados hidráulicos de la alternativa 2

Label	Nodo Inicial	Nodo Final	Cota Terreno (Inicial) (m)	Cota Terreno (Final) (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diametro (m)	Diametro (mm)	Velocidad (m/s)	Q/Qo
CJ-1	PJ-1	PJ-8	333.330	333.449	34.46	0.3	0.284	284	0.99	62.32
CJ-2	PJ-2	PJ-5	333.213	333.610	73.49	0.3	0.362	362	1.14	55.89
CJ-3	PJ-3	PJ-4	333.608	333.568	59.28	0.45	0.284	284	0.87	17.95
CJ-4	PJ-4	PJ-5	333.568	333.610	59.26	0.45	0.362	362	1.5	79.78
CJ-5	PJ-5	PJ-8	333.610	333.449	30.99	0.4	0.452	452	1.63	76.8
CJ-6	PJ-6	PJ-7	333.557	333.429	55.65	0.45	0.284	284	0.89	19.51
CJ-7	PJ-7	PJ-8	333.429	333.449	55.65	0.45	0.362	362	1.48	74.96
CJ-8	PJ-8	PJ-16	333.449	333.235	31.04	0.3	0.595	595	1.7	76.91
CJ-9	PJ-9	PJ-10	333.442	333.470	33.91	0.3	0.284	284	0.96	53.43

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

CJ-10	PJ-10	PJ-13	333.470	333.29	41.9	0.3	0.284	284	0.96	53.43
CJ-11	PJ-11	PJ-12	333.096	333.266	38.29	0.3	0.284	284	0.95	52.7
CJ-12	PJ-12	PJ-13	333.266	333.29	32.86	0.3	0.284	284	1.03	75.33
CJ-13	PJ-13	PJ-14	333.290	333.304	31.82	0.547	0.407	407	1.66	56.12
CJ-14	PJ-14	PJ-15	333.304	333.159	51.49	0.3	0.824	824	2.12	78.5
CJ-15	PJ-15	PJ-16	333.159	333.235	51.49	0.35	0.824	824	2.29	78.63
CJ-16	PJ-16	PJ-17	333.235	333.030	19.38	0.35	0.9	900	2.47	67.58
CJ-16A	PJ-17	PJ-17A	333.030	332.922	25.24	0.15	0.9	900	1.54	66.89
CJ-17	PJ-17A	PJ-18	332.922	332.604	203.5	0.15	0.9	900	1.57	73.23
CJ-18	PJ-18	PJ-35	332.604	332.566	81.98	0.15	0.9	900	1.59	80.4
CJ-19	PJ-19	PJ-20	334.221	334.012	70.5	0.5	0.284	284	0.88	15.76
CJ-20	PJ-20	PJ-23	334.012	333.79	68.55	0.6	0.284	284	1.47	79.13
CJ-21	PJ-21	PJ-22	333.151	333.420	46.07	0.3	0.327	327	1.09	58.27
CJ-22	PJ-22	PJ-23	333.420	333.79	46.07	0.3	0.362	362	1.32	70.41
CJ-23	PJ-23	PJ-28	333.790	333.780	31.6	0.45	0.452	452	1.89	78.15
CJ-24	PJ-24	PJ-25	334.047	333.780	66.54	0.5	0.284	284	0.92	18.49
CJ-25	PJ-25	PJ-28	334.028	333.780	66.55	0.6	0.284	284	1.46	78
CJ-26	PJ-26	PJ-27	333.236	333.780	48.82	0.3	0.327	327	1.93	61.54
CJ-27	PJ-27	PJ-28	333.508	333.780	48.82	0.35	0.362	362	1.96	78.03
CJ-28	PJ-28	PJ-31	333.780	333.780	31.19	0.35	0.595	595	1.98	93.6
CJ-29	PJ-29	PJ-30	333.952	333.780	63.39	0.5	0.284	284	2.01	18.4
CJ-30	PJ-30	PJ-31	333.948	333.780	62.87	0.6	0.284	284	1.96	74.88
CJ-31	PJ-31	PJ-32	333.634	333.780	57.95	0.3	0.747	747	1.97	68.97
CJ-32	PJ-32	PJ-33	333.190	333.780	47.48	0.3	0.747	747	1.98	73.12
CJ-33	PJ-33	PJ-34	332.712	333.780	12.28	0.3	0.747	747	1.99	78.26
CJ-34	PJ-34	PJ-35	332.621	333.780	16.48	0.3	0.747	747	1.99	85.15
CJ-35	PJ-35	PJ-18	330.930	330.850	40.99	0.2	0.978	978	2	83.01
CJ-36	PJ-18	PJ-17A	330.850	330.650	101.75	0.2	0.978	978	2	87.25
CJ-41	PJ-17A	PJ-18X	332.920	333.220	102.31	0.2	1.0	1000	2	90.1
CJ-42	PJ-18X	PJ-19X	333.220	333.520	102.31	0.2	1.0	1000	2	90.2
CJ-43	PJ-19X	PJ-20X	333.520	333.820	102.31	0.2	1.0	1000	2	90.71
CJ-44	PJ-20X	PJ-21X	333.820	334.120	102.31	0.2	1.0	1000	2	90.71
CJ-45	PJ-21X	O-2	334.120	334.420	46.74	0.2	1.0	1000	1.91	85.35

***Fuente: Elaboración Propia**

Ahora bien, con los resultados de las modelaciones hidráulicas, cada una de las alternativas por trazado y enfoque cumple con los criterios hidráulicos establecidos por la normatividad vigente.

De acuerdo con lo anterior, la calificación de alternativas en el componente técnico y criterio condiciones técnicas hidráulicas queda definido de la siguiente manera:

Tabla 7-16. Condiciones técnicas hidráulicas

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.3 COMPONENTE AMBIENTAL

7.2.3.1 Demanda de recursos naturales

Para la evaluación del componente ambiental y criterio de sostenibilidad demanda de recursos naturales en las alternativas planteadas, se propone el desarrollo de una metodología de impactos basada en la localización de cada alternativa y los elementos ambientales presentes en el área. Para efectos de este análisis se definirá una serie de observaciones espaciales tomando como referencia información ambiental del área de estudio, presentada como información cartográfica a saber:

- Áreas de protección ambiental
- Fauna presente en la zona, también oferta fauna
- Zonificación ambiental
- Uso y cobertura vegetal actual

Con esta base cartográfica se procede a cruzar la información de las alternativas de localización de la infraestructura que se va a evaluar, con la información ambiental de base y de esta manera identificar aspectos como:

- Afectación de ecosistemas estratégicos
- Susceptibilidad y fragilidad ambiental
- Conflictos por uso de suelo

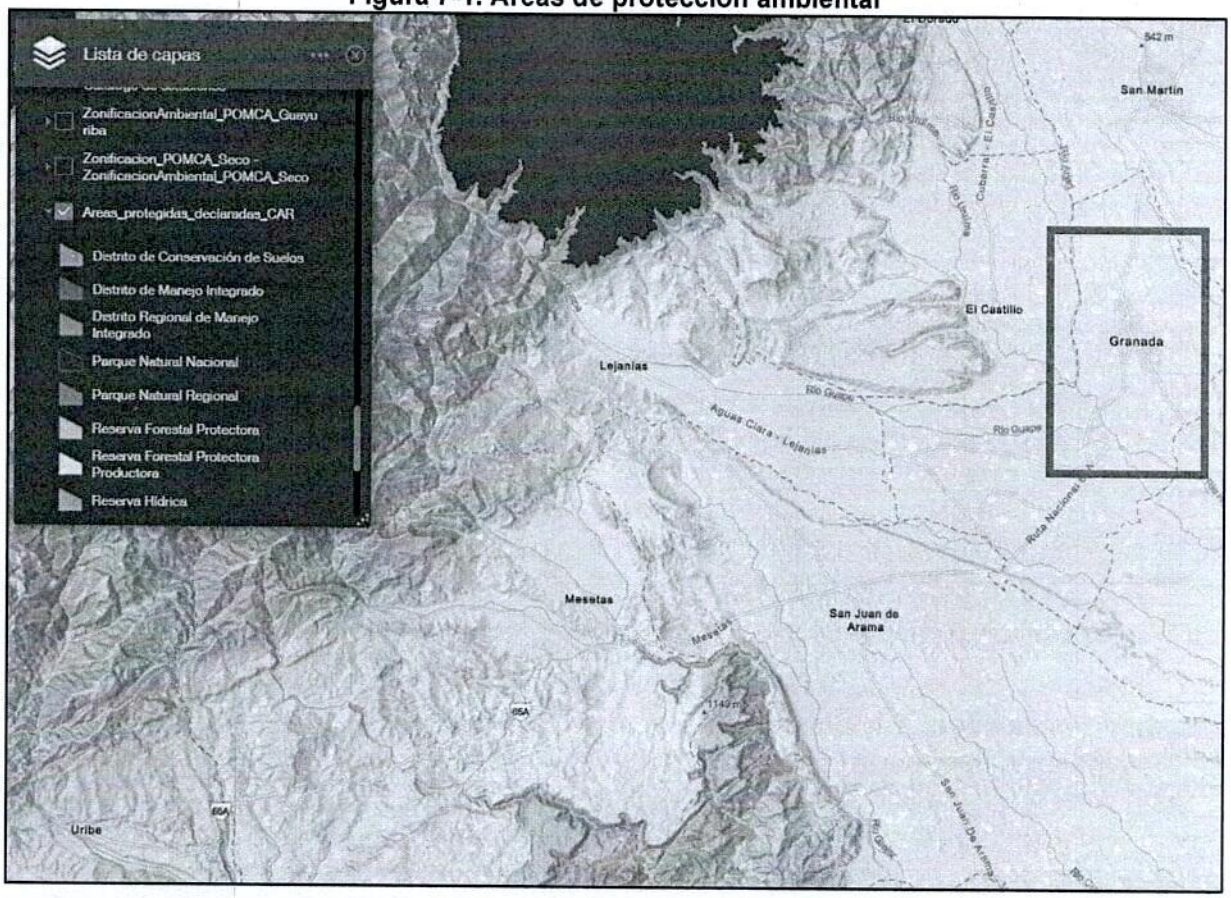
A continuación, se describen los hallazgos realizados desde el punto de vista ambiental para las alternativas desde cada uno de los aspectos espaciales mencionados:

7.2.3.1.1 Áreas de Protección Ambiental

Para este análisis fueron tomados los polígonos que delimitan las áreas de protección ambiental de orden, local, regional y nacional, con el fin de determinar el grado de afectación que tiene cada una de las alternativas propuestas. A continuación, se visualiza el área de estudio y se evidencia que no cuenta con afectación a zonas de protección ambiental (ver recuadro de color rojo) superpuestas sobre las capas de áreas de protección ambiental.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 7-1. Áreas de protección ambiental



*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), 2024

De acuerdo con la información recopilada y analizada se llega a la conclusión de que las alternativas proyectadas no afectan ni interfieren con áreas protegidas ambientalmente.

Por estas razones, la calificación del componente ambiental en cuanto a áreas de protección ambiental se define de la siguiente manera.

Tabla 7-17. Áreas de protección ambiental

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

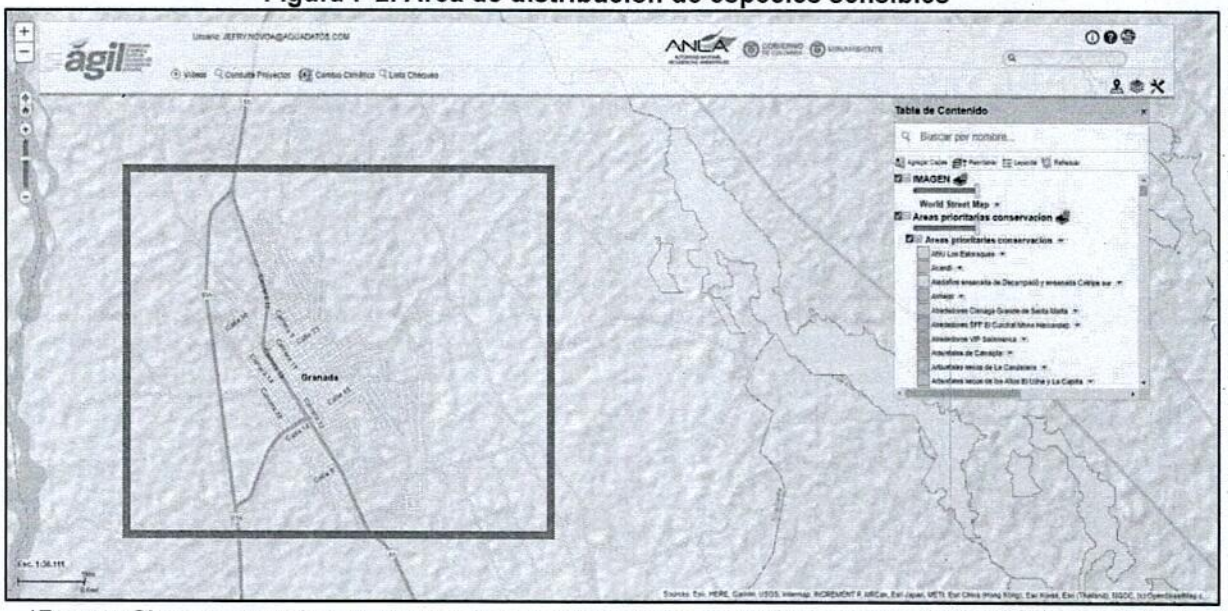
*Fuente: Elaboración Propia

7.2.3.1.2 Fauna Presente en la Zona

Para este caso, fue considerada la base cartográfica de conservación de biodiversidad que presenta el geovisor de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. El área de influencia se presenta en la siguiente figura:

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 7-2. Área de distribución de especies sensibles



***Fuente: Sistema para el analisis y gestion de información del licenciamiento ambiental (ANLA-AGIL), 2024**

Como se puede observar, el área de influencia del proyecto no afecta la biodiversidad de la zona. Sin embargo, la alternativa 1 es la que mayor afectación presenta de acuerdo con la cantidad de tubería proyectada en la zona. Por esta razón, la calificación del componente ambiental en cuanto a la fauna presente en la zona se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-18. Afectación a Fauna presente en la zona

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

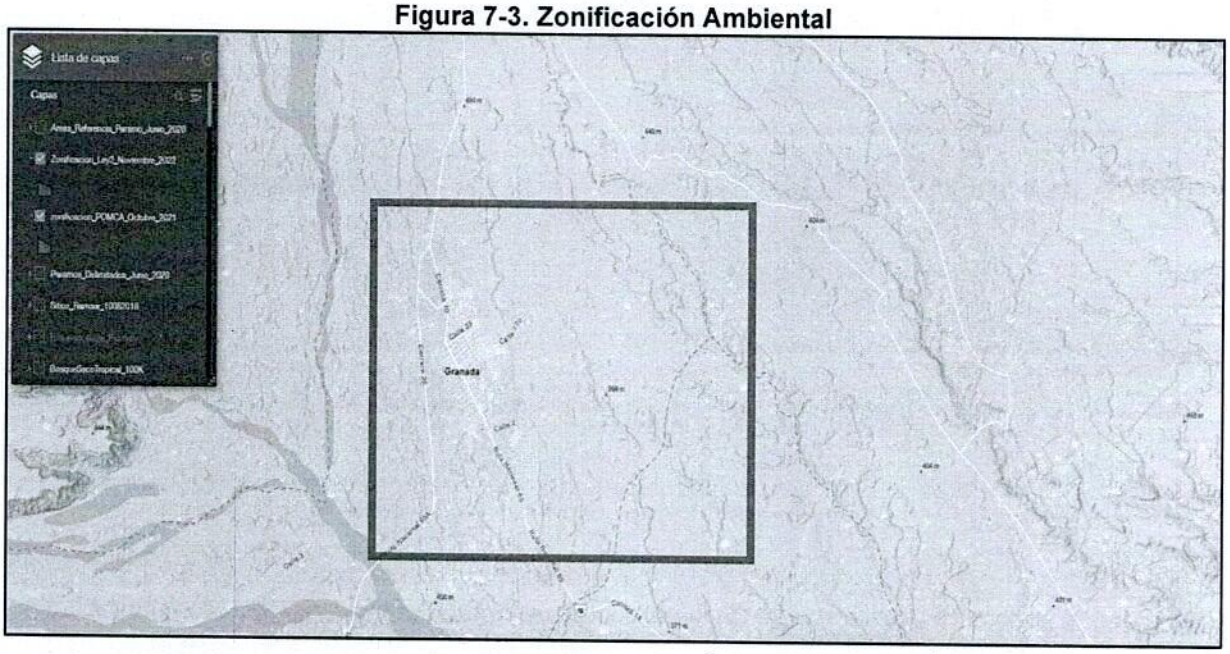
***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.3.1.3 Zonificación Ambiental

Para este análisis se consultó la plataforma del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), donde se define la zonificación ambiental de acuerdo con los usos y manejos proyectados para las áreas de reserva. A continuación, se visualiza el área de influencia del proyecto.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 7-3. Zonificación Ambiental



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), 2023 Y POMCA del rio Guatiquia, CORMACARENA 2023**

Como se puede observar en la figura anterior, el área de influencia del proyecto no presenta alguna afectación con el área en estudio, teniendo en cuenta que la zona se encuentra en medio del caño Irique y caño Grande en el municipio de Granada, Meta. De esta manera la calificación para las alternativas por zonificación ambiental se define de la siguiente manera:

Tabla 7-19. Zonificación Ambiental

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

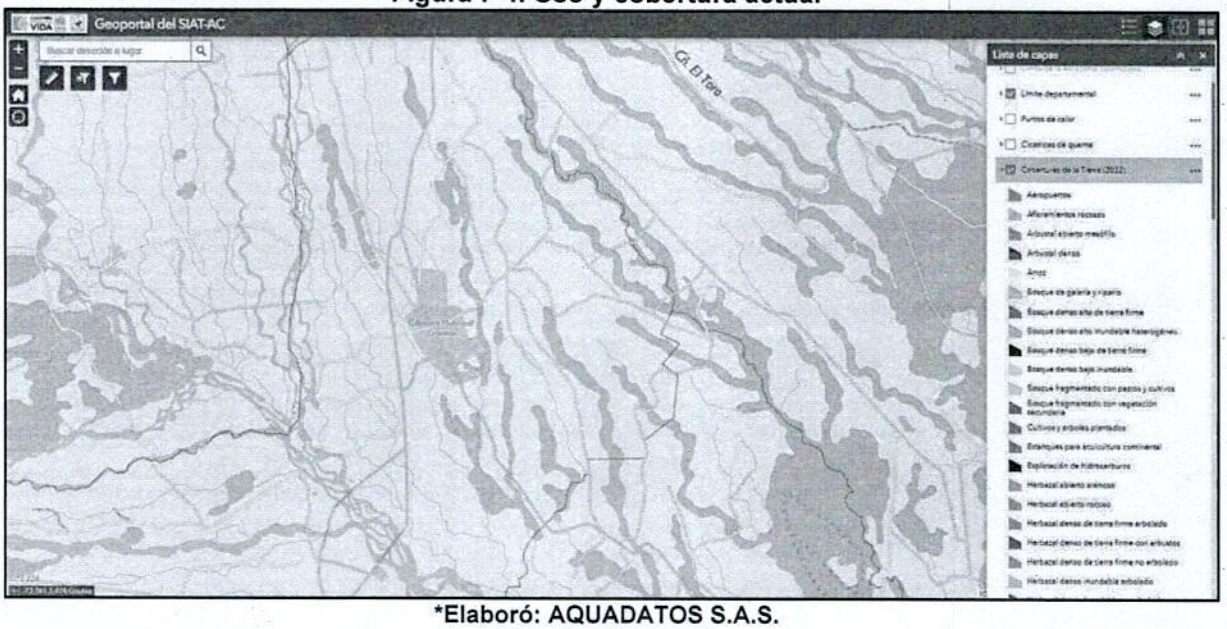
7.2.3.1.4 Uso y Cobertura Vegetal Actual

Para realizar este análisis fueron consideradas coberturas del suelo actuales, pues esto podrá determinar el impacto que tendrán actividades de descapote en la zona, siendo menos impactante en los casos que las coberturas predominantes sean pastizales y de mayor impacto si resultan ubicados en aquellas zonas en las que las coberturas predominantes sean arbustos y plantaciones forestales de tipo protector, también serán considerados en la valoración aspectos relacionados con la infraestructura y grado de intervención antrópica presente en cada alternativa.

Se tomó como base el Mapa de Cobertura de la Tierra presentado por SIAT, identificando en este el área de incidencia directa que comparten las alternativas planteadas en el numeral 6.1 , como se muestra a continuación:

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 7-4. Uso y cobertura actual



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: SIAT 2024**

Como se puede observar, el área de influencia del proyecto no afecta la biodiversidad de la zona en general. Sin embargo, la alternativa 1 por tener mayor extensión en cuanto al trazado de la red, puede presentan un mayor grado por su extensión, a diferencia de la alternativa 2 que es la de menor extensión. Por esta razón, la calificación en el componente ambiental en cuanto a la fauna presente en la zona se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-20. Uso y cobertura vegetal actual

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.3.2 Generación de contaminantes

7.2.3.2.1 Manejo de materiales peligrosos

En este caso, en la evaluación de los criterios de sostenibilidad por "Manejo de materiales peligrosos (durante la materialización, operación y mantenimiento)", la instancia en que puede inferir por este concepto diferencias entre las alternativas planteadas es en el momento de la materialización, es así como para la alternativa que cauce mayor número de recursos en la construcción es la que tendrá mayor manejo de materiales peligrosos. Ahora bien, se concluye en la siguiente calificación cuantitativa por cada alternativa:

Tabla 7-21. Manejo de materiales peligrosos

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	1
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	1

***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7.2.3.2.2 Generación de contaminación a la calidad del aire, fluido y fuente hídricas

En este caso, en la evaluación de los criterios de sostenibilidad por generación de contaminación a la calidad del aire, ruido y fuentes hídricas, la instancia en que puede inferir por este concepto diferencias entre las alternativas planteadas es en el momento de la operación. Ahora bien, se concluye en la siguiente calificación en el componente ambiental por esto criterio:

Tabla 7-22. Generación de contaminantes

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.4 COMPONENTE DE RIESGO

Para la evaluación del componente de riesgo en las alternativas planteadas, se analizarán dos factores principales: el primero el grado de amenazas naturales tales como: Erosión, Inundación y Sismos, y el segundo factor corresponde a las amenazas antrópicas y sociales.

7.2.4.1 Amenazas Naturales

Considerando los trazados y descargas propuestas para las alternativas, se procede a evaluar los distintos riesgos ambientales a los que se ve expuesto el proyecto.

7.2.4.1.1 Riesgo por Erosión

Para identificar este riesgo se consulta la base de datos del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) en el mapa de "Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011" sin resultado de presentación de información alguna, y consultado el mapa del PBOT "De Amenazas de Riegos y de Interés Ambiental" del municipio de Granada se puede determinar que, sobre el área de incidencia del proyecto, no se presenta riesgo alguno por erosión. De esta manera calificando este riesgo como mínimo para las dos alternativas se concluye en la siguiente calificación:

Tabla 7-23. Riesgo por erosión

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.4.1.2 Riesgo por Inundación

Para identificar este riesgo se consulta la base de datos del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) en el mapa de "Zonas susceptibles de Inundación 500k - 2010" sin resultado de presentación de información alguna, por lo tanto, no se presenta riesgo alguno

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

por inundación. De esta manera calificando este riesgo como mínimo para ambas alternativas se concluye en la siguiente calificación.

Tabla 7-24. Riesgo por inundación

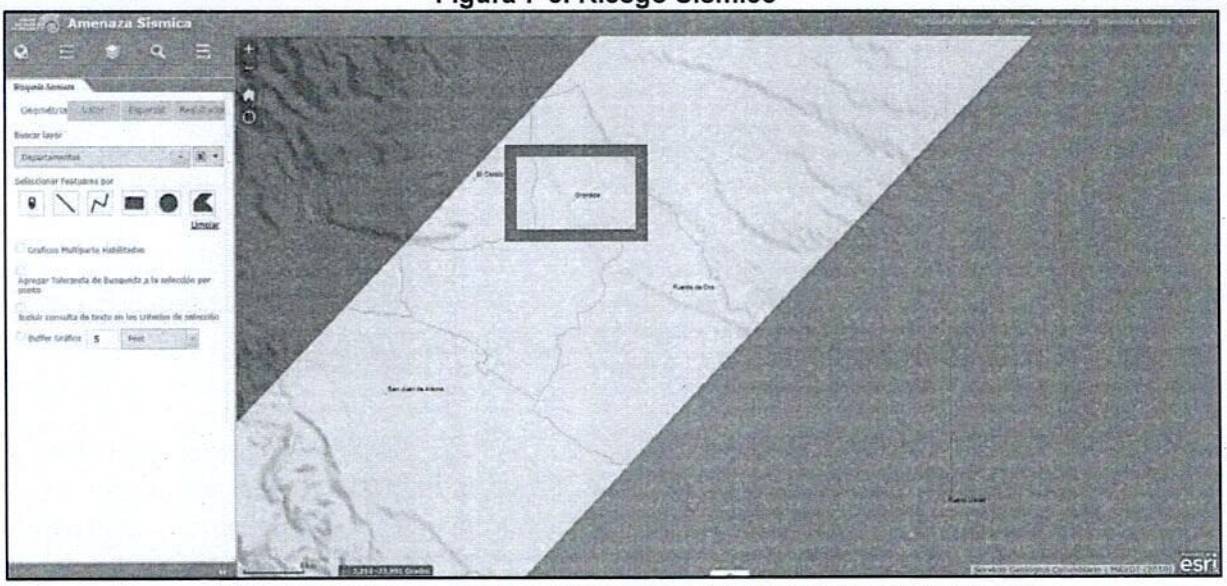
ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.4.1.3 Riesgo sísmico

La evaluación de este componente se realizó con base en información del Servicio Geológico Colombiano con respecto a las zonas de amenaza sísmica determinadas por la NSR-10, como se puede observar a continuación.

Figura 7-5. Riesgo Sísmico



***Fuente: Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), 2023**

En base a la clasificación de amenaza sísmica para el área en estudio y donde se localizan las alternativas se obtiene como resultado la siguiente calificación:

Tabla 7-25. Riesgo sísmico

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.4.2 Amenazas Antrópicas

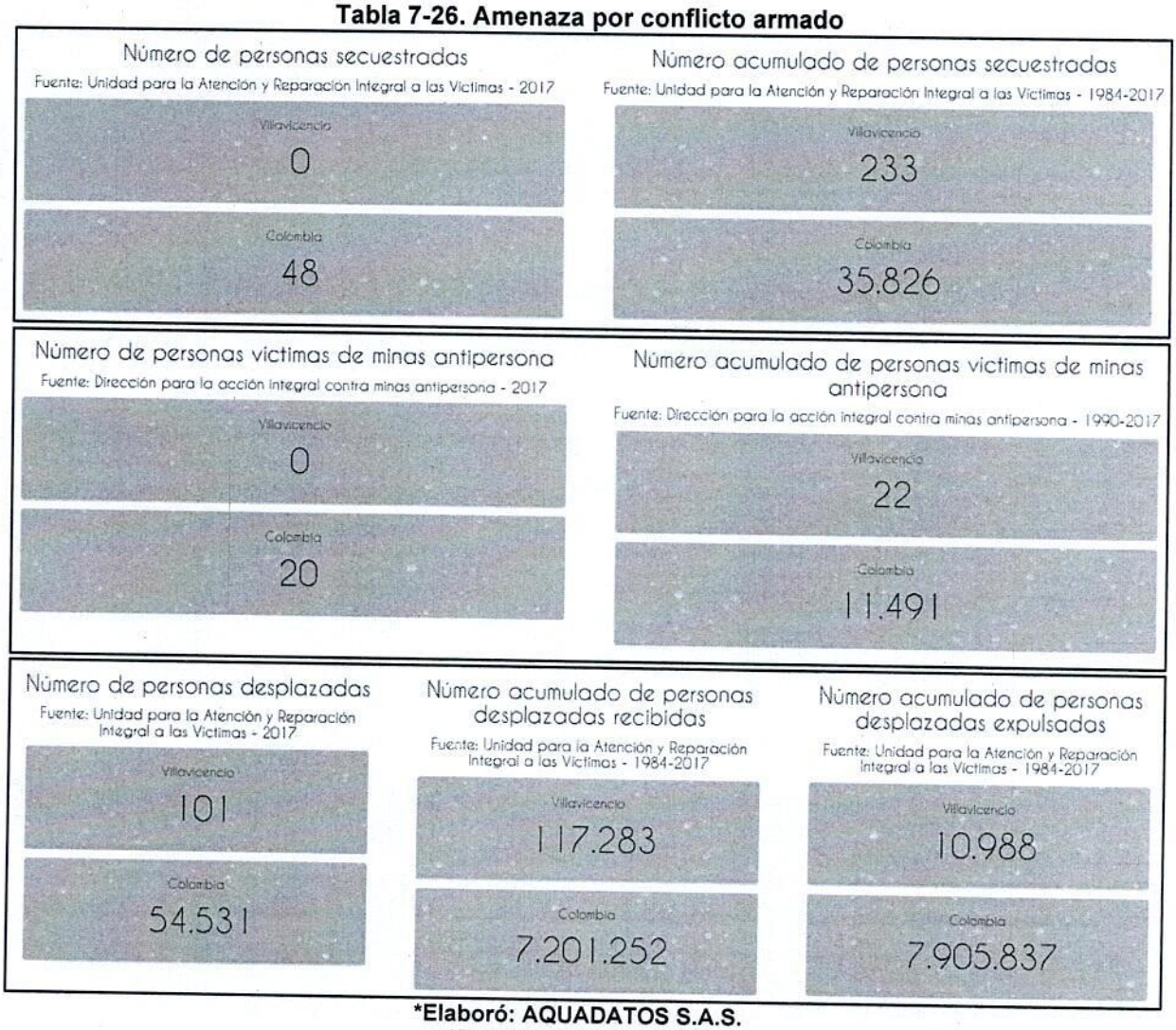
Se entiende como riesgo antrópico aquel producido por actividades humanas y comportamiento del hombre, en la evaluación de este riesgo se destaca el producto del conflicto armado presente en el territorio y la tendencia del hombre a realizar conexiones ilegales al sistema de alcantarillado.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7.2.4.2.1 Conflicto armado

En primera instancia se analizará el riesgo asociado al conflicto armado, para ello se consultó la fuente Territata, herramienta del Departamento Nacional de Planeación (DNP) donde se encontraron las siguientes estadísticas:

Tabla 7-26. Amenaza por conflicto armado

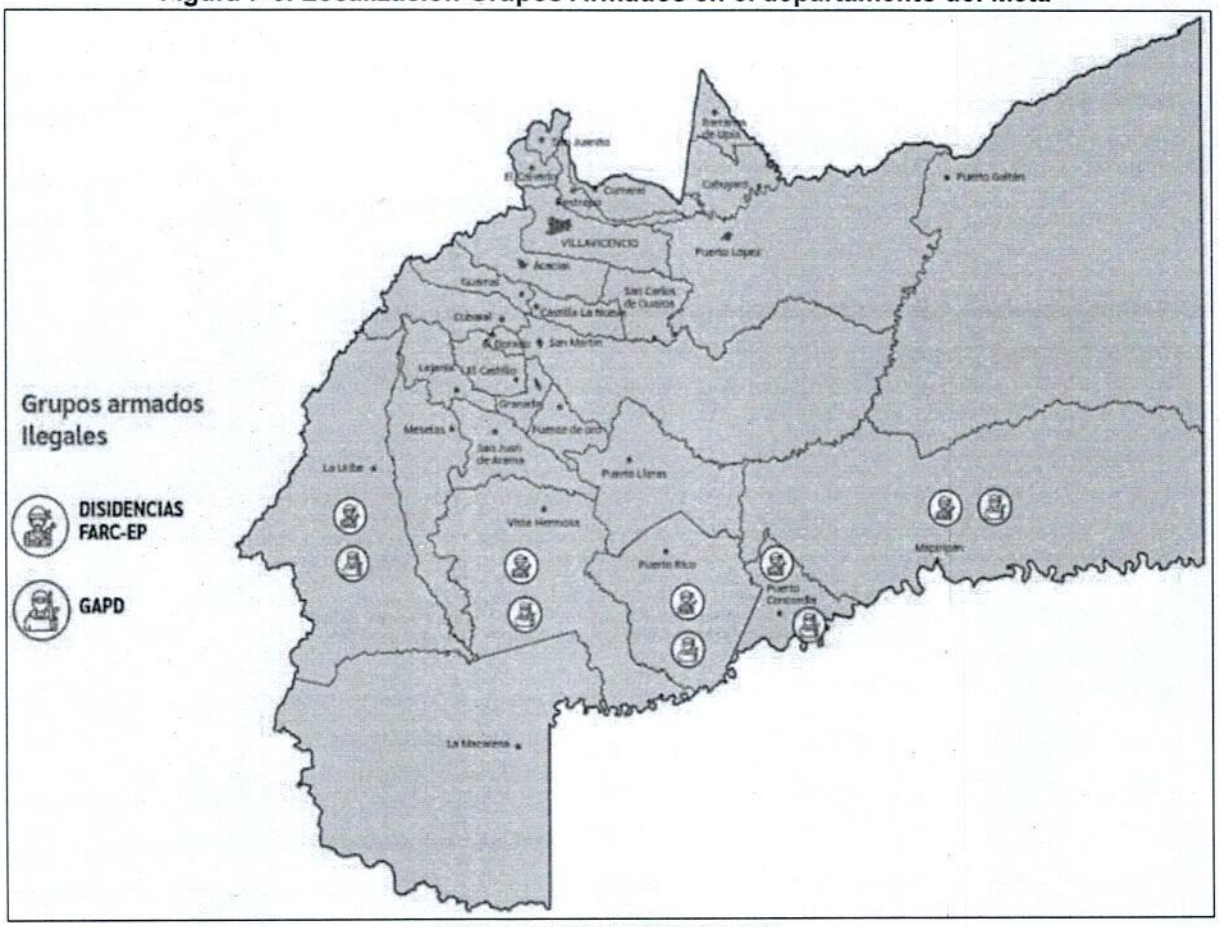


***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Territata, 2023**

Se observa que en el año 2017 no se registraron personas secuestradas ni personas víctimas de minas antipersona. Sin embargo, se continua con el desplazamiento de personas en el municipio. Adicional se consulta en el documento "Meta, Retos y desafíos para el Desarrollo Sostenible" publicado en el año 2019 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el cual se reporta que no hay presencia de grupos armados para el año 2024 en el municipio de Granada, como se muestra en la siguiente figura.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 7-6. Localización Grupos Armados en el departamento del Meta



*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: "Meta, Retos y desafíos para el Desarrollo Sostenible"

Por esta razón para las alternativas y trazados en análisis, se determina la calificación de amenazas antrópicas en el componente de conflicto de la siguiente manera:

Tabla 7-27. Riesgo por grupos armados

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

*Fuente: Elaboración Propia

7.2.4.2.2 Riesgo por conexiones ilegales

Dentro de las amenazas antrópicas se evalúa el componente de conexiones ilegales que corresponde a lo que se dicta en el Código Penal (Artículo 256. Defraudación de fluidos) como la utilización de mecanismos clandestinos para conectarse al sistema de alcantarillado de recurso propio de las empresas prestadoras de este servicio; la intervención o conexión fraudulenta de las redes perjudican de manera severa la prestación del servicio ya que, además de no poder llevar un control de estas, presentan fallas, lo que aumenta en este caso intrusión de contaminantes no conocidos dado el caso y aumento de caudal no controlado.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Teniendo en cuenta las alternativas de trazado planteadas, la alternativa 2 es la que presenta mayor cantidad de trazado a diferencia de la alternativa 1, con lo cual se determina la calificación de amenazas antrópicas en el componente de conexiones ilegales de la siguiente manera:

Tabla 7-28. Riesgo por conexiones ilegales

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	1
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5 COMPONENTE SOCIAL

La evaluación de alternativas en lo que respecta al componente social, se realiza a partir de la inspección visual, información recolectada en campo e información secundaria que nos permite ahondar en este componente bajo múltiples criterios descritos en los siguientes numerales.

7.2.5.1 Generación de empleo

Las dos (2) alternativas contemplan la construcción de un sistema de redes de alcantarillado pluvial, los cuales requieren de la contratación de mano de obra para la ejecución de las obras civiles. Ahora bien, teniendo la claridad que para la alternativa 2 es la de mayor longitud, seguida de la alternativa 1 como la segunda de mayor longitud. Por esta razón la calificación en el componente social respecto a generación de empleo se establece de la siguiente manera.

Tabla 7-29. Generación de empleo

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5.2 Incremento de costos de vida en la zona del proyecto

Con la construcción de un sistema de redes de alcantarillado pluvial por gravedad, caso particular que se cumple para las alternativas planteadas, para los habitantes del sector Paraíso no implica un empeoramiento por este concepto, por el contrario, este sistema de alcantarillado pluvial presentara una mejora en el costo de vida.

Tabla 7-30. Incremento de costos de vida en la zona del proyecto

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7.2.5.3 Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto

El proyecto con la optimización y construcción de las redes de alcantarillado pluvial tiene un impacto positivo a corto, mediano y largo plazo en la salud de la comunidad del sector Paraíso del municipio de Granada. Las dos alternativas cumplen el cometido de brindar soluciones en beneficio de la salud pública, con la recolección y trasporte de las aguas lluvias hasta los cuerpos de aguas más cercanos como son el caño Irique y caño Grande.

Por estas razones la calificación en el componente social con respecto a la afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto se establece de la siguiente manera.

Tabla 7-31. Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5.4 Afectación por predios a intervenir

Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto no requiere de adquisición de servidumbres.

Con lo anterior la calificación en el componente social respecto a la afectación por predios a intervenir se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-32. Afectación por predios a intervenir

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	1
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	1

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5.5 Afectación de tránsito vehicular y peatonal

Las dos alternativas contemplan la construcción de sistemas de redes de alcantarillado pluvial, los cuales implican la afectación de corredores viales y peatonales para la ejecución de las obras civiles.

Por lo anterior, la calificación en el componente social respecto a afectación de tránsito vehicular y peatonal se establece de la siguiente manera:

Tabla 7-33. Afectación de tránsito vehicular y peatonal

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	2

***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

7.2.5.6 Generación de expectativas de la comunidad

Las actividades de materialización de sistemas de alcantarillado pluvial se generan altas expectativas en la comunidad, por lo que las dos alternativas producen un impacto positivo en este componente.

Por lo anterior, la calificación en el componente social respecto a generación de expectativas de la comunidad se establece de la siguiente manera.

Tabla 7-34. Generación de expectativas de la comunidad

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5.7 Incremento de la actividad económica

En el sector las actividades económicas son variadas, dedicándose la mayor parte de ellos a actividades comercial (venta de productos), que según lo observado en campo corresponden principalmente a productos de uso cotidiano y establecimientos para adquirir insumos, sin existir presencia de clústeres o agremiaciones comerciales evidentes. La mayoría de estas actividades productivas se encuentran ubicadas estratégicamente sobre las vías principales, con esto garantiza la dinámica económica de la zona al ser transitada por la mayoría de población que reside en el sector y comunidades vecinas. Por lo tanto, las alternativas por trazado y enfoque impactan significativamente la actividad económica de la zona a corto plazo, pero una vez culminada la construcción del sistema de alcantarillado pluvial el incremento en la economía aumentara.

Por lo anterior, la calificación en el componente social respecto al incremento de la actividad económica se establece de la siguiente manera.

Tabla 7-35. Incremento de la actividad económica

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	3
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

7.2.5.8 Deterioro de la malla vial y/o urbanística

El trazado del sistema de redes de alcantarillado, que se localiza a lo largo del corredor propuesto, generara un deterioro bajo en la malla vial del sector.

Las alternativas afectan casi en la misma medida la malla vial y urbanística del sector, sin embargo, la alternativa 2 ocasionara más problemas por tener mayor longitud en su trazado, por lo cual la calificación en el componente social, deterioro de la malla vial y/o urbanística se establece de la siguiente manera.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Tabla 7-36. Deterioro de la malla vial y/o urbanística

ALTERNATIVA	CALIFICACIÓN
ALT.1 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Irique.	2
ALT.2 Proyección sistema de alcantarillado pluvial del sector Noroccidental del Barrio Paraíso con descarga sobre el Caño Grande.	3

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

7.3 RESULTADO ALTERNATIVAS POR TRAZADO

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa y cualitativa de cada una de las alternativas, de acuerdo con los análisis presentados para cada uno de los criterios de sostenibilidad resueltos en el numeral 7.2 de este documento.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Tabla 7-37. Resultado valoración cuantitativa y cualitativa de las alternativas por trazado

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA 1 / CALIFICACIÓN CUALITATIVA MALO	2 / REGULAR	3 / EXCELENTE	ALTERNATIVA No. 1 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	ALTERNATIVA No. 1 ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA NORMALIZADO		ALTERNATIVA No. 1 CALIFICACIÓN CUALITATIVA	ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUALITATIVA
ECONÓMICO	Mano de obra calificada (para la operación y mantenimiento)		Profesional Especializado	Mano de obra no calificada y especializada	Mano de obra no calificada	2.0	2.0	14.00	15.00	A	A
	Equipos especiales (para la operación y mantenimiento)		Equipos Especiales	N/A	Herramientas menores	3.0	3.0			E	E
	Consumo de energía		Consumo alto	Consumo Medio	Consumo bajo	2.0	2.0			A	A
	Costos compra de servidumbres y/o predios		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo	3.0	3.0			A	A
	Costos ambientales		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo	2.0	2.0			A	A
	Costo de la materialización del proyecto (Suministro e instalación)		Costo Máximo	Costo Medio	Costo Mínimo	2.0	3.0			A	E
TÉCNICO	Capacidad técnica de la entidad en la ejecución e implementación del proyecto	Disponibilidad de recursos de materiales y mano de obra	No Cuenta	N/A	Cuenta	2.0	2.0	13.20	13.20 16.00	A	A
		Disponibilidad de repuestos	No Cuenta	N/A	Cuenta	2.0	2.0			A	A
	Facilidad de operación y mantenimiento		Dificilmente Operable (requiere de capacitaciones)	Condiciones intermedias de operación y mantenimiento	Fácilmente operable	2.0	2.0			A	A
	Tiempo de ejecución en la materialización del proyecto		Largo	Mediano	Corto	2.0	2.0			A	A
	Condiciones técnicas - hidráulicas		Bajo	Medio	Alto	3.0	3.0			E	E
AMBIENTAL	Demanda de recursos naturales - Afectación de ecosistemas estratégicos	Áreas de protección ambiental	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0	15.00		E	E
		Fauna presente en la zona	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
	Demanda de recursos naturales - Susceptibilidad y fragilidad ambiental	Zonificación ambiental	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
	Demanda de recursos naturales - Conflictos por uso de suelo	Uso y cobertura vegetal actual	Alto	Medio	Bajo	2.0	2.0			A	A

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA 1 / CALIFICACIÓN CUALITATIVA MALO	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA 2 / CALIFICACIÓN CUALITATIVA REGULAR	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA 3 / CALIFICACIÓN CUALITATIVA EXCELENTE	ALTERNATIVA No. 1 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	ALTERNATIVA No. 1 ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUANTITATIVA NORMALIZADO		ALTERNATIVA No. 1 CALIFICACIÓN CUALITATIVA	ALTERNATIVA No. 2 CALIFICACIÓN CUALITATIVA
	Generación de contaminantes	Manejo de materiales peligrosos (materialización, operación y mantenimiento)	Alto	Medio	Bajo	1.0	2.0			M	A
		Generación de contaminación a la calidad del aire, ruido y fuentes hídricas	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
RIESGOS	Amenazas Naturales	Riesgo por Erosión	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
		Riesgo por Inundación	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
		Riesgo Sísmico	Alto	Medio	Bajo	2.0	2.0	14.40	15.60	A	A
	Amenazas Antrópicas	Conflicto Armado	Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0			E	E
		Conexiones Ilegales	Alto	Medio	Bajo	1.0	2.0			M	A
SOCIAL	Generación de empleo		Bajo	Medio	Alto	3.0	3.0			E	A
	Incremento de costos de vida en la zona del proyecto		Empeora	Sigue igual	Mejora	3.0	3.0			E	E
	Afectación a la salud en la materialización, operación y mantenimiento del proyecto		Alto	Medio	Bajo	2.0	3.0			A	E
	Afectación por predios a intervenir		Alto	Medio	Bajo	3.0	3.0	15.75	17.50	E	E
	Afectación de tránsito vehicular y peatonal		Alto	Medio	Bajo	2.0	2.0			A	A
	Generación de expectativas de la comunidad		Bajo	Medio	Alto	3.0	3.0			E	E
	Incremento de la actividad económica		Empeora	Sigue igual	Mejora	3.0	3.0			E	E
	Deterioro de la malla vial y/o urbanística		Alto	Medio	Bajo	2.0	3.0			A	E
TOTALES						Total, valoración alternativa:		72.35	77.3	A	E

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: Elaboración Propia

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS POR MATERIAL

8.1 METODOLOGÍA - MATRICES DE SELECCIÓN MULTI-CRITERIO ALTERNATIVAS DE MATERIAL

La metodología que se presenta a continuación es la formulada por el contratista, ajustada a las condiciones del proyecto, para el trazado seleccionado en el Capítulo 7.2 y en el ejercicio de la comparación de alternativas por material y selección de la más viable.

8.1.1 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD POR COMPONENTE

A continuación, se describen los criterios de sostenibilidad por componente económico, técnico, ambiental, riesgo y social y que a criterio del consultor son de relevancia para el proyecto en estudio y de acuerdo con los requerimientos mínimos que debe soportar la selección de alternativas, según Resolución 0799 de 2021 Artículo 5 y los criterios mínimos de selección de material según el Artículo 14 de la misma resolución:

Tabla 8-1. Criterios de sostenibilidad Alternativas por Material

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	
ECONÓMICO	Transporte al sitio de obra	
	Manipulación y manejo de la tubería en el transporte	
	Costo en el suministro e instalación	
TÉCNICO	Técnico	Capacidad hidráulica en función del coeficiente de rugosidad del material
		Normatividad
		Hermeticidad
		Diámetros comerciales disponibles en el mercado
		Resistencia sísmica
		Resistencia a sobrecarga
	Constructivo y de operación	Facilidades para rehabilitación y reparación
		Rendimientos de instalación de tubería
		Rendimientos de instalación de cimentación de tubería
		Vida Útil
AMBIENTAL	Generación de impactos ambientales	
RIESGOS	Generación de riesgo a la comunidad	
	Generación de riesgos de contaminación	
	Riesgos de alteración al normal funcionamiento de otros sistemas de servicios	
SOCIAL	Institucionales y sociales	

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

8.1.2 VALORACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DE LA ALTERNATIVA

El objetivo de esta valoración es establecer los indicadores capaces de medir los criterios de sostenibilidad definidos en el numeral anterior por componente.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Para una valoración cuantitativa y cualitativa se utiliza la metodología de matrices de selección multicriterio en donde cada casilla en la matriz relaciona la alternativa valorada con un criterio de sostenibilidad, lo que permitirá determinar la importancia de la alternativa sobre cada criterio.

La importancia del criterio de sostenibilidad mide cualitativa y cuantitativamente la alternativa, en función del grado de incidencia y la caracterización del efecto. Es entonces la escala y calificación de los criterios de sostenibilidad como se define a continuación:

En la valoración cuantitativa por cada criterio de sostenibilidad se asignará un valor entre 1 a 3, donde:

- ✓ 1 – Aspecto evaluado hace menos viable su construcción.
- ✓ 2 – Aspecto evaluado permite la selección de la alternativa bajo algunas restricciones y/o recomendaciones.
- ✓ 3 – Aspecto evaluado óptimo.

Y en la valoración cualitativa por cada criterio de sostenibilidad se asignará una descripción de malo o aceptable o excelente.

Tabla 8-2. Escala y calificación criterios de sostenibilidad Alternativas por material

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA		
			1	2	3
			CALIFICACIÓN CUALITATIVA		
			MALO	REGULAR	EXCELENTE
ECONÓMICO	Transporte al sitio de obra		Incurre en costos mayores en el transporte	Incurre en costos relevantes en el transporte	Incurre en menores costos en el transporte
	Manipulación y manejo de la tubería en el transporte		Requiere de múltiples equipos de maquinaria pesada	Requiere de algunos equipos de maquinaria pesada.	No requiere de maquinaria pesada.
	Costo en el suministro e instalación		Costo máximo	Costo	Costo mínimo
TÉCNICO	Técnico	Capacidad hidráulica en función del coeficiente de rugosidad del material	Coeficiente n de manning mayor que otros materiales	Coeficiente n de manning intermedio	Coeficiente n de manning menor que otros materiales
		Normatividad	No Cumple	---	Cumple
		Hermeticidad	Bajo	Medio	Alto
		Diámetros comerciales disponibles en el mercado	Bajo	Medio	Alto
		Resistencia sísmica	Baja flexibilidad de los tubos	Flexibilidad media de los tubos	Alta flexibilidad de los tubos
		Resistencia a sobrecarga	Baja	Media	Alta
	Constructivo y de operación	Facilidades para rehabilitación y reparación	Baja	Media	Alta
		Rendimientos de instalación de tubería	Baja	Media	Alta
		Rendimientos de instalación de cimentación de tubería	Baja	Media	Alta

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA		
			1	2	3
			CALIFICACIÓN CUALITATIVA		
			MALO	REGULAR	EXCELENTE
		Vida Útil	Baja	Mediano	Alta
AMBIENTAL	Generación de impactos ambientales		Alto	Medio	Bajo
RIESGOS	Generación de riesgo a la comunidad		Alto	Medio	Bajo
	Generación de riesgos de contaminación		Alto	Medio	Bajo
	Riesgos de alteración al normal funcionamiento de otros sistemas de servicios		Alto	Medio	Bajo
SOCIAL	Institucionales y sociales		Incremento en problemas sociales e institucionales.	Sin efecto en problemas sociales e institucionales	Disminución en problemas sociales e institucionales

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Ahora bien, en la valoración cuantitativa de la alternativa se expresa a partir de los componentes con la siguiente ecuación lineal:

$$I: 1.20E + 0.36T + 3.60A + 1.20R + 3.60S$$ **Ecuación 2. Ecuación lineal matriz de evaluación**

Como puede observarse la función de importancia de la alternativa se ha definido a partir de cinco componentes, siendo: E – Económico, T – Técnica, A – Ambiental, R - Riesgo, S – Social.

En la ecuación presentada y de acuerdo con la práctica general se le da el mismo peso a cada componente de la ecuación de acuerdo con su escala y calificación por la suma correspondiente en su calificación de criterios de sostenibilidad. De esta manera en la Tabla 8-3 se describe la obtención de los coeficientes que acompaña cada componente en la ecuación lineal (véase Ecuación 2).

Tabla 8-3. Estimación coeficientes de ecuación lineal Alternativas por material

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		PESO DEL COMPONENTE	SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN MÁXIMA	TOTAL SUB-ESCALA DE VALORIZACIÓN	COEFICIENTE DE ECUACIÓN LINEAL NORMALIZADO
ECONÓMICO	Transporte al sitio de obra		20%	3.0	9.0	1.20
	Manipulación y manejo de la tubería en el transporte			3.0		
	Costo en el suministro e instalación			3.0		
TÉCNICO	Técnico	Capacidad hidráulica en función del coeficiente de rugosidad del material	20%	3.0	30.0	0.36
		Normatividad		3.0		
		Hermeticidad		3.0		

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

		Diámetros comerciales disponibles en el mercado		3.0		
		Resistencia sísmica		3.0		
		Resistencia a sobrecarga		3.0		
	Constructivo y de operación	Facilidades para rehabilitación y reparación		3.0		
		Rendimientos de instalación de tubería		3.0		
		Rendimientos de instalación de cimentación de tubería		3.0		
		Vida Útil		3.0		
AMBIENTAL	Generación de impactos ambientales		20%	3.0	3.0	3.60
RIESGOS	Generación de riesgo a la comunidad		20%	3.0	9.0	1.20
	Generación de riesgos de contaminación			3.0		
	Riesgos de alteración al normal funcionamiento de otros sistemas de servicios			3.0		
SOCIAL	Institucionales y sociales		20%	3.0	3.0	3.60
TOTALES			**100%**	**54.0**	**54.0**	

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

De esta manera con la ecuación lineal (véase Ecuación 2) se puede analizar de forma numérica mediante la escala de valores definida en la Tabla 8-3 la importancia de la alternativa, que refleja entonces la de mayor valor con un peso cuantitativo máximo de 54 puntos y la de menor valor con un peso cuantitativo mínimo de 18 puntos. Ahora bien, la escala cualitativa se define de acuerdo con lo siguiente:

- Entre un 0 y 25% para una escala de valores entre 18 y 27 puntos se califica la alternativa cualitativamente como MALA.
- Entre un 25% y 75% para una escala de valores entre 27 y 45 puntos se califican la alternativa cualitativamente como ACEPTABLE.
- Entre un 75% y 100% para una escala de valores entre 45 y 54 puntos se califican la alternativa cualitativamente como EXCELENTE.

De acuerdo con lo anterior, en la matriz de jerarquización calificación cualitativa la clasificación del efecto será el siguiente:

Calificación cualitativa	
Mala:	**M**
Aceptable:	**A**
Excelente:	**E**

8.2 RESULTADO ANÁLISIS DE ALTERNATIVA POR MATERIAL, EN INSTALACIÓN DE TUBERÍA CON ZANJA ABIERTA

Explicada la metodología de matrices de selección multicriterio en el numeral 8.1 de este documento, a continuación, se presenta sus resultados en la selección de la mejor alternativa

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

por material para el caso de redes de alcantarillado pluvial que se instalen bajo tierra con zanja abierta, adjuntando de igual manera en el ANEXO 3 la matriz de selección y de valoración cualitativa y cuantitativa que se relaciona a continuación.

Tabla 8-4. Resultado de la valoración cuantitativa y cualitativa de la alternativa seleccionada por trazado, caso instalación de tubería con zanja abierta

COMPONENTE	CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD		CALIFICACIÓN CUANTITATIVA 1	2	3	ALTERNATIVA No. 1 (PVC)	ALTERNATIVA No. 2	ALTERNATIVA No. 3 (PEAD Corrugado)	ALTERNATIVA No. 4 (GRP)	ALTERNATIVA No. 1 (PVC)	ALTERNATIVA No. 2 (CONCRETO)	ALTERNATIVA No. 3 (PEAD Corrugado)	ALTERNATIVA No. 4 (GRP)	ALTERNATIVA No. 1 (PVC)	ALTERNATIVA No. 2	ALTERNATIVA No. 3 (PEAD Corrugado)	ALTERNATIVA No. 4 (GRP)
			CALIFICACIÓN CUALITATIVA			CALIFICACIÓN CUANTITATIVA				CALIFICACIÓN CUANTITATIVA NORMALIZADO				CALIFICACIÓN CUALITATIVA			
			MALO	REGULAR	EXCELENTE												
ECONÓMICO	Transporte al sitio de obra		Incurre en costos mayores en el transporte	Incurre en costos relevantes en el transporte	Incurre en menores costos en el transporte	3	1	3	2	10.80	4.80	10.80	7.20	E	M	E	A
	Manipulación y manejo de la tubería en el transporte		Requiere de múltiples equipos de maquinaria pesada	Requiere de algunos equipos de maquinaria pesada.	No requiere de maquinaria pesada.	3	1	3	3					E	M	E	E
	Costo en el suministro e instalación (*)		Costo máximo	Costo intermedio	Costo mínimo	3	2	3	1					E	A	E	M
TÉCNICO	Técnico	Capacidad hidráulica en función del coeficiente de rugosidad del material	Coeficiente n de manning mayor que otros materiales	Coeficiente n de manning intermedio	Coeficiente n de manning menor que otros materiales	3	1	3	3	10.80	8.28	9.36	8.64	E	M	E	E
		Normatividad	No Cumple	---	Cumple	3	3	3	3					E	E	E	E
		Hermeticidad	Bajo	Medio	Alto	3	3	3	3					E	E	E	E
		Diámetros comerciales disponibles en el mercado	Bajo	Medio	Alto	3	3	2	2					E	E	A	A
		Resistencia sísmica	Baja flexibilidad de los tubos	Flexibilidad media de los tubos	Alta flexibilidad de los tubos	3	1	3	3					E	M	E	E
		Resistencia a sobrecarga	Baja	Media	Alta	3	3	2	2					E	E	A	A
	Constructivo y de operación	Facilidades para rehabilitación y reparación	Baja	Media	Alta	3	3	2	1					E	E	A	M
		Rendimientos de instalación de tubería	Baja	Media	Alta	3	1	3	3					E	M	E	E

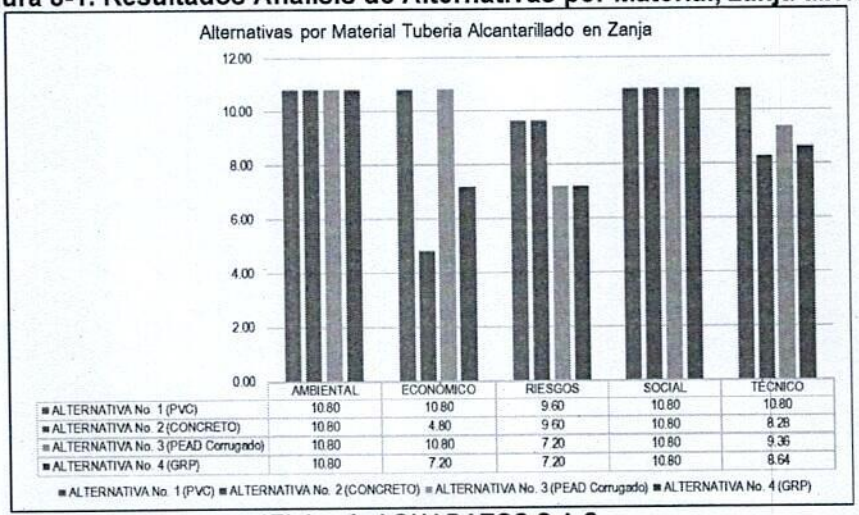
Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

		Rendimientos de instalación de cimentación de tubería	Baja	Media	Alta	3	3	2	1						E	E	A	M
		Vida Útil	Baja	Mediano	Alta	3	2	3	3						E	A	E	E
AMBIENTAL	Generación de impactos ambientales		Alto	Medio	Bajo	3	3	3	3	10.80	10.80	10.80	10.80		E	E	E	E
RIESGOS	Generación de incertidumbre al riesgo del material con la comunidad		Alto	Medio	Bajo	3	3	1	1						E	E	M	M
RIESGOS	Generación de riesgos de contaminación		Alto	Medio	Bajo	2	2	2	2	9.60	9.60	7.20	7.20		A	A	A	A
RIESGOS	Riesgos de alteración al normal funcionamiento de otros sistemas de servicios		Alto	Medio	Bajo	3	3	3	3						E	E	E	E
SOCIAL	Institucionales y sociales		Incremento en problemas sociales e institucionales.	Sin efecto en problemas sociales e institucionales	Disminución en problemas sociales e institucionales	3	3	3	3	10.80	10.80	10.80	10.80		E	E	E	E
TOTALES						**Total, valoración alternativa:**				**52.80**	**44.28**	**48.96**	**44.64**		E	A	E	A

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

A continuación, se puede visualizar gráficamente el resultado por componentes del análisis de alternativas por material, aplicable para el caso y del sistema en este estudio.

Figura 8-1. Resultados Análisis de Alternativas por Material, zanja abierta



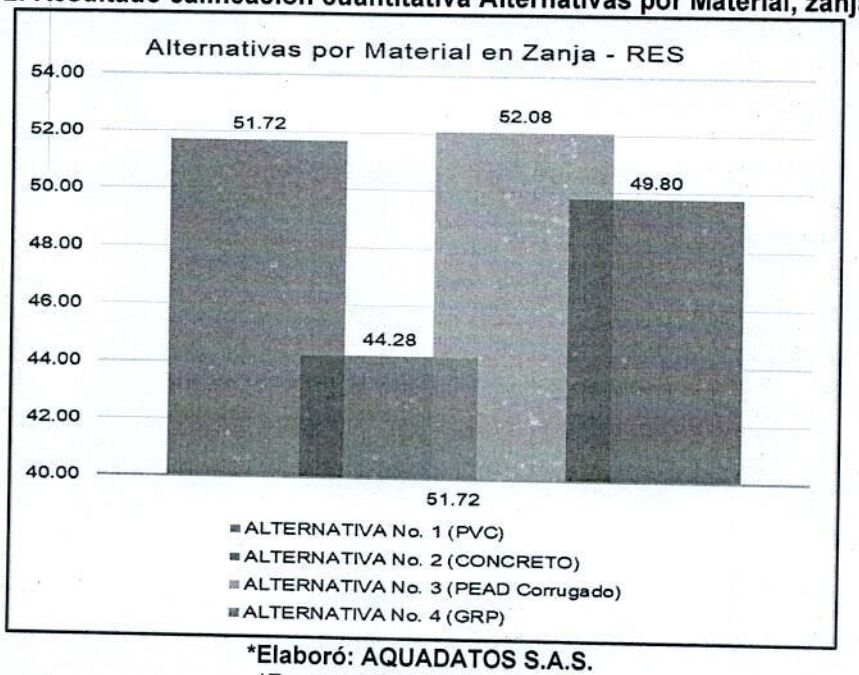
***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo con los resultados anteriores, en una valoración cuantitativa y cualitativa de las alternativas por material, la seleccionada corresponde a la alternativa número tres (3), material polímero termoplástico blanquecino - PEAD, aplicable para el proyecto que se diseña el

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

sistema de alcantarillado pluvial en el sector Paraíso, calificada con mayor valor en la matriz multicriterio Tabla 8-4, y con resultado según matriz de jerarquización, juzgado cualitativamente como "EXCELENTE" pero con mayor puntuación sobre las otras alternativas de material propuestas, como se puede observar también en la siguiente figura.

Figura 8-2. Resultado calificación cuantitativa Alternativas por Material, zanja abierta



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Por lo tanto, en la reunión realizada con la interventoría del contrato y EDESA SA ESP, se recomendó el material de PVC para las tuberías en zanja.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

9. COSTOS DE INVERSIÓN ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Con el desarrollo de este capítulo se define los costos de materialización del proyecto para cada una de las alternativas planteadas en los numerales 6.1 sistema de alcantarillado pluvial.

El costo de cada una de las alternativas se construye con la suma presupuestal de actividades representativas de la obra civil, estimado con predimensionamiento a la solución de los problemas o necesidades identificadas.

9.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

9.1.1 ALTERNATIVA 1

La evaluación realizada de costos y presupuesto para la alternativa 1 del sistema pluvial, se presenta a continuación:

Tabla 9-1. Costos Alternativa 1 Construccion alcantarillado pluvial sector Noroccidental con descarga al Caño Irique

Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
ALCANTARILLADO PLUVIAL				
PRELIMINARES				
Localización y replanteo para redes de alcantarillado	M	3.014.00	5.550.60	16.729.508.00
Descapote manual (incluye retiro d=5km)	M2	490.00	31.509.50	15.439.655.00
			SUBTOTALPRELIMINARES	**32.169.163.00**
EXCAVACIONES				
Excavación mecánica en conglomerado h < 3.0m	M3	10.865.00	40.576.80	440.866.932.00
Excavación mecánica en conglomerado h > 3.0m	M3	85.00	46.768.70	3.975.340.00
Entibado tipo 1 (formaleta madera 1/7 utilizaciones)	M2	2.866.00	143.554.40	411.426.910.00
Entibado tipo 2 (formaleta madera 1/7 utilizaciones)	M2	1.838.00	76.288.30	140.217.895.00
Retiro sobrantes de excavación	M3	7.542.00	32.062.80	241.817.638.00
Manejo de aguas en excavaciones, (incluye 2 motobombas 3", y 2 motobombas 4")	MES	5.00	22.319.579.70	111.597.899.00
			SUBTOTAL EXCAVACIONES	**1.349.902.614.00**
RELLENOS				
Arena para base de tubería (incluye cargue, acarreo y compactación)	M3	2.103.00	102.114.10	214.745.952.00
Relleno material seleccionado tamaño máximo 2" (incluye cargue, acarreo y compactación c/0.20m)	M3	2.552.00	83.706.70	213.619.498.00
Relleno material seleccionado proveniente de la excavación (incluye compactación c/0.20m)	M3	3.748.00	33.346.50	124.982.682.00
Sub-base granular tamaño máximo 2" (incluye acarreo, conformación y compactación c/0.30m)	M3	1.489.00	118.938.60	177.099.575.00
			SUBTOTAL RELLENOS	**730.447.707.00**
DEMOLICIONES				
Demolición manual de pisos y andenes (incluye retiro de escombros)	M2	13.50	57.248.40	772.853.00
DEMOLICION CONCRETO SIMPLE. INCLUYE TRASIEGO Y CARGUE MANUAL	M3	3.04	412.337.12	1.253.505.00
			SUBTOTAL DEMOLICIONES	**2.026.358.00**
PAVIMENTOS Y ANDENES				
Concreto 3000 PSI para placa piso o andenes, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	1.35	1.399.555.30	1.889.400.00

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

SARDINEL H=0.40M, E=0.15M CONCRETO 3,000 PSI (FUNDIDO EN SITIO, MEZCLA EN OBRA. INCLUYE SUMINISTRO, FORMALETA Y CONSTRUCCIÓN)	M	38.00	109.416.12	4.157.813.00
			SUBTOTAL PAVIMENTOS Y ANDENES	**6.047.213.00**
TUBERIA Y ACCESORIOS ALCANTARILLADO				
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 12" (inc. nivelación de precisión)	M	1.165.00	24.395.80	28.421.107.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 14" (inc. nivelación de precisión)	M	95.00	27.086.40	2.573.208.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 16" (inc. nivelación de precisión)	M	284.00	29.970.60	8.511.650.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 18" (inc. nivelación de precisión)	M	32.00	36.578.30	1.170.506.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 20" (inc. nivelación de precisión)	M	63.00	47.472.70	2.990.780.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=24" (inc. nivelación de precisión)	M	63.00	169.537.50	10.680.863.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=30" (inc. nivelación de precisión)	M	135.00	202.723.40	27.367.659.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=33" (inc. nivelación de precisión)	M	103.00	231.873.40	23.882.960.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=36" (inc. nivelación de precisión)	M	331.00	264.385.00	87.511.435.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=39" (inc. nivelación de precisión)	M	405.00	299.902.90	121.460.675.00
Instalación de tubería PE Corrugada, con sistema de acople campana espigo, para alcantarillados 40" (1000mm) (inc. nivelación de precisión)	M	338.00	273.343.00	92.389.934.00
			SUBTOTAL TUBERIA Y ACCESORIOS ALCANTARILLADO	**406.960.777.00**
POZOS DE INSPECCIÓN, CAMARAS				
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.20m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	23.00	1.146.641.10	26.372.745.00
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.50m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	6.00	1.471.805.50	8.830.833.00
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.80m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	3.00	1.796.968.80	5.390.906.00
Cilindro pozo inspección D=1.20m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	39.00	1.420.287.00	55.391.193.00
Cilindro pozo inspección D=1.50m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	16.00	1.712.214.90	27.395.438.00
Cilindro pozo inspección D=1.80m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	8.00	1.926.859.00	15.414.872.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.20m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	23.00	2.999.715.40	68.993.454.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.50m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	6.00	3.226.066.80	19.356.401.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.80m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	3.00	3.446.919.30	10.340.758.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 8" y 14" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	15.00	346.679.30	5.200.190.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 16" y 24" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	10.00	432.308.80	4.323.088.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 27" y 33" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	6.00	614.465.50	3.686.793.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 36" y 42" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	15.00	807.532.00	12.112.980.00

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Cámara de caída para colectores de 8" a 12" (bajante 8", concreto simple f'c = 21MPa elab. obra)	M	1.00	1.095.765.00	1.095.765.00
Cámaras Especiales				
Concreto 2000 PSI para solados, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	8.00	1.148.363.70	9.186.910.00
Concreto 3000 PSI para atraque de tubería (formaleta 1/3 usos)	M3	82.00	1.133.509.30	92.947.763.00
Concreto impermeab. 4000 PSI para placa piso, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	59.00	1.662.156.10	98.067.210.00
Concreto impermeab. 4000PSI para muros, elab. obra, elevaciones h<3.0m (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	75.00	2.556.017.20	191.701.290.00
Concreto impermeab. 4000PSI para placa entrepiso, elab. obra, elevaciones h<3.0 (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	40.00	2.443.494.90	97.739.796.00
Acero de refuerzo 60.000 PSI (incluye amarre y figuración)	KG	24.837.00	10.214.60	253.700.020.00
Cinta PVC d=22cm (incluye instalación)	M	363.00	114.653.00	41.619.039.00
Suministro e instalación de tapa manhole de seguridad, d=60cm, con bisagra	UN	14.00	2.025.313.40	28.354.388.00
			SUBTOTAL POZOS DE INSPECCIÓN, CAMARAS	**1.077.221.832.00**
SUMIDEROS				
Sumd. Compuesto en la Vía, rejilla de 0.45x0.835m-normal	UN	88.00	4.303.288.00	378.689.344.00
			SUBTOTAL SUMIDEROS	**378.689.344.00**
CABEZALES DE DESCARGA				
Concreto 2000 PSI para solados, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	2.00	1.148.363.70	2.296.727.00
Concreto impermeab. 4000 PSI para placa piso, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	8.00	1.662.156.10	13.297.249.00
Concreto impermeab. 4000PSI para muros, elab. obra, elevaciones h<3.0m (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	19.00	2.556.017.20	48.564.327.00
Acero de refuerzo 60.000 PSI (incluye amarre y figuración)	KG	2.356.00	10.214.60	24.065.598.00
Cinta PVC d=22cm (incluye instalación)	M	28.00	114.653.00	3.210.284.00
Suministro e instalación Válvula Antiref Alcant. Fibra_Vidrio Unión espigo a tuberia PEAD_DE=1148mm_DI=1000 mm (40")	UN	2.00	16.495.591.00	32.991.182.00
			SUBTOTAL CABEZALES DE DESCARGA	**124.425.367.00**
OBRAS DE PROTECCIÓN				
CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO CLASE 1: RECUBRIMIENTO DE ZINC (GALVANIZADO)	m3	23.00	354.720.21	8.158.565.00
GEOTEXTIL NT 3000 SUMINISTRO E INSTALACIÓN	M2	40.00	15.223.77	608.951.00
Manejo de aguas con tractobomba (nivel freático alto)	DIA	45.00	855.232.00	38.485.440.00
			SUBTOTAL OBRAS DE PROTECCIÓN	**47.252.956.00**
OBRAS CIVILES COMPLEM.				
Relocalizacion redes secas	M	1.738.00	15.148.10	26.327.398.00
			SUBTOTAL OBRAS CIVILES COMPLEM.	**26.327.398.00**
			TOTAL ALCANTARILLADO PLUVIAL	4.181.470.729.00

SUBTOTAL OBRA	**4.181.470.729.00**
ADMINISTRACION 28.00 %	**1.170.811.804.00**
IMPREVISTOS 1.00 %	**41.814.707.00**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

UTILIDAD 5.00 %				**209.073.536.00**
TOTAL OBRA				**5.603.170.776.00**

SUMINISTRO DE TUBERIA

ALCANTARILLADO PLUVIAL

Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 12"	M	1.165.00	185.517.20	216.127.538.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 14"	M	95.00	276.002.10	26.220.200.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 16"	M	284.00	336.414.10	95.541.604.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 18"	M	32.00	456.337.20	14.602.790.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 20"	M	63.00	557.400.80	35.116.250.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=24"	M	63.00	772.939.20	48.695.170.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=30"	M	135.00	1.132.750.30	152.921.291.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=33"	M	103.00	1.619.476.10	166.806.038.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=36"	M	331.00	2.190.180.30	724.949.679.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=39"	M	405.00	2.924.176.20	1.184.291.361.00
Suministro de tubería PE Corrugada para alcantarillados de doble pared junta flexible CXE 40" (1000mm)	M	338.00	2.006.191.00	678.092.558.00

SUBTOTAL ALCANTARILLADO PLUVIAL	**3.343.364.479.00**
TOTAL SUMINISTRO DE TUBERIA	3.343.364.479.00

SUBTOTAL SUMINISTRO	**3.343.364.479.00**
ADMINISTRACION 28.00 %	**936.142.054.00**
TOTAL SUMINISTRO	**4.279.506.533.00**
SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO)	**9.882.677.309.00**
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL -PMA	212.803.560.00
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO DE TRANSITO - PMT	62.223.969.00
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE GESTIÓN SOCIAL - PGS	90.692.142.00
SUBTOTAL (PLANES)	**365.719.671.00**
SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO + PLANES)	**10.248.396.980.00**
INTERVENTORÍA 7.00 %	**717.387.789.00**
APOYO A LA SUPERVISIÓN	**53.000.000.00**
TOTAL PROYECTO	**11.018.784.769.00**

***Fuente: Elaboración Propia**

9.1.2 ALTERNATIVA 2

La evaluación realizada de costos y presupuesto para la alternativa 2 del sistema pluvial se presenta a continuación:

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Tabla 9-2. Costos Alternativa 2 Construccion alcantarillado pluvial sector Noroccidental con descarga al Caño Grande

Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
ALCANTARILLADO PLUVIAL				
PRELIMINARES				
Localización y replanteo para redes de alcantarillado	M	3.014.00	5.550.60	16.729.508.00
Descapote manual (incluye retiro d=5km)	M2	490.00	31.509.50	15.439.655.00
			SUBTOTAL PRELIMINARES	**32.169.163.00**
EXCAVACIONES				
Excavación mecánica en conglomerado h < 3.0m	M3	10.865.00	40.576.80	440.866.932.00
Excavación mecánica en conglomerado h > 3.0m	M3	85.00	46.768.70	3.975.340.00
Entibado tipo 1 (formaleta madera 1/7 utilizaciones)	M2	2.866.00	143.554.40	411.426.910.00
Entibado tipo 2 (formaleta madera 1/7 utilizaciones)	M2	1.838.00	76.288.30	140.217.895.00
Retiro sobrantes de excavación	M3	7.542.00	32.062.80	241.817.638.00
Manejo de aguas en excavaciones, (incluye 2 motobombas 3", y 2 motobombas 4")	MES	5.00	22.319.579.70	111.597.899.00
			SUBTOTAL EXCAVACIONES	**1.349.902.614.00**
RELLENOS				
Arena para base de tubería (incluye cargue, acarreo y compactación)	M3	2.103.00	102.114.10	214.745.952.00
Relleno material seleccionado tamaño máximo 2" (incluye cargue, acarreo y compactación c/0.20m)	M3	2.552.00	83.706.70	213.619.498.00
Relleno material seleccionado proveniente de la excavación (incluye compactación c/0.20m)	M3	3.748.00	33.346.50	124.982.682.00
Sub-base granular tamaño máximo 2" (incluye acarreo, conformación y compactación c/0.30m)	M3	1.489.00	118.938.60	177.099.575.00
			SUBTOTAL RELLENOS	**730.447.707.00**
DEMOLICIONES				
Demolición manual de pisos y andenes (incluye retiro de escombros)	M2	13.50	57.248.40	772.853.00
DEMOLICION CONCRETO SIMPLE. INCLUYE TRASIEGO Y CARGUE MANUAL	M3	3.04	412.337.12	1.253.505.00
			SUBTOTAL DEMOLICIONES	**2.026.358.00**
PAVIMENTOS Y ANDENES				
Concreto 3000 PSI para placa piso o andenes, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	1.35	1.399.555.30	1.889.400.00
SARDINEL H=0.40M, E=0.15M CONCRETO 3,000 PSI (FUNDIDO EN SITIO, MEZCLA EN OBRA. INCLUYE SUMINISTRO, FORMALETA Y CONSTRUCCIÓN)	M	38.00	109.416.12	4.157.813.00
			SUBTOTAL PAVIMENTOS Y ANDENES	**6.047.213.00**
TUBERIA Y ACCESORIOS ALCANTARILLADO				
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 12" (inc. nivelación de precisión)	M	1.165.00	24.395.80	28.421.107.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 14" (inc. nivelación de precisión)	M	95.00	27.086.40	2.573.208.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 16" (inc. nivelación de precisión)	M	284.00	29.970.60	8.511.650.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 18" (inc. nivelación de precisión)	M	32.00	36.578.30	1.170.506.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados 20" (inc. nivelación de precisión)	M	63.00	47.472.70	2.990.780.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=24" (inc. nivelación de precisión)	M	63.00	169.537.50	10.680.863.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=30" (inc. nivelación de precisión)	M	135.00	202.723.40	27.367.659.00

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=33" (inc. nivelación de precisión)	M	103.00	231.873.40	23.882.960.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=36" (inc. nivelación de precisión)	M	331.00	264.385.00	87.511.435.00
Instalación de tubería PVC para alcantarillados d=39" (inc. nivelación de precisión)	M	285.00	299.902.90	85.472.327.00
Instalación de tubería PE Corrugada, con sistema de acople campana espigo, para alcantarillados 40" (1000mm) (inc. nivelación de precisión)	M	912.00	273.343.00	249.288.816.00
			SUBTOTAL TUBERIA Y ACCESORIOS ALCANTARILLADO	**527.871.311.00**
POZOS DE INSPECCIÓN, CAMARAS				
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.20m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	23.00	1.146.641.10	26.372.745.00
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.50m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	6.00	1.471.805.50	8.830.833.00
Placa Circular Base- Pozo Inspección D= 1.80m (concreto armado f'c = 28MPa, e=0.20m)	UN	3.00	1.796.968.80	5.390.906.00
Cilindro pozo inspección D=1.20m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	39.00	1.420.287.00	55.391.193.00
Cilindro pozo inspección D=1.50m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	16.00	1.712.214.90	27.395.438.00
Cilindro pozo inspección D=1.80m (concreto armado f'c =28MPa, e=0.20m, incluye escalera gato var.#6)	M	8.00	1.926.859.00	15.414.872.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.20m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	23.00	2.999.715.40	68.993.454.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.50m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	6.00	3.226.066.80	19.356.401.00
Placa cubierta - pozo inspección D=1.80m (concreto armado f'c=28MPa, e=0.20m, inc. tapa HD sist. Seguridad)	UN	3.00	3.446.919.30	10.340.758.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 8" y 14" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	15.00	346.679.30	5.200.190.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 16" y 24" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	10.00	432.308.80	4.323.088.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 27" y 33" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	6.00	614.465.50	3.686.793.00
Cañuela pozo de inspección para tuberías entre 36" y 42" (concreto f'c = 28MPa elab. en obra)	UN	15.00	807.532.00	12.112.980.00
Cámara de caída para colectores de 8" a 12" (bajante 8", concreto simple f'c = 21MPa elab. obra)	M	1.00	1.095.765.00	1.095.765.00
Cámaras Especiales				
Concreto 2000 PSI para solados, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	8.00	1.148.363.70	9.186.910.00
Concreto 3000 PSI para atraque de tubería (formaleta 1/3 usos)	M3	82.00	1.133.509.30	92.947.763.00
Concreto impermeab. 4000 PSI para placa piso, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	59.00	1.662.156.10	98.067.210.00
Concreto impermeab. 4000PSI para muros, elab. obra, elevaciones h<3.0m (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	75.00	2.556.017.20	191.701.290.00
Concreto impermeab. 4000PSI para placa entrepiso, elab. obra, elevaciones h<3.0 (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	40.00	2.443.494.90	97.739.796.00
Acero de refuerzo 60.000 PSI (incluye amarre y figuración)	KG	24.837.00	10.214.60	253.700.020.00
Cinta PVC d=22cm (incluye instalación)	M	363.00	114.653.00	41.619.039.00
Suministro e instalación de tapa manhole de seguridad, d=60cm, con bisagra	UN	14.00	2.025.313.40	28.354.388.00

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

			SUBTOTAL POZOS DE INSPECCIÓN, CAMARAS	**1.077.221.832.00**
SUMIDEROS				
Sumd. Compuesto en la Vía, rejilla de 0.45x0.835m-normal	UN	88.00	4.303.288.00	378.689.344.00
			SUBTOTAL SUMIDEROS	**378.689.344.00**
CABEZALES DE DESCARGA				
Concreto 2000 PSI para solados, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	2.00	1.148.363.70	2.296.727.00
Concreto impermeab. 4000 PSI para placa piso, elab. en obra (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	8.00	1.662.156.10	13.297.249.00
Concreto impermeab. 4000PSI para muros, elab. obra, elevaciones h<3.0m (inc. formaleta 1/4 usos y colocación)	M3	19.00	2.556.017.20	48.564.327.00
Acero de refuerzo 60.000 PSI (incluye amarre y figuración)	KG	2.356.00	10.214.60	24.065.598.00
Cinta PVC d=22cm (incluye instalación)	M	28.00	114.653.00	3.210.284.00
Suministro e instalación Válvula Antiref Alcant. Fibra_Vidrio Unión espigo a tuberia PEAD_DE=1148mm_DI=1000 mm (40")	UN	2.00	16.495.591.00	32.991.182.00
			SUBTOTAL CABEZALES DE DESCARGA	**124.425.367.00**
OBRAS DE PROTECCIÓN				
CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES DE ALAMBRE DE ACERO ENTRELAZADO CLASE 1: RECUBRIMIENTO DE ZINC (GALVANIZADO)	m3	23.00	354.720.21	8.158.565.00
GEOTEXTIL NT 3000 SUMINISTRO E INSTALACIÓN	M2	40.00	15.223.77	608.951.00
Manejo de aguas con tractobomba (nivel freático alto)	DIA	45.00	855.232.00	38.485.440.00
			SUBTOTAL OBRAS DE PROTECCIÓN	**47.252.956.00**
OBRAS CIVILES COMPLEM.				
Relocalizacion redes secas	M	1.738.00	15.148.10	26.327.398.00
			SUBTOTAL OBRAS CIVILES COMPLEM.	**26.327.398.00**
			TOTAL ALCANTARILLADO PLUVIAL	4.302.381.263.00

SUBTOTAL OBRA	**4.302.381.263.00**
ADMINISTRACION 28.00 %	**1.204.666.754.00**
IMPREVISTOS 1.00 %	**43.023.813.00**
UTILIDAD 5.00 %	**215.119.063.00**
TOTAL OBRA	**5.765.190.893.00**

SUMINISTRO DE TUBERIA

ALCANTARILLADO PLUVIAL				
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 12"	M	1.165.00	185.517.20	216.127.538.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 14"	M	95.00	276.002.10	26.220.200.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 16"	M	284.00	336.414.10	95.541.604.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 18"	M	32.00	456.337.20	14.602.790.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) 20"	M	63.00	557.400.80	35.116.250.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=24"	M	63.00	772.939.20	48.695.170.00

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=30"	M	135.00	1.132.750.30	152.921.291.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=33"	M	103.00	1.619.476.10	166.806.038.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=36"	M	331.00	2.190.180.30	724.949.679.00
Suministro de tubería PVC para alcantarillados (NTC_3722-3) d=39"	M	285.00	2.924.176.20	833.390.217.00
Suministro de tubería PE Corrugada para alcantarillados de doble pared junta flexible CXE 40" (1000mm)	M	912.00	2.006.191.00	1.829.646.192.00
			SUBTOTAL ALCANTARILLADO PLUVIAL	**4.144.016.969.00**
			TOTAL SUMINISTRO DE TUBERIA	4.144.016.969.00

SUBTOTAL SUMINISTRO	**4.144.016.969.00**
ADMINISTRACION 28.00 %	**1.160.324.751.00**
TOTAL SUMINISTRO	**5.304.341.720.00**
SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO)	**11.069.532.613.00**
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA	212.803.560.00
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO DE TRANSITO - PMT	62.223.969.00
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE GESTIÓN SOCIAL - PGS	90.692.142.00
SUBTOTAL (PLANES)	**365.719.671.00**
SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO + PLANES)	**11.435.252.284.00**
INTERVENTORÍA 7.00 %	**800.467.660.00**
APOYO A LA SUPERVISIÓN	**53.000.000.00**
TOTAL PROYECTO	**12.288.719.944.00**

***Fuente: Elaboración Propia**

9.2 RESUMEN DE RESULTADOS

De acuerdo con lo estimado en numerales anteriores, para la alternativa n°1 se tiene un costo en materialización de $11.018.784.769.00. Para la alternativa n°2 se tiene un costo en materialización de $12,288,719,944.00.

Tabla 9-3. Resumen de los costos de las alternativas

Descripción	Material	Costo estimado
Alternativa 1	PVC	$11.018.784.769.00
Alternativa 2	PVC	$12,288,719,944.00

***Fuente: Elaboración Propia**

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

9.3 VALORACIÓN DE COSTOS, ALTERNATIVAS POR MATERIAL

En la valoración de costos de las alternativas por material, se desarrolla el siguiente análisis con uso de la información de precios del mercado local de la ciudad de Villavicencio y lista de análisis de precios unitarios oficiales, según Resolución No. 711 de 2025, de la Empresa de Servicios Públicos del Meta - EDESA S.A. E.S.P.

El análisis que se desarrolla en este numeral tiene la orientación de comparar los costos de suministro e instalación de las redes de alcantarillado en zanja y pasos elevados, con uso de material para los colectores en Concreto, PEAD, GRP y PVC y bajo diferentes escenarios, con profundidades variables de instalación 3.0 y 5.0 metros y en diámetros de 8 y 20 pulgadas para este caso de análisis. Es así como los escenarios por comparar son los siguientes:

- Uso del material de las redes en "Concreto", profundidad de cimentación a 3.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las redes en "Concreto", profundidad de cimentación a 5.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las redes en "PVC", profundidad de cimentación a 3.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las rede en "PVC", profundidad de cimentación a 5.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las rede en "PEAD Corrugado en Zanja", profundidad de cimentación a 3.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las rede en "PEAD Corrugado en Zanja", profundidad de cimentación a 5.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las redes en "GRP", profundidad de cimentación a 3.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.
- Uso del material de las redes en "GRP", profundidad de cimentación a 5.0 metros y para un diámetro comercial de 8 y 20 pulgadas.

Ahora bien, elaborando los presupuestos para cada escenario con ítems o actividades representativas, adjuntos en el ANEXO 4 de este documento, se llega al siguiente resultado en Tabla 9-4, Tabla 9-5 y Figura 9-1, Figura 9-2 :

Tabla 9-4. Costos escenarios por material, redes de alcantarillado en zanja a profundidad de 3.0m

SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO) / METRO LINEAL				
	MATERIAL			
	CONCRETO	PVC	PEAD-Corrugado	GRP
Prof. 3.0M + D=8"	1,216,470.34	1,092,984.43	1,093,403.08	1,366,485.11
Prof. 3.0M + D=12"	1,415,061.11	1,202,481.71	1,195,304.49	1,625,720.61
Prof. 3.0M + D=20"	2,179,566.98	1,551,594.24	1,463,063.04	1,959,046.16
Prof. 3.0M + D=24"	2,824,978.84	1,925,732.61	1,826,026.36	2,150,921.86
Prof. 3.0M + D=36"	4,843,631.36	3,663,827.46	3,445,683.56	3,206,000.66

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9-5. Costos escenarios por material, redes de alcantarillado en zanja a profundidad de 5.0m

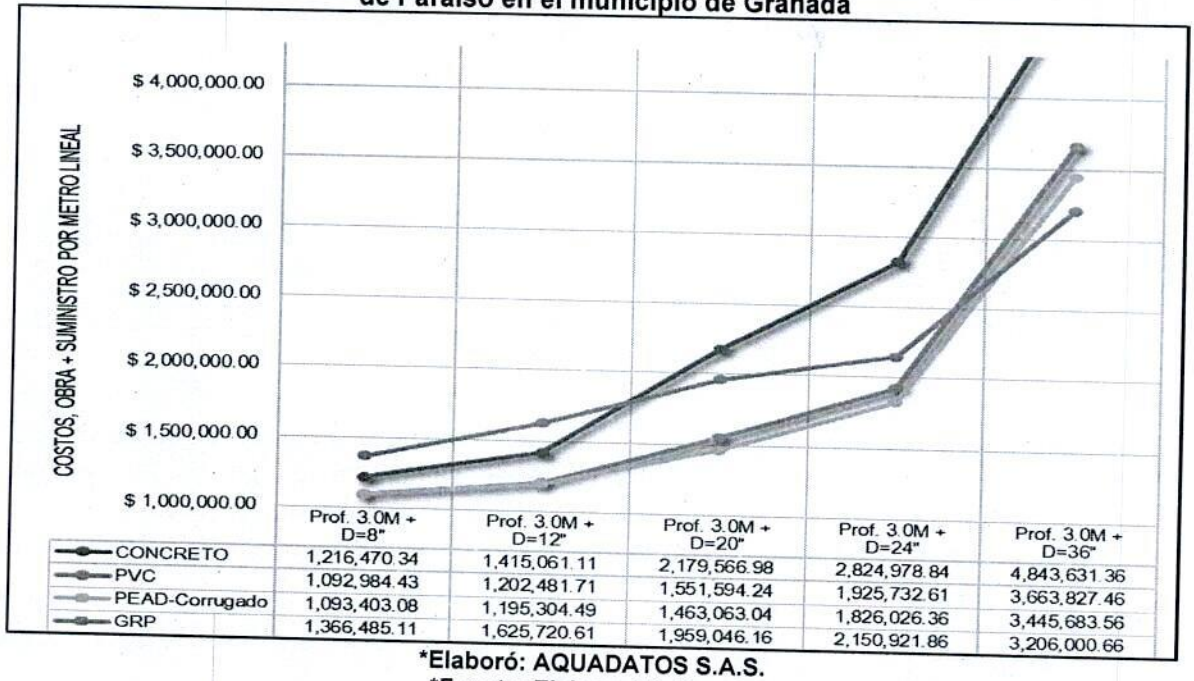
SUBTOTAL (OBRA + SUMINISTRO) / METRO LINEAL

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

	MATERIAL			
	CONCRETO	PVC	PEAD-Corrugado	GRP
Prof. 5.0M + D=8"	1,828,294.79	1,487,533.36	1,487,951.99	1,793,603.58
Prof. 5.0M + D=12"	2,030,748.71	1,605,030.04	1,597,852.81	2,028,268.95
Prof. 5.0M + D=20"	2,627,146.78	1,984,490.50	1,895,959.30	2,391,942.43
Prof. 5.0M + D=24"	3,301,982.44	2,381,062.11	2,137,493.89	2,606,251.38
Prof. 5.0M + D=36"	5,415,058.35	4,199,814.54	3,981,670.66	3,741,987.74

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: Elaboración Propia

Figura 9-1. Comparativa costos de suministro e instalación a 3.0m entre materiales, en el sector de Paraíso en el municipio de Granada

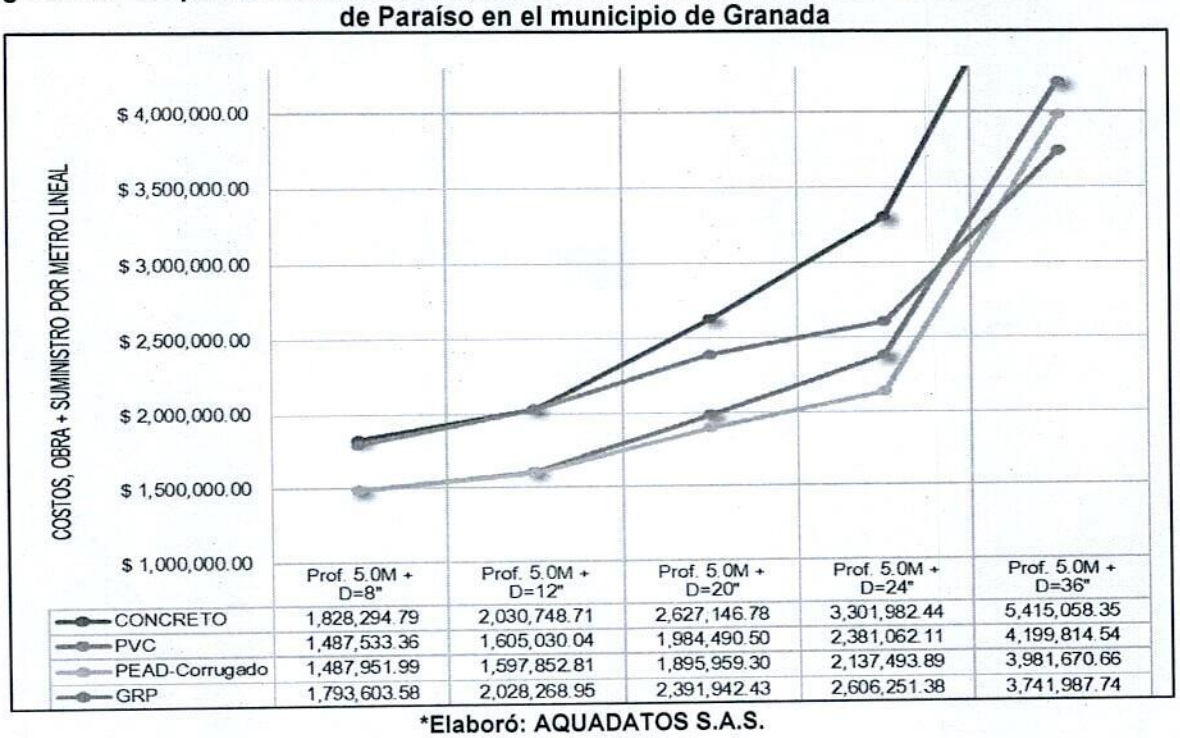


	Prof. 3.0M + D=8"	Prof. 3.0M + D=12"	Prof. 3.0M + D=20"	Prof. 3.0M + D=24"	Prof. 3.0M + D=36"
CONCRETO	1,216,470.34	1,415,061.11	2,179,566.98	2,824,978.84	4,843,631.36
PVC	1,092,984.43	1,202,481.71	1,551,594.24	1,925,732.61	3,663,827.46
PEAD-Corrugado	1,093,403.08	1,195,304.49	1,463,063.04	1,826,026.36	3,445,683.56
GRP	1,366,485.11	1,625,720.61	1,959,046.16	2,150,921.86	3,206,000.66

*Elaboró: AQUADATOS S.A.S.
*Fuente: Elaboración Propia

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

Figura 9-2. Comparativa costos de suministro e instalación a 5.0m entre materiales, en el sector de Paraíso en el municipio de Granada



	Prof. 5.0M + D=8"	Prof. 5.0M + D=12"	Prof. 5.0M + D=20"	Prof. 5.0M + D=24"	Prof. 5.0M + D=36"
CONCRETO	1,828,294.79	2,030,748.71	2,627,146.78	3,301,982.44	5,415,058.35
PVC	1,487,533.36	1,605,030.04	1,984,490.50	2,381,062.11	4,199,814.54
PEAD-Corrugado	1,487,951.99	1,597,852.81	1,895,959.30	2,137,493.89	3,981,670.66
GRP	1,793,603.58	2,028,268.95	2,391,942.43	2,606,251.38	3,741,987.74

***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Finalmente, basándonos en los resultados obtenidos, se llega a la conclusión de que, en los materiales analizados para los sistemas de redes sanitarias, la opción más rentable en términos de relación costo-beneficio es la utilización de materiales de PEAD corrugado y PVC, estos materiales presentan un costo más favorable en comparación con el GRP y concreto.

Después de evaluar diversas opciones, se ha determinado que el material de PVC es el más adecuado para las condiciones específicas del proyecto en el sector Paraíso. Este material ofrece múltiples ventajas técnicas, tales como:

- Facilidad de rehabilitación y reparación: El PVC es conocido por su facilidad de instalación y mantenimiento, permitiendo intervenciones rápidas y eficientes cuando sea necesario.
- Disponibilidad de diámetros comerciales: En el mercado, el PVC se encuentra en una amplia gama de diámetros estándar, lo que facilita la compatibilidad con diferentes requerimientos del proyecto y reduce los tiempos de espera por material específico.
- Minimización de riesgos e incertidumbre: El uso de PVC presenta menores riesgos en términos de aceptación y seguridad por parte de la comunidad, comparado con otros materiales, lo que contribuye a una mejor percepción y menor resistencia a su implementación.

Estas características hacen del PVC una elección óptima para asegurar la durabilidad, eficiencia y aceptación comunitaria del proyecto en el sector Paraíso.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

La metodología y criterios usados en la evaluación y análisis de las alternativas, está de acuerdo con los criterios establecidos por la normativa vigente Resolución 0799 del 09 de diciembre de 2021 el cual adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), y sus artículos 5. - Comparación de Alternativas y Selección de Alternativa Viable y 14. - Criterios de Selección del Material de las Tuberías.

Con el desarrollo de este documento se formulan a nivel de predimensionamiento las alternativas solución a los problemas o necesidades identificados en el diagnóstico o producto de código AQ-148-GRA3D-DIAG, con selección de la alternativa más viable empleando una metodología de matrices de selección multicriterio, la que considera todos los criterios de sostenibilidad económica, técnica, ambiental, riesgo y social a que haya lugar.

Con la formulación de las alternativas por trazado y enfoque, se selecciona la alternativa más favorable, con resultado de selección de la No. 1 para el sistema pluvial.

Y se formula las alternativas correspondientes a la selección del material el cual se establece que la opción más apropiada es el PVC para coberturas mayores a 0.90 metros, y para coberturas menores o iguales a 0.90 metros la opción más apropiada es PEAD, conforme a la disposición técnica del proyecto y condiciones propias del terreno, resultado socializado con la Interventoría del contrato y EDESA SA ESP, según mesa de trabajo llevada junto con la interventoría y EDESA SA ESP, los cuales aceptan y avalan estos resultados.

10.2 RECOMENDACIONES

Atender a los resultados del estudio de análisis y selección de alternativas, en desarrollo de los diseños detallados que dan solución a las problemáticas presentadas.

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta

11. ANEXOS

ANEXO 01. MANUALES DE TUBERÍA

Véase medio magnético el cual se adjunta la información correspondiente a los manuales técnicos de tubería y accesorios utilizados como soporte del presente documento.

ANEXO 02. LISTA DE PRECIOS

Véase medio magnético el cual se adjunta lista de precios oficiales de tubería y accesorios de múltiples proveedores.

ANEXO 03. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS

3A. ALTERNATIVAS POR TRAZADO Y ENFOQUE SISTEMA

Véanse medio magnético el cual se adjunta matrices multicriterio utilizadas en la evaluación de alternativas.

3B. ALTERNATIVAS POR MATERIAL

Véanse medio magnético el cual se adjunta matrices multicriterio utilizadas en la evaluación de alternativas.

ANEXO 04. EVALUACIÓN DE COSTOS

Véase medio magnético el cual se adjunta evaluación de costos a nivel de factibilidad para la selección de trazado, y enfoque del sistema y material.

ANEXO 05. MODELACIÓN HIDRÁULICA

5A. ALTERNATIVAS POR TRAZADO Y ENFOQUE SISTEMA

Véase medio magnético.

5B. ALTERNATIVAS POR MATERIAL

Véase medio magnético.

ANEXO 06. MEMORIAS DE CALCULO

Hoja de cálculo de las alternativas del sistema de alcantarillado pluvial. (Véase medio magnético y físico).

Diagonal 19 Transv. 23-02 Barrio el Nogal - Teléfonos: 6726764 – 6824472 - 6824421
e-mail: edesa@edesaesp.com.co , Villavicencio - Meta



REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.

25260161559CND

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

DE FECHA 27/11/2008

MIGUEL ANGEL BETANCUR CRUZ

C.C. 86082073

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4400914

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MIGUEL ANGEL BETANCUR CRUZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 86082073, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA con MATRICULA PROFESIONAL 25260-161559 desde el 27 de Noviembre de 2008, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1149.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los nueve (09) días del mes de Abril del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL META EDESA S.A. E.S.P.		CL – FT – 23
			Versión: 03
	CERTIFICACION	GOBERNACIÓN DEL META	Mayo 13 de 2020
			Página 1 de 1

CARTA DE RESPONSABILIDAD ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META

FECHA:	30 DE MARZO DE 2026
NOMBRE:	ING. MIGUEL ANGEL BETANCUR CRUZ
CEDULA:	86.082.073 de Villavicencio
PROFESIÓN:	INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO
MATRÍCULA PROFESIONAL:	25260161559 CND
CORREO ELECTRÓNICO:	miguelbetancur@hotmail.com

Por este conducto me permito certificar que el análisis y selección de alternativas para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL ZONA NOROCCIDENTAL DEL SECTOR PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META", garantiza el cumplimiento de la normativa y reglamentos vigentes, teniendo como base todos soportes jurídicos y técnicos del documento de análisis y selección de alternativas, del sub-proyecto denominado "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO SANITARIO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR EL PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE GRANADA, META." elaborado por la empresa AQUADATOS S.A.S. Nit. 830.062.201-0 mediante el contrato de consultoría No. 081/2023. Cuyo objeto consistió en: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION, AMPLIACION Y OPTIMIZACION DE OBRAS DE REDES E INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL META".

Que, como complemento a lo anterior y en cumplimiento de lo establecido en el Acuerdo 012 de 2024 expedido por la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías, se certifica que los estudios y diseños elaborados para el proyecto cumplen con la normativa técnica y reglamentación vigente aplicable a cada una de las especialidades mencionadas. Y que estos no pueden ser modificados sin su autorización una vez sea viabilizado el proyecto.

Cordialmente,

Ing. MIGUEL ANGEL BETANCUR CRUZ
Ing. Ambiental y Sanitario
T.P **N°** 25260161559 CND