



Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

Sandra Lorena Arboleda Rúa

Proyecto de práctica para optar el título de Ingeniera Sanitaria

Asesores

Wilber Humberto Vélez Gómez  
Ingeniero Civil.  
Especialista en gerencia de proyectos.

Bryan Valderrama Muñoz.  
Ingeniero Sanitario.  
Especialista en Ingeniería de Sistemas Hídricos Urbanos

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Sanitaria  
Medellín, Antioquia, Colombia

2023

<b>Cita</b>	(Arboleda Rúa, 2023)
<b>Referencia</b>	Arboleda Rúa, S.L & Martínez Naranjo, J. A. (2023). <i>Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado</i> [Trabajo de grado profesional] Universidad de Antioquia, Medellín Colombia
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio César Saldarriaga Molina.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

1. Resumen	8
2. Abstract	9
3. Introducción	10
4. Objetivos	12
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos específicos	12
5. Marco teórico	13
5.1. Criterios de diseño del componente de acueducto	15
5.2. Criterios de diseño del componente de alcantarillado	16
6. Metodología	17
7. Resultados y análisis	21
7.1. Reposición de Asbesto Cemento Circuito Piñuela	21
7.2. Generalidades del área de estudio del componente de acueducto	21
7.2.1. Investigación de redes de Asbesto Cemento en el Circuito Piñuela para la etapa de diagnóstico.	22
7.2.2. Nichos ejecutados	22
7.2.3. Tramos descartados en esta etapa, no pasan a la etapa de alternativas y diseño.	24
7.2.4. Revisión de la etapa de diagnóstico por parte de la interventoría.	25
7.3. Análisis de alternativas de alineamiento, evaluación hidráulica y método constructivo del circuito Piñuela.	26
7.3.1. Análisis preliminar	26
7.3.2. Elección del método constructivo	28
7.3.3. Revisión de la etapa de alternativas por parte de la interventoría	30
7.4. Diseño para la reposición de redes de acueducto.	31

7.4.1.	Visita preliminar	31
7.4.2.	Descripción del diseño	33
7.4.3.	Modelación hidráulica	34
7.4.3.1.	Descripción de la modelación	35
7.4.3.2.	Resultados de la modelación	36
7.4.3.3.	Revisión del diseño por la interventoría	38
7.5.	Proyecto de alcantarillado GPZN-1162	43
7.5.1.	Información preliminar y características del área de estudio.	43
7.5.2.	Elementos del diseño	46
7.5.3.	Alcantarillado residual	47
7.5.4.	Resumen de elementos diseñados	47
7.5.4.1.	Revisión del diseño por la interventoría	48
8.	Conclusiones	51
9.	Referencias	52

## Lista de tablas

Tabla 1. Norma de Diseño de Acueducto EPM - Resolución 0330 de 2017 .....	15
Tabla 2: Norma de diseño de Alcantarillado-Resolución 0330 de 2017.....	17
Tabla 3. Listado de nichos ejecutados para investigación .....	23
Tabla 4. Material de las tuberías encontradas en los nichos de investigación .....	24
Tabla 5. Agrupación y características de las tuberías .....	27
Tabla 6. Resultados análisis preliminar.....	30
Tabla 7. Consolidado de diseño Circuito Piñuela .....	33
Tabla 8. Proyecciones de acueducto Circuito Piñuela suministrado por EPM el 09/04/2021 .....	34
Tabla 9. Referencia de tabla de Memoria de Cálculo del Diseño Hidráulico de la Válvula Ventosa .....	39
Tabla 10. Tiempos de entrega y de revisión circuito Piñuela .....	43
Tabla 11. Elementos diseñados de la red de alcantarillado residual .....	48
Tabla 12. Longitud entre ejes de cámaras .....	48
Tabla 13. Tiempos de entrega y de revisión GPZN-1162.....	50

## Lista de figuras

Figura 1. Metodología de diseño para reposición de redes de acueducto. ....	18
Figura 2. Metodología para diseño de para un proyecto de alcantarillado. ....	19
Figura 3. Proceso de evaluación.....	20
Figura 4. Localización Circuito Piñuela.....	21
Figura 5. Localización de los nichos ejecutados .....	23
Figura 6. Tramos descartados y tramos que continúan en la fase de diseño.....	24
Figura 7. Nicho N°499 Material Asbesto Cemento, diámetro 400mm.....	25
Figura 8. Ubicación de los sectores Circuito Piñuela.....	27
Figura 9. Ubicación sectores en diseño .....	34
Figura 10. Mapa de isóbaras y Consolidado de presiones máximas y mínimas en la red año 2018 .....	37
Figura 11. Mapa de isóbaras y Consolidado de presiones máximas y mínimas en la red año 2050 .....	38
Figura 12. Proyecciones de acueducto Circuito Piñuela .....	40
Figura 13. Observaciones a los planos. ....	41
Figura 14. Observación de los planos (Perfil).....	42
Figura 15. Ubicación de las cámaras de inspección.....	44
Figura 16. Alineamiento red de alcantarillado GPZN-1162 .....	45
Figura 17. Ubicación de los elementos en diseño. ....	47

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>EPM</b>	Empresas Públicas de Medellín.
<b>GPZN</b>	Gestión Proyectos Menores de Alcantarillado en la Zona Norte.
<b>MDA</b>	Modelo Digital de Aguas.
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
<b>SWMM</b>	Storm Water Management Model (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales)

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

## **1. Resumen**

El asbesto es un grupo de minerales que forman una sustancia, usada en varios materiales de construcción. Algunos estudios han demostrado que el asbesto causa adversidades en la salud, es por esto, que el Congreso de la República en Colombia expide la Ley 1968 de 2019, que prohíbe el uso del asbesto y se establecen garantías de protección a la salud de la ciudadanía; teniendo en cuenta que Empresas Públicas de Medellín (EPM) presta el servicio de acueducto y alcantarillado en el Valle de Aburrá, considera realizar intervenciones sobre la infraestructura existente para su reposición y renovación. EPM generó un proyecto con cuatro contratistas y una interventoría para todos ellos con la empresa Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P.

En este informe se describe la revisión ejecutada por la interventoría sobre el cumplimiento de la norma vigente para el diseño de reposición de red acueducto en el circuito Piñuela ubicado en la comuna 4 de la ciudad de Medellín y el diseño para la red de alcantarillado GPZN-1162 en el barrio María Cano- Carambolas del municipio Medellín realizados por el contratista SANEAR

*Palabras Clave:* Asbesto-cemento, acueducto, alcantarillado, Circuito, GPZ, reposición.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

## **2. Abstract**

Asbestos is a group of minerals that form a substance, used in various construction materials. Some studies have shown that asbestos causes adversities in health, which is why the Congress of the Republic in Colombia issues Law 1968 of 2019, which prohibits the use of asbestos and guarantees the protection of the health of citizens. ; Taking into account that Empresas Públicas de Medellín (EPM) provides the aqueduct and sewerage service in the Aburrá Valley, it considers carrying out a breakdown on the existing infrastructure for its replacement and renovation. EPM continued a project with four contractors and supervision for all of them with the company Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P.

This report describes the review carried out by the intervention on compliance with the current standard for the design of replacement of the aqueduct network in the Piñuela circuit located in commune 4 of the city of Medellín and the design for the GPZN- sewerage network. 1162 in the María Cano- Carambolas neighborhood of the Medellín municipality carried out by the contractor SANEAR.

*Keywords:* Asbestos - Cement, Aqueduct Sewer, Circuit, GPZ, replacement

### 3. Introducción

El término asbesto se refiere a un grupo de minerales fibrosos, que se dividen en las siguientes dos categorías según su mineralogía: los anfíboles, que incluyen crocidolita, antofilita, amosita, tremolita y actinolita; y las serpentinas, compuestas únicamente de crisotilo. Los efectos adversos para la salud del asbesto se conocen desde la primera mitad del siglo XX. Cuando se manipulan, las fibras de asbesto pueden emanar al aire y ser fácilmente inhaladas. Después de la inhalación, las fibras terminan en los bronquios más pequeños y en los alvéolos. También se pueden transferir a través de las venas linfáticas a diferentes partes del cuerpo. exposición al asbesto puede causar, por ejemplo, placas pleurales, derrame pleural, fibrosis pulmonar (asbestosis), cáncer de pulmón y mesotelioma de la pleura o peritoneo.

El período de latencia de las enfermedades del asbesto es de 10 a 40 años o incluso más. Se sabe que todos los tipos de fibras de asbesto causan riesgos para la salud, siendo la crocidolita la más potente.

Después del uso generalizado del asbesto en el siglo XX, cientos de miles de trabajadores en los países industrializados han contraído una enfermedad relacionada con el asbesto. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), > 107 000 personas mueren cada año a causa de cáncer de pulmón relacionado con el asbesto, mesotelioma y asbestosis como resultado de exposiciones ocupacionales.

En Colombia, el Juzgado 39 Administrativo de Bogotá falló el 4 de marzo del 2019 a favor de las víctimas del asbesto. Ese mismo año, el 11 de julio de 2019, fue expedida por el Congreso de la República la Ley 1968 de, la cual, en su artículo segundo prohibió a partir del primero de enero del 2019 explotar, producir, comercializar, importar, distribuir o exportar cualquier variedad de asbesto y de los productos elaborados en el territorio nacional (ley 1968 de 2019). Por lo anterior, se ordena a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, y a las Empresas Públicas de

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

Medellín, EPM, hacer un inventario actualizado de las redes de fibrocemento y asbesto que conforman el servicio público y presentar un plan para el cambio de estas redes. (SANEAR, 2022)

Por tal motivo y teniendo en cuenta tanto el fallo del juzgado 39 administrativo de Bogotá como la ley 1968 de 2019, es necesario sustituir las redes de acueducto que se encuentren en material de Asbesto Cemento que están ubicadas en toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Valle de San Nicolás y Rionegro (SANEAR, 2022). Para cumplir con esto, EPM dividió estos sectores en cuatro zonas y a cada zona le asignó un contratista de la siguiente forma: UT Redes AC SMA se encarga de la zona Noroccidental, SANEAR, se encarga de la zona Nororiental; Consorcio redes 2020, se encarga de la zona Suroccidental y por último Consorcio C&C-GAAL, se encarga de la zona Suroriental. Cada contratista realiza el diseño y la construcción de redes primarias y secundarias, además de redes de recolección y transporte de alcantarillado.

En el periodo de prácticas se realizó apoyo a la interventoría de Aguas Nacionales en las etapas de diagnóstico alternativas, y diseño de un circuito de red de acueducto y un tramo de alcantarillado, por medio de elaboración de informes semanales y mensuales, revisión de informes realizados por el contratista, actualización de archivos y demás tareas que contribuyan con la ejecución del proyecto que se encuentran en el área de diseño y obra de la Interventoría.

Para la revisión de los proyectos, se tuvo en cuenta lo establecido en las Normas técnicas de Diseño de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. de 2009, además de los parámetros y criterios de diseño establecidos en la resolución 0330 de 2017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Realizar las labores de la Interventoría, así como las tareas administrativas (informes y seguimiento), haciendo revisión de las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de las redes de acueducto y alcantarillado presentadas por los contratistas.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar informes y demás solicitudes realizadas por EPM y los contratistas, para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Consolidar y actualizar la información necesaria para realizar control documental del proyecto, garantizando lo establecido en el plan de calidad del proyecto.
- Realizar el control y seguimiento de las actividades realizadas por el contratista según el plan de trabajo propuesto por EPM en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño.
- Revisar los informes y anexos de diseño realizados y entregados por contratista (memorias de cálculo, informes de topografía, planos etc.) sus diferencias, errores y omisiones respecto a los lineamientos de las normas de diseño de EPM de 2009 y la resolución 0330 del 2017, generando observaciones para la corrección por parte del contratista.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

## **5. Marco teórico**

Inicialmente es necesario aclarar que los diseños que se van a evaluar no son propuestos desde cero, sino que son diseños de redes existentes que presentan deterioro o que se deben reponer como en el caso de las redes de acueducto de Asbesto Cemento, por tanto, el planteamiento del diseño hidráulico emplea principios matemáticos específicos para tener una adecuada interpretación de las problemáticas, además de ser útiles para identificar y plantear posibles soluciones.

Adicionalmente, los diseños tanto del componente de acueducto como del componente de alcantarillado inician con etapa de investigación a la que se le denomina etapa de diagnóstico, en ésta se comprueba el estado actual de la red, sus posibles complicaciones constructivas y estudios necesarios para planteamiento de diseño como; nichos de investigación, estudios estructurales, ambientales, geotécnicos y topográficos, la siguiente etapa es el análisis de alternativas, donde se validan y analizan los diferentes métodos constructivos, así como las alternativas de trazado para los tramos críticos según los requerimientos del contrato. Por último, está la etapa de diseño que contiene el nuevo trazado de las redes acordado entre las partes, el método constructivo ideal y los planos de detalle.

Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P presta el servicio de interventoría al proyecto de diagnóstico, diseño de obras accesorias y reposición de redes de acueducto y de alcantarillado de EPM, su labor es velar porque los diseños y especificaciones definitivas cumplan con todo lo establecido en las “Normas de diseño de sistemas de acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.” de 2009 y lo dispuesto en la Resolución 0330 del 08 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (RAS).

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

14

---

Algunas actividades del diseño de acueducto y alcantarillado se encuentran establecidas en el Anexo Técnico del contratista en el numeral 7.1.1 y deben ser tenidas en cuenta por el Contratista como por la interventoría en la verificación de los diseños:

- El diseño entregado por el contratista debe indicar en los planos los empalmes a redes existentes, teniendo en cuenta que debe afectar lo mínimo posible la prestación del servicio.
- El Contratista debe tener en cuenta todas las redes y servicios existentes en la zona a intervenir para garantizar el trazado del diseño.
- El Contratista debe realizar topografía requerida para la ejecución del diseño detallado en redes con diámetro mayor o igual a 300 mm o en elementos que lo requieran.
- Para el diseño detallado se deben considerar no solo las redes existentes en el modelo de redes de EPM, sino las redes y elementos existentes en el terreno, debido a que no todas las redes y elementos del modelo cuentan con la referenciación adecuada.
- EL Contratista debe hacer la evaluación de tecnologías para la instalación de redes con zanja y sin zanja, de tal manera que se minimice el impacto social y económico con los procesos constructivos.
- EL Contratista deberá presentar un informe con la valoración costo-riesgo-desempeño de los métodos constructivos seleccionados en cada caso, garantizando el no tener contacto con el asbesto cemento.
- EPM suministrará los modelos hidráulicos actuales de los circuitos de cada grupo de contratación en el software Bentley WaterGEMS.
- Las redes se deberán diseñar en lo posible por zonas donde se evite la compra de servidumbres.
- Para las redes mayores de 300 mm, se deben considerar redes paralelas de mínimo 75 mm, donde se instalarán las acometidas de acueducto.
- Para realizar la modelación de alcantarillado, el contratista podrá hacer uso de software libres tales como EPASWMM, o cualquier otro que sea compatible con los aplicativos de EPM.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

- EL Contratista deberá realizar los cálculos estructurales y geotécnicos requeridos tales como: muros de contención, viaductos, entre otros, en aquellos casos en los cuales se requieran.

Además de las actividades anteriormente mencionadas se debe tener en cuenta que la aplicación de estas depende de la situación que se presente y del criterio del diseñador; a continuación, se presentan los puntos más relevantes a considerar tanto para el componente de acueducto como para el componente de alcantarillado.

### 5.1. Criterios de diseño del componente de acueducto

Se debe realizar el diseño para un escenario actual y un escenario futuro a 30 años para esto se deben considerar los criterios presentados en la Tabla 1.

**Tabla 1. Norma de Diseño de Acueducto EPM - Resolución 0330 de 2017**

CRITERIOS TÉCNICOS	NORMAS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN	
	Norma de Diseño de Acueducto EPM	Resolución 0330 de 2017
<b>Modelaciones Hidráulicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo matemático se realiza con la ecuación de Darcy Weisbach y Colebrook-White.</li> <li>• El modelo suministrado contiene; curvas de consumo, las demandas basadas en clientes, cotas del tanque, coeficientes de rugosidad, calidad del agua y presiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo matemático debe utilizar el método del gradiente.</li> <li>• Debe modelarse con periodo extendido y con frecuencia horaria</li> </ul>
<b>LOCALIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberías en alineamiento de alto flujo vehicular profundidad a la cota clave mínima de 1m.</li> <li>• Si la tubería es necesario colocarla entre 0,60 m y 1m de profundidad se debe hacer análisis estructural.</li> <li>• La profundidad máxima a la cota clave es de 1,50m.</li> <li>• Si se tienen alineamientos por pasos peatonales la profundidad mínima es de 0,60m.</li> <li>• Si se tienen cruces de quebradas, ríos o canales se deben diseñar estructuras especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberías menores o iguales a 12” (300 mm) deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0,50 m.</li> <li>• Tuberías mayores de 12” (300 mm) deberán ir por calzadas y tener un corredor libre de mantenimiento de mínimo 1 m lado a lado.</li> <li>• Las tuberías de acueducto no deben estar ubicadas en la misma zanja de las tuberías de alcantarillado.</li> <li>• La distancia mínima entre tuberías de acueducto y alcantarillado, en dirección horizontal 1 m y 0.30 m en la dirección vertical.</li> <li>• Las profundidades mínimas a cota clave de</li> </ul>

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

CRITERIOS TÉCNICOS	NORMAS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN	
	Norma de Diseño de Acueducto EPM	Resolución 0330 de 2017
		<p>la tubería de acueducto es de 1 m en la zona urbana y rural.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución no debe exceder de 1,50 m medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.</li> </ul>
<b>PRESIONES DE SERVICIO MÍNIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La presión dinámica mínima de la red debe ser de 20 m.c.a</li> <li>• La presión estática máxima de la red debe ser de 60 m.c.a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La presión dinámica mínima en la red de distribución debe ser de 10 m.c.a. en sistemas con población de diseño hasta 12500 habitantes si la población supera estos habitantes se debe considerar presión mínima de 15 m.c.a.</li> </ul>
<b>VELOCIDAD EN LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad máxima en las tuberías de la red de distribución, no deben superar los 2.5 m/s,</li> </ul>	
<b>PENDIENTES MÍNIMAS DE LAS TUBERÍAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el aire acumulado tiende a circular en el sentido del flujo del agua, la pendiente mínima es de 0,04%.</li> <li>• Cuando el aire fluye en el sentido contrario del flujo del agua, la pendiente mínima debe estar entre 0,1% y 0,15%.</li> </ul>	

## 5.2. Criterios de diseño del componente de alcantarillado

En el componente de alcantarillado se tiene como objetivo principal diseñar la solución definitiva a la problemática entrega por EPM con el fin de optimizar el sistema existente, este tipo de problemáticas consiste en su mayoría en hacer revisión de capacidad hidráulica y de esta forma analizar alineamientos de diseño, algunas consideraciones para plantear el trazado y diseño del sistema de alcantarillado se presenta en la Tabla 2.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

**Tabla 2: Norma de diseño de Alcantarillado-Resolución 0330 de 2017**

CRITERIOS TÉCNICOS	NORMAS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN	
	Norma de Diseño de Acueducto EPM	Resolución 0330 de 2017
<b>LOCALIZACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La profundidad mínima a la cota clave de las tuberías es de 1,2 m, para conexiones domiciliarias de una pendiente mínima del 2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las distancias mínimas libres entre las redes de aguas residuales y/o lluvia, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en dirección horizontal y 0,30 m en dirección vertical.</li> </ul>
<b>DIÁMETRO INTERNO MÍNIMO PERMITIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El diámetro interno real mínimo permitido en las redes de alcantarillado de aguas residuales es de 180 o 170 mm, en las redes de alcantarillado de aguas lluvias es de 215 mm, y para los sistemas de alcantarillado de aguas combinadas el diámetro nominal mínimo es de 250 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm</li> <li>El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado pluvial y combinados es 260 mm</li> </ul>
<b>VELOCIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad máxima será de 5 m/s para tuberías de concreto, GRP y acero, y de 10 m/s para tuberías plásticas de polietileno y PVC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad máxima en los alcantarillados por gravedad no debe sobrepasar los 5,0 m/s.</li> </ul>
<b>RELACIÓN MÁXIMA DE PROFUNDIDAD Y DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (Y/D)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establece que para tuberías con diámetros internos menores de 500 mm el valor de la relación máxima de la profundidad del flujo y el diámetro debe ser menor de 0,70, para diámetros internos entre 500 y 1.000 mm el valor de y/d debe ser menor de 0,80, y para diámetros mayores de 1 000 mm el valor de y/d debe ser menor de 0,85.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La relación máxima de la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería del alcantarillado es de un máximo permisible de 93% con el caudal de diseño a flujo lleno (aguas lluvias)</li> <li>La relación máxima de la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería del alcantarillado es de un máximo permisible de 85%, para permitir una aireación adecuada (aguas residuales)</li> </ul>
<b>ESFUERZO CORTANTE O FUERZA TRACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,5 N/ m<sup>2</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,0 N/ m<sup>2</sup>.</li> </ul>
<b>ANCLAJES POR PENDIENTE EN TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si la pendiente de la tubería es superior al 5%, para tuberías de superficie exterior lisa, o al 25% para tuberías de superficie exterior rugosa, se debe incluir anclajes necesarios para garantizar la estabilidad de la tubería</li> </ul>	

## 6. Metodología

Para realizar el seguimiento y revisión de los diseños de reposición de redes de acueducto es indispensable conocer las actividades que realizó el contratista para la elaboración de los entregables en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño, teniendo en cuenta la trazabilidad

de todas las dificultades, solicitudes que se fueron presentando durante la ejecución del diseño, a continuación, se muestra un diagrama de flujo con las actividades realizadas por el contratista para ejecutar el diseño de los dos componentes para este contrato:



Figura 1. Metodología de diseño para reposición de redes de acueducto.

El diseño de proyectos menores de alcantarillado tiene como finalidad solucionar la problemática de una comunidad que mediante una petición se ve la necesidad de ser evaluada desde un enfoque de diseño técnico para darle manejo a las afectaciones en un sector específico; el procedimiento para realizar este diseño se muestra a continuación.

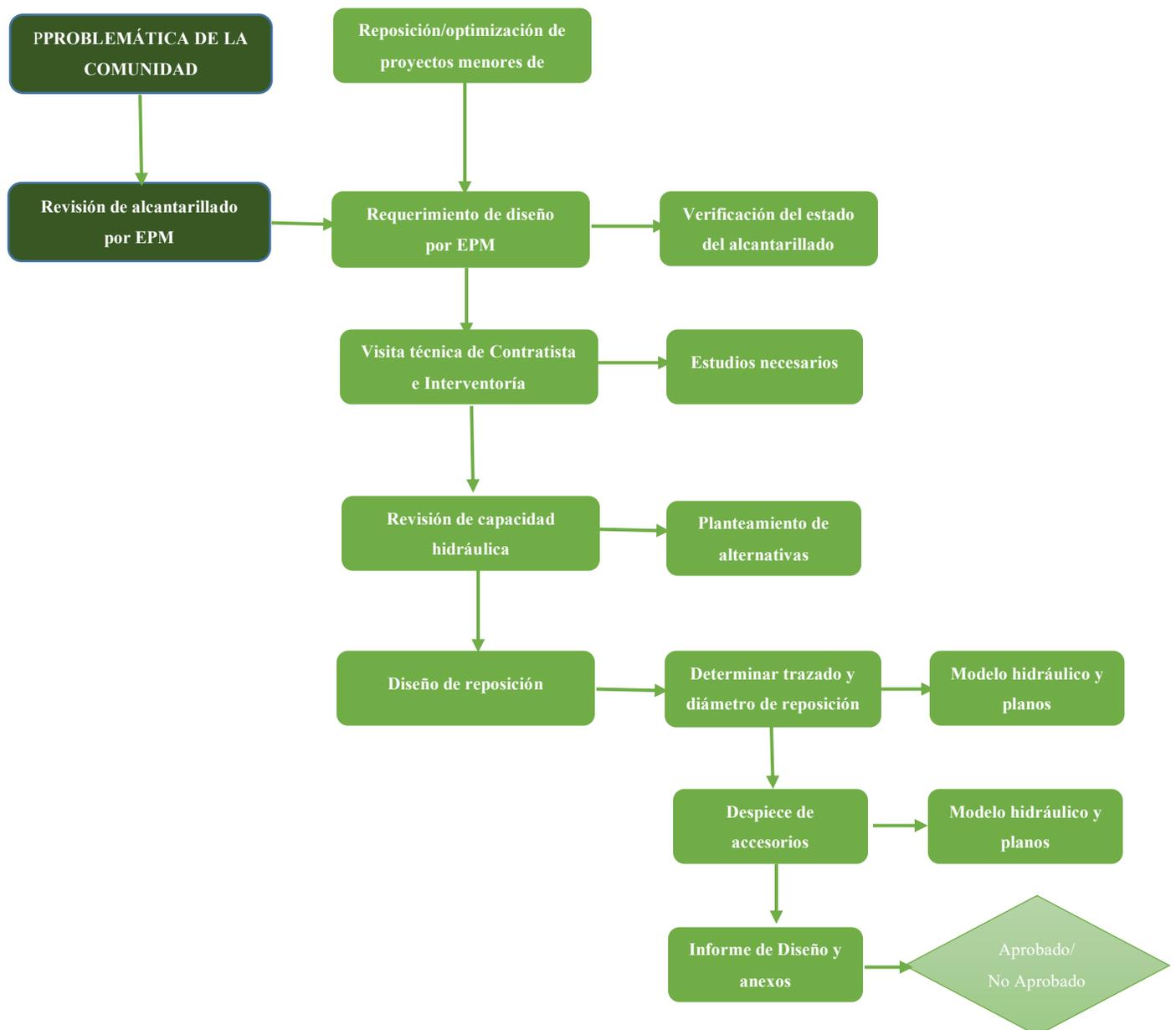
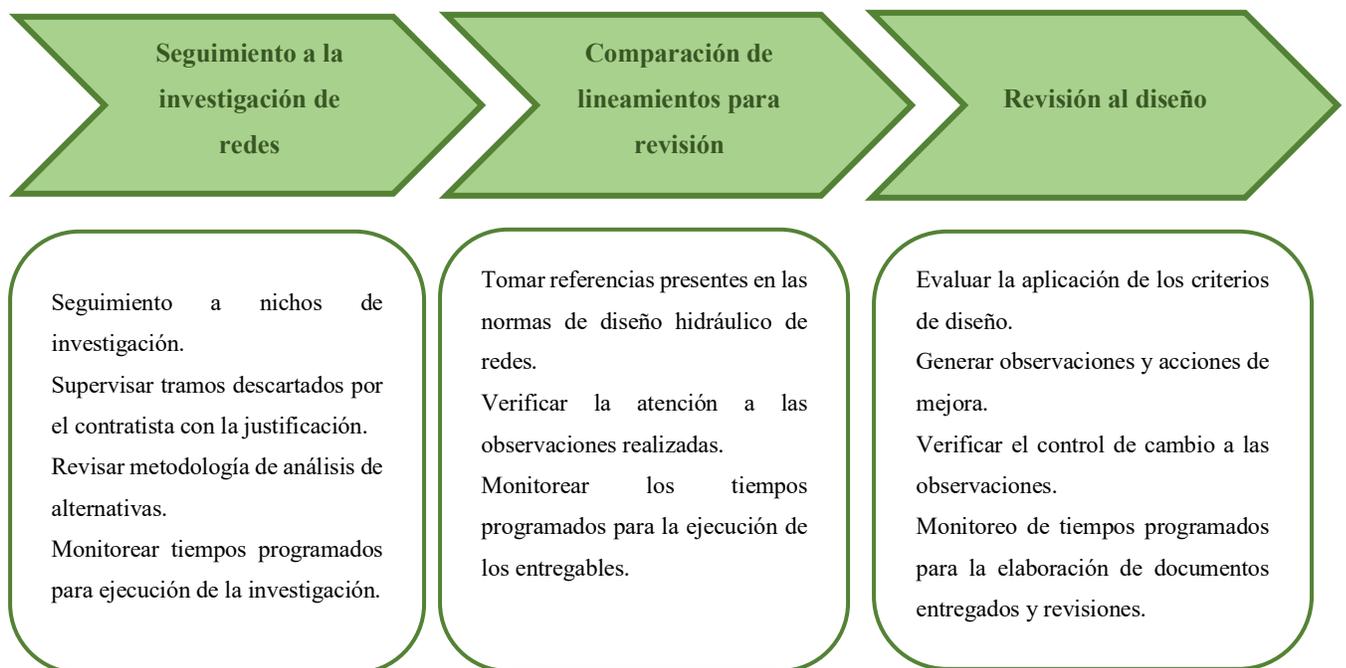


Figura 2. Metodología para diseño de para un proyecto de alcantarillado.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

20

Teniendo un contexto de los diseños que ingresaban por parte del contratista; para realizar las actividades de la interventoría se planteó el proceso de evaluación de 3 etapas para cada componente, de esta forma se entregaron sugerencias de acciones de mejora a los diseños entregados por el contratista; generando observaciones detalladas y la verificación de control de cambios a elementos técnicos encontrados en cada revisión.



**Figura 3. Proceso de evaluación.**

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

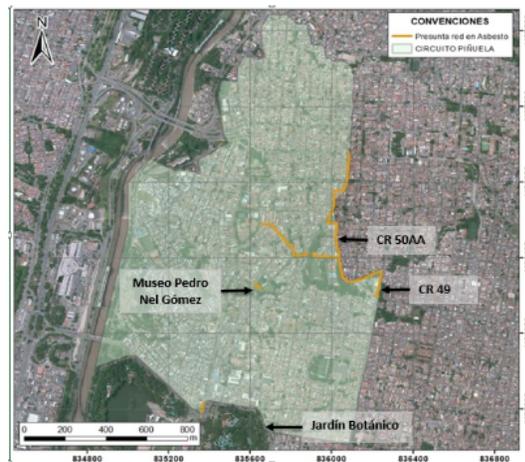
## 7. Resultados y análisis

### 7.1. Reposición de Asbesto Cemento Circuito Piñuela

El Circuito Piñuela contó con entregables de las etapas de Diagnóstico, Alternativas y Diseño en las que se presentan estudios realizados por el contratista con las propuestas de reposición de redes en esta zona de la ciudad de Medellín.

### 7.2. Generalidades del área de estudio del componente de acueducto

El circuito Piñuela se encuentra ubicado en la zona nororiental del municipio de Medellín, pertenece a la comuna 4 Aranjuez y presta el servicio de acueducto a los barrios: Brasilia, San Isidro (Medellín), Palermo, La Rosa, Miranda, Aranjuez, Bermejál-Los Álamos, La Piñuela y Moravia. Las redes de acueducto que se encuentran en material de Asesto Cemento para reposición consta de 31 tuberías, para una longitud total de 2115,83, en la siguiente ilustración se puede ver la ubicación geográfica del circuito Piñuela.



**Figura 4. Localización Circuito Piñuela.**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

### **7.2.1. Investigación de redes de Asbesto Cemento en el Circuito Piñuela para la etapa de diagnóstico.**

Empresas Públicas de Medellín suministró al contratista SANEAR una base de datos de las redes a intervenir, la información engloba un listado y Shapefile con las redes de distribución en el circuito según información histórica disponible de esta zona; el contratista procedió a revisar esta información con ayuda de la herramienta G/Net Viewer<sup>1</sup> y a realizar una depuración de los tramos registrados en asbesto cemento cuyos estados de operación aparecen en: propuestos a modificar o retirar, filtrando y eliminando los tramos que ya habían sido intervenidos o estaban en proceso de investigación en otros contratos de EPM; obteniendo un listo de tramos con su respectiva identificación (IPID<sup>2</sup>) para luego programar y realizar visita de ubicación y marcación de nichos de investigación.

### **7.2.2. Nichos ejecutados**

El objetivo de los nichos de investigación es verificar la ubicación de la tubería, el material, el diámetro, profundidad y validar si estos se encuentran en servicio.

Se realizaron en total 18 nichos de los cuales se tomó la siguiente información: IPID, material de la tubería, diámetro, profundidad, estado del servicio. En la Figura 5 y en la Tabla 3 se presenta la ubicación de los nichos de investigación realizados y el resumen de los nichos a lo largo del circuito Piñuela respectivamente.

---

<sup>1</sup> Herramienta de consulta de información para los diferentes modelos digitales de aguas.

<sup>2</sup> Número de identificación del elemento hidráulico asignado por EPM en base de datos



Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

En la siguiente tabla se presenta el consolidado de la tubería encontrada.

**Tabla 4. Material de las tuberías encontradas en los nichos de investigación**

Material	N° Nichos	% En la red
Asbesto Cemento	10	55,6
Otro material	6	33,3
No encontrada	2	11,1
<b>Total, General</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

### 7.2.3. Tramos descartados en esta etapa, no pasan a la etapa de alternativas y diseño.

En la investigación realizada con los nichos, se encontraron algunos tramos con tubería en material diferente al asbesto cemento o fuera de servicio por este motivo, estos tramos fueron descartados y por consiguiente no pasaron a la etapa de diseño. En la siguiente figura se muestran los tramos descartados y los tramos que continúan en esta etapa.



**Figura 6. Tramos descartados y tramos que continúan en la fase de diseño**

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

25

---

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

#### **7.2.4. Revisión de la etapa de diagnóstico por parte de la interventoría.**

La interventoría en su función de seguimiento realizó la revisión del diagnóstico entregado por el contratista analizando las redes descartadas y las redes que pasan a la etapa de diseño. En esta revisión se encontraron algunas inconsistencias en los diámetros y materiales de las tuberías descritas en el informe y la información reportada en la base de datos.

La interventoría validó la ejecución de los nichos y realizó observaciones sobre la descripción del nicho N° 499 específicamente con el diámetro el material, ya que en la Tabla 3 se describió que el material es PEAD y el diámetro de 75 mm al corroborar esta información con la herramienta G/Net Viewer, se evidencia que el diámetro es de 400mm y el material de asbesto cemento, sin embargo, el contratista manifestó que la información allí suministrada corresponde a lo encontrado en campo, demostrando así que la información suministrada por G/Net Viewer no coincide con lo investigado en campo. A continuación, se muestra el registro fotográfico del nicho N°499 donde se evidencia material de Asbesto Cemento.



**Figura 7. Nicho N°499 Material Asbesto Cemento, diámetro 400mm**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

La interventoría le solicitó al contratista realizar las correcciones pertinentes para darle continuidad a las alternativas propuestas y al diseño de este circuito.

### **7.3. Análisis de alternativas de alineamiento, evaluación hidráulica y método constructivo del circuito Piñuela.**

De acuerdo con el diagnóstico realizado por el contratista y después de hacer las correcciones, procedió a ejecutar el análisis de alternativas siguiendo las directrices de EPM e interventoría, validando la normatividad vigente, y los requisitos establecidos contractualmente, a continuación, se presenta un resumen de este análisis:

#### **7.3.1. Análisis preliminar**

Para este análisis se realizó una agrupación por sectores de las tuberías a reponer teniendo en cuenta su ubicación y las características de las vías o lugar donde serán instaladas. Para el circuito Piñuela se establecen 5 sectores para la etapa de diseño, como se establece a continuación:

- **Sector 1:** CL 89 entre CR 51A y CR 51B; CR 51A entre CL 89 y CR 51; CL 87 Entre CR 51 y CR 50
- **Sector 2:** CR 50B entre CL 89 y CL 91; CL 91 entre CR 50B y CR 50A; CR 50A entre CL 91 y CL 93.
- **Sector 3:** CL 87 entre CR 50AA y CR 50BB.
- **Sector 4:** CL 89 entre CR 50B y CR 50AA; CR 50AA desde CL 89 hasta CL 86; CL 86 desde CR 50AA hasta CR 49.
- **Sector 5:** CR 49 entre CL 86 y CL 84

En la Figura 8 se muestra la ubicación de los sectores establecidos para el circuito Piñuela

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.



**Figura 8. Ubicación de los sectores Circuito Piñuela**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

El contratista realizó el trazado preliminar del diseño en los sectores establecidos basado en la cartografía, la información suministrada por EPM y la visita realizada en campo. Evaluó la mejor opción de alineamiento intentando conservar un alineamiento similar al existente y además teniendo presente las redes de otros servicios, la red de asbesto existente, la conexión de acometidas y las condiciones particulares en cada circuito de acuerdo con lo identificado en la salida de campo.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la alternativa de diseño para cada uno de los tramos, así como las principales características de las tuberías.

**Tabla 5. Agrupación y características de las tuberías**

Sector	IPID's de la tubería existente	Longitud (m)	Diámetros existentes (mm)	Alternativa de trazado
1	2641793, 2641736, 2643376, 2642850, 9148473, 9148474	326,75	300	Paralela a la existente, además, requiere red adicional para conexión de domiciliarias con una longitud aproximada de 47,89 m para el tramo sobre CL 89 entre CR 51A y CR 51B.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

Sector	IPID's de la tubería existente	Longitud (m)	Diámetros existentes (mm)	Alternativa de trazado
2	2646940, 2646034, 2646135, 2646692, 2646936, 9155382, 9159144	426,13	300	Paralela a la existente y un tramo con cambio de costado sobre CR50A entre CL 91 y CL 93.
3	2643499, 2658940, 9149113, 2643501	147,22	300	Cambio de costado, requiere además red paralela de 90 mm para la conexión de acometidas con una longitud aproximada de 112,33 m.
4	2647053, 2647070, 2643503, 2643504, 2643000, 2647067, 2643507, 2644120, 9149146, 9796221, 9231395	543,71	300 y 400	Paralela a la existente y un tramo con cambio de costado sobre la CR 50AA entre CL 87 y CL 87A, además requiere red paralela para conexión de domiciliarias con una longitud aproximada de 134,22 m.
5	9231395, 2643993	139,25	400	Paralela a la existente, requiere además red paralela de 180 mm para la conexión de acometidas con una longitud aproximada de 118,68 m.

Nota. Tomado de SANEAR (2022)

### 7.3.2. Elección del método constructivo

Para establecer el método constructivo de las redes de diseño, el contratista aplicó 7 preguntas, Teniendo en cuenta las respuestas a estas preguntas será definido el método para la instalación de la tubería y si se requiere o no el análisis de costo riesgo (SANEAR, 2022)

1- ¿Se puede aplicar la construcción mediante tecnología sin zanja?

Para cada uno de los cinco (5) sectores se verifica la disponibilidad de espacio según las especificaciones técnicas de los equipos usados para la tecnología de instalación sin zanja, se evidencia que es posible usar la metodología en todos los sectores.

2- ¿Existe restricción por parte de una autoridad para intervenir el pavimento?

Para los sectores 2, 3 y 4 se verifica que el pavimento no es nuevo, dada la existencia cicatrices en la vía por obras realizadas anteriormente o deterioro de estas, contrario al sector 1 y 5 ubicados sobre la CR 51A entre CR 50 y CL 89 y CR 49 entre CL 84 y CL 86 respectivamente, donde se observó que las vías están recién pavimentadas, por lo anterior se considera que puede haber restricciones por parte de la SIF para emplear el método de instalación con zanja.

3- ¿La cantidad de acometidas implica una reposición significativa del pavimento?

Sector 1: Tiene una longitud de 326,75 m, alrededor de 47 acometidas, una (1) acometida cada 6,95 m.

Sector 2: Tiene una longitud de 426,13 y 15 acometidas, una (1) acometida cada 28,41 m.

Sector 3: Tiene una longitud de 147,22 y 31 acometidas, una (1) acometida cada 4,75 m.

Sector 4: Tiene una longitud de 543,71 y 32 acometidas, una (1) acometida cada 16,99.

Sector 5: Tiene una longitud de 139,25 m y 19 acometidas, una (1) acometida cada 7,33 m.

Por tanto, la reposición de pavimento por acometidas sería significativa para los sectores 1, 3 y 5. (SANEAR, 2022).

4- ¿Se puede presentar afectación ambiental o patrimonial?

Cuatro (4) de los sectores del proyecto se ubican en vías vehiculares o peatonales con baja cantidad de individuos arbóreos aislados de las áreas de intervención de las redes, en el sector 2 se evidenció presencia de individuos arbóreos a un costado de la red de asbesto cemento existente sobre la CR 50B entre las CL 89 y CL 90, dado lo anterior y lo evidenciado en campo donde la mayoría de las acometidas se encuentran al costado opuesto de la red existente , se propone diseñar la red en PEAD por el costado opuesto de la red existente (asbesto cemento ), por lo cual los individuos arbóreos no representarían una afectación ambiental. No se detectaron bienes patrimoniales a lo largo el recorrido.

5- ¿Se puede presentar afectación a la seguridad de las personas y/o a la comunidad en general? En toda obra serán implementados todos los programas necesarios para generar el menor impacto posible en las obras a desarrollar, velando por la seguridad tanto del personal de la obra como de la comunidad.

6- ¿Es una vía arteria o principal con alto flujo vehicular, con impedimentos para hacer cierres y/o trabajos nocturnos? Para dar respuesta a esta pregunta se analiza de manera preliminar la viabilidad de poder realizar cierres y/o trabajos nocturnos en las diferentes vías de intervención, así mismo, si dichas vías presentan alto flujo vehicular por su categoría de vía arteria o principal en la zona de inferencia. Esta información se validó de acuerdo con lo

observado en visitas de campo, el shape de malla vial del municipio de Medellín y la Resolución 2585 del 2016 de la secretaría de movilidad del municipio de Medellín.

- 7- ¿Se puede presentar afectación a la estabilidad del terreno o estructuras? Para ninguno de los cinco sectores se considera que se pueda presentar afectación daños a estructuras o construcciones existentes, se debe tener precaución en la obra en el momento de la ejecución. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos, donde se concluye que la reposición de la totalidad de los sectores de asbesto cemento en el circuito Piñuela se realizará por el método de excavación tradicional a zanja abierta.

**Tabla 6. Resultados análisis preliminar**

Tramo	Verificación
1	Intervención con Zanja
2	Intervención con Zanja
3	Intervención con Zanja
4	Intervención con Zanja
5	Intervención con Zanja

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

### **7.3.3. Revisión de la etapa de alternativas por parte de la interventoría**

La interventoría ejecutó la revisión de las alternativas presentadas por el contratista, realizó observaciones al informe enviado por el contratista referente a las preguntas que utilizó para definir el método constructivo; también se solicitó ser más descriptivo en la respuesta de la pregunta 2 en cuanto al estado de las vías, y la razón de las cicatrices, si es por obras realizadas anteriormente o deterioro.

La interventoría le solicitó al contratista incluir los planos o esquemas actualizados donde se puedan observar los trazados propuestos.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

#### **7.4. Diseño para la reposición de redes de acueducto.**

Para el Circuito Piñuela se realizó el diseño de 2113,50 metros de tubería principalmente en material PEAD PE100 PN16, tal como está definido en el anexo técnico (numeral 7.1.1), en cuanto a los diámetros se establecen entre 63 mm y 500 mm, verificando que se garantice la capacidad hidráulica de las tuberías y las velocidades máximas establecidas en la norma. Adicionalmente asegurando el suministro directo y adecuado del agua.

##### **7.4.1. Visita preliminar**

Después de la visita al Circuito Piñuela entre el personal de la interventoría y el personal del contratista, realizada los días 14 y 23 de septiembre de 2022 y teniendo en cuenta que según la norma para realizar el trazado de las redes de acueducto, se debe ejecutar preferiblemente por el costado norte y oriental de las carreras y calles y además el contrato de este proyecto contempla las conservaciones del alineamiento de la red existente, el contratista presentó algunas dificultades debido a las particularidades de cada sector, por lo tanto, se concluyó lo siguiente:

- **Sector 1:** Para todo el sector se proyecta instalación con zanja abierta, se analizó y definió realizar cambio de costado, dado la existencia de red de alcantarillado identificada con ipid 6267152, que se encuentra muy superficial y red de gas sobre el mismo costado de la red de acueducto en asbesto (occidental),
- **Sector 2:** Se proyecta instalación con zanja abierta. El sector 2 se dividió en dos subsectores, subsector 2-A y subsector 2-B. En el subsector 2-A (CR 50B entre CL 89 y CL 91; CL 91 entre CR 50B y CR 50A) el alineamiento se proyectó por el mismo costado de la red de asbesto. El subsector 2-B (CR 50A entre CL 91 y CL 93) se propuso el cambio de costado de oriental a occidental entre las CL 91 y CL 93
- **Sector 3:** Para el sector 3 se proyecta instalación con zanja abierta, se aprobó el cambio de costado propuesto con el fin de quedar más cerca de las acometidas y de este modo facilitar las futuras reparaciones / cambios en las mismas. Se propone disminuir la profundidad de alineamiento, la

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

---

tubería proyectada quedaría a una profundidad a la clave de 0,70 m, por lo cual requiere de una protección, solo que, en este caso, dada la forma en que se encuentran ambos alineamientos, se generaría una losa de 11 metros de longitud aproximadamente, y se seguiría incumpliendo la norma con respecto a la profundidad a la clave establecidas (profundidad mínima 1 m y profundidad máxima 1.5 m). Por las razones antes expuestas, se recomienda continuar con el alineamiento por debajo de la red de asbesto, es decir a una profundidad clave de 1,68m.

- **Sector 4:** Para el sector 4, se proyecta instalación con zanja abierta En el costado (oriental) donde se encuentra la red de asbesto cemento sobre la CR 50AA entre la CL 86 y CL 89, se localizan una red gas y redes de alcantarillado de 600 mm y 700 mm de diámetro a profundidades a la batea de 1.62 m y 1.80 m respectivamente, por lo anterior, para el tramo localizado sobre la CR 50AA entre la CL 87 y CL 87A se propone realizar cambio de costado. Para este sector se proponen 3 alternativas:
  - En el primer alineamiento se propone cambio de costado en todo el tramo ubicado sobre CR 50AA entre CL 87 y CL 89 con el fin de conservar el costado (occidental).
  - En la segunda alternativa de alineamiento, se propone el trazado sobre el mismo costado de la red de asbesto existente (oriental), se proyecta entre la red de asbesto de 300 mm y red de alcantarillado de 600 mm, localizada a 1.62 metros de profundidad a la cota batea.
  - Para el tercer alineamiento se propone solo realizar el cambio de costado en la primera cuadra (CR 50AA entre CL 87 y CL 87A), con este cambio de costado se verían afectadas 16 acometidas y se presentan dos cruces con la red de alcantarillado existente de diámetro 600 mm y 700 mm.
- **Sector 5:** Para el sector 5, se proyecta instalación con zanja abierta. Por parte del profesional de PMT se recomienda hacer aforos antes de la ejecución dado el alto flujo vehicular que se presenta sobre la CR 49. Para el sector 5 no se encuentra redes de acueducto diferentes a la de asbesto, por lo anterior se proyecta red paralela de 180 mm.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

**Sector 6:** Este sector se descartó para pasar a fase de alternativas y diseño, ya que, como se evidenció en campo y según la información reportada por GNET, se encuentra dentro del Museo Pedro Nel Gómez.

#### 7.4.2. Descripción del diseño

Este diseño se dividió en 6 sectores y algunos de ellos se dividieron en subsectores en la Tabla 7 se muestran las longitudes diseñadas por el contratista con sus respectivos diámetros y la ubicación de cada uno de los sectores.

**Tabla 7. Consolidado de diseño Circuito Piñuela**

Sector	Longitud diagnóstico (m)	Longitud real diseño (m)	Diámetros propuestos (mm)	Dirección
1	330,93**	412,5	63, 90, 180, 355	<b>Subsector 1-A</b> (CL 89 entre CR 51A y CR 51B; CR 51A entre CL 89 y CL 88); <b>Subsector 1-B</b> (CL 87 Entre CR 51 y CR 50C; CR 51A entre CL 88 y CR 51).
2	426,13	432,41	63, 90, 315, 355	<b>Subsector 2-A</b> (CR 50B entre CL 89 y CL 91; CL 91 entre CR 50B y CR 50A); <b>Subsector 2-B</b> (CR 50A entre CL 91 y CL 93)
3	177,24*	287,54	90, 180, 355	CL 87 entre CR 50AA y CR 50BB.
4	553,52**	724,95	63, 90, 180, 355, 500	<b>Subsector 4-A</b> (CL 86 desde CR 50AA hasta CR 49; CR 50AA entre CL 86 y CL 87); <b>Subsector 4-B</b> (CR 50AA desde CL 87 hasta CL 88); <b>Subsector 4-C</b> (CR 50AA entre CL 88 y CL 89; CL 89 entre CR 50AA y CR 50B).
5	139,25	257,02	180, 355, 500	CR 49 entre CL 84 y CL 85.
6	-	1,42	90	CR 51B con CL 85

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

En la Figura 9 se observa la ubicación de los sectores y los subsectores

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

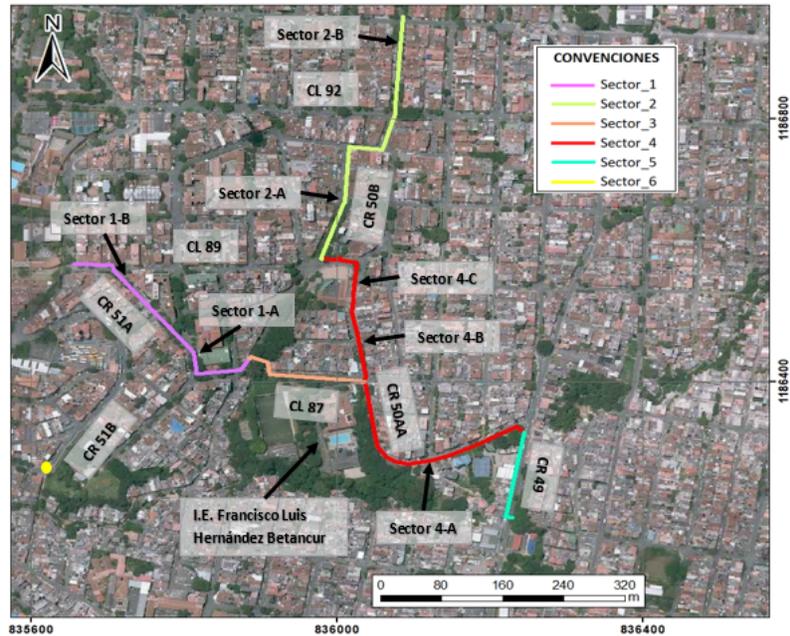


Figura 9. Ubicación sectores en diseño

Nota. Tomado de SANEAR (2022)

### 7.4.3. Modelación hidráulica

Para la elaboración del modelo hidráulico, EPM proporcionó el modelo en el software WaterGEMS<sup>3</sup>; así mismo EPM suministró la proyección de ANC<sup>4</sup>, clientes, consumo total, dotación neta y suministro desde el 2021 hasta el 2050 como se muestra en la Tabla 8, por tal motivo no se requirió análisis de caudales y población.

Tabla 8. Proyecciones de acueducto Circuito Piñuela suministrado por EPM el 09/04/2021

Descripción	2021	2031	2041	2050
ANC	36%	34%	33%	32%
Clientes	23454	26135	28996	31206
Consumo total (L/s)	106,43	109,69	118,43	126,31
Dotación neta (m3/mes)	11,76	10,88	10,59	10,49
Suministro (L/s)	166,57	166,46	175,59	184,81

Nota. Suministrado por Empresas Públicas de Medellín.

<sup>3</sup>Software de la empresa Bentley que permite simular en régimen estático y en régimen dinámico sistemas de distribución de agua.

<sup>4</sup> Agua No Contabilizada.

#### 7.4.3.1. Descripción de la modelación

- Se realiza el trazado del alineamiento verificando interferencias en planta con redes de otros servicios y en perfil en los sectores con diámetro mayor o igual a 200mm.
- Una vez definido el alineamiento y los accesorios se lleva al modelo en WaterGEMS.
- Se crean las alternativas en el modelo hidráulico para la simulación en los siguientes campos: topología, demandas y condiciones físicas, por último, se crean dos escenarios denominados como "2018(Proyectado)ReposicionSanear" y "2050ReposicionSanear".
- Se realiza la codificación de nodos y tramos.
- Se asignan los usuarios (customers) que demandan agua a cada nodo o accesorio proyectado para el escenario "2018(Proyectado)ReposicionSanear" de modo que queden cargados a un nodo proyectado cercano al existente, en el escenario "2050ReposicionSanear" se tiene la particularidad de que en el modelo suministrado las demandas no están cargadas en los customer si no en los nodos de las redes existentes.

En los dos escenarios se mantienen la curva de demanda denominada como "PIÑUELA".

- Se ingresa la información al programa de modelación hidráulica: Para los nodos se ingresa información como cota del terreno, localización (coordenadas) y el tipo de accesorio. Para las tuberías se ingresa longitud, diámetro, material, coeficiente de pérdidas y coeficiente de fricción, el cual se calcula de acuerdo con lo mostrado en el anexo 1.1 (A1.1\_CoeffPerdMen).
- En los nodos se ingresan las elevaciones con la siguiente consideración: ya que las cotas del modelo hidráulico no coinciden con las de la topografía y/o GNET,

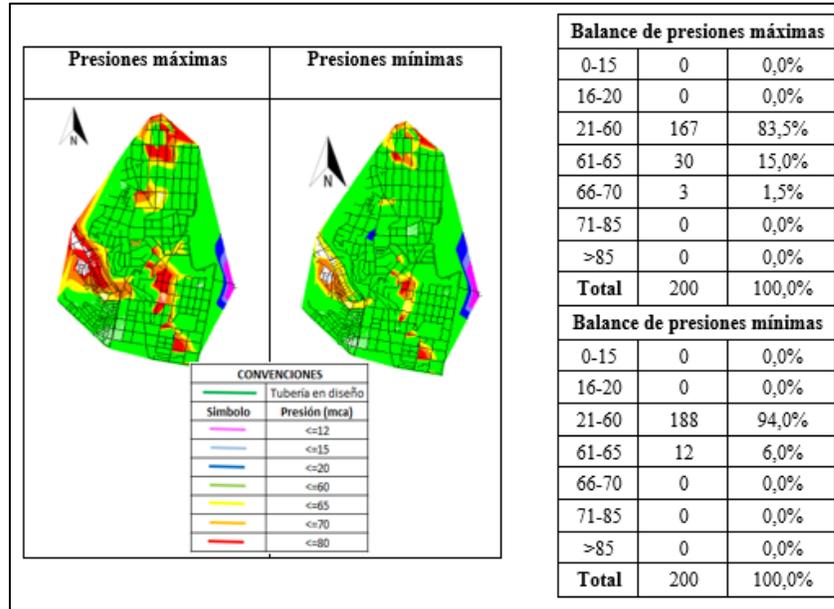
---

se toma como referencia los puntos de empalme y en base a estos se calcula la diferencia de elevación entre el punto de empalme y cada uno de los nodos de modo que los valores ingresados queden relativos a la información presente en el modelo hidráulico.

- Se inactiva las tuberías y nodos de la red existente en material de asbesto cemento.
- Se corre el programa y se verifican parámetros hidráulicos.
- Se ajustan diámetros, accesorios, conexiones, cortes y cantidad de válvulas según resultados.
- Finalmente se obtienen datos y resultados, para los nodos: la presión dinámica a cualquier hora del día (de especial interés la presión a la hora de máximo y mínimo consumo), cota piezométrica. Para los sectores el caudal (L/s), velocidad (m/s), sentido de flujo, pérdidas por fricción (m/m) y otras características. (SANEAR, 2022).

#### **7.4.3.2. Resultados de la modelación**

En la Figura 10 se observa que en el balance de presiones máximas el 83,5% de los nodos adyacentes a la tubería en diseño (PEAD) se encuentran en el rango óptimo de presiones establecidas en la norma de diseño de EPM (20-60 mca), no se presentan presiones inferiores al rango óptimo y el 16,50% restante de los nodos excede el límite de presión máxima permitida (60 mca). Con lo cual se puede concluir que las redes en diseño presentan en su mayoría presiones óptimas, sin embargo, se recomienda evaluar la capacidad de las redes del circuito hacia las zonas norte, occidente y central, para poder con la normatividad vigente en el parámetro de presiones. (SANEAR, 2022).

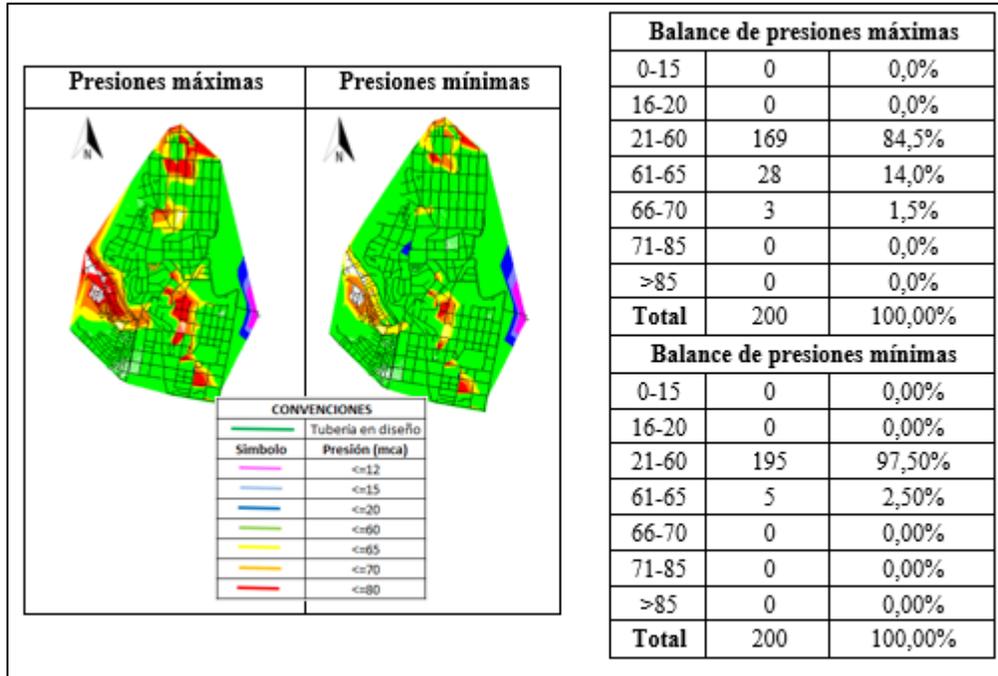


**Figura 10. Mapa de isóbaras y Consolidado de presiones máximas y mínimas en la red año 2018**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

En la Figura 11 se observa que en el balance de presiones máximas el 84,5% de los nodos adyacentes a la tubería en diseño (PEAD) se encuentran en el rango óptimo de presiones establecidas en la norma de diseño de EPM, no se presentan presiones inferiores al rango óptimo en los nodos y el 15,5% de los nodos excede el límite de presión máxima permitida. Para el balance de presiones mínimas se observa que el 97,50% de las presiones se encuentran dentro del rango de presiones óptimas establecidas en la norma de diseño de EPM, no se evidencian presiones inferiores a los 20 mca y el 2,50% restante de los nodos presentan presiones superiores a los 60 mca.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.



**Figura 11. Mapa de isóbaras y Consolidado de presiones máximas y mínimas en la red año 2050**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

#### 7.4.3.3. Revisión del diseño por la interventoría

La interventoría realizó algunas observaciones en el entregable de diseño del contratista, se mencionan a continuación:

- Con relación al Anexo 1.5 “Memoria de Cálculo del Diseño Hidráulico de la Válvula Ventosa” en los diámetros de las válvulas, específicamente la válvula VV-402, ya que se selecciona un diámetro menor al calculado, como se muestra en la Tabla 9.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

**Tabla 9. Referencia de tabla de Memoria de Cálculo del Diseño Hidráulico de la Válvula Ventosa**

Valv	Material	RDE /PN/ Cédula	Diámetro nominal (mm)	Diámetro interno tubería (mm)	Espesor de tubería (mm)	Tipo de válvula	Diámetro de válvula ventosa (mm)	seleccionado (mm)
VV-402	PE	PN16	500	409.2	45.4	Tiple efecto	51.15	50
VV-404	PE	PN16	355	290.6	32.2	Tiple efecto	36.325	50
VV-406	PE	PN16	355	290.6	32.2	Tiple efecto	36.325	50
VM-300	PE	PN16	355	290.6	32.2	Tiple efecto	36.325	50
VV-102	PE	PN16	355	290.6	32.2	Tiple efecto	36.325	50
VV-200	PE	PN16	355	290.6	32.2	Tiple efecto	36.325	50

*Nota. Adaptado de SANEAR (2022)*

- Se le solicitó al Contratista que verificara que la cantidad de accesorios que se describe en el informe coincida con la tabla de “Despiece Accesorios” de los planos presentados, pues se presentan discrepancias tal como se presenta en el ítem de planos, lo que implicaría un valor errado de coeficiente de pérdidas menores.
- En cuanto a los hallazgos encontrados en las visitas preliminares. Sector 1, se le solicitó al Contratista ampliar las razones por las cuales se debe realizar cambio de costado, distancia disponible en el mismo costado, distancia al eje de la vía y acometidas que se deben alargar. También se solicitó aclarar la nota presentada para el Sector 1, pues el tramo proyectado en la Carrera 51 con Calle 86 no hace parte de este sector.
- Se le solicitó al Contratista una previa descripción de los subsectores 2-A y 2-B, adicionalmente se le solicitó aclarar si en todo el sector, a excepción del tramo de la Calle 91 entre la Carrera 50A y Carrera 50B, se tiene red existente de 75 mm en PVC y los customer están asociados a esta red.
- En el sector 3 se le solicitó al Contratista ampliar las razones por las cuales se realiza el cambio de costado, pues del otro costado no hay viviendas, por lo tanto, no se alargarían las acometidas.
- En cuanto al sector 4, se le solicitó al Contratista una previa descripción del subsector 4C.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

- Se le solicitó al Contratista una previa descripción de los subsectores, pues en la red de distribución se hace referencia a estos sin una previa descripción o figura donde se puedan identificar.
- En el ítem de permisos y licencias se menciona que no se debe tramitar el aprovechamiento forestal, sin embargo, de acuerdo la visita efectuada el 23 de septiembre del 2022 con el equipo transversal de Contratista e Interventoría, se definió realizar la reposición de los tramos de tubería de acueducto existente identificados con ipid 2643450 y 2643444 en acero. Para la reposición de estos tramos ubicadas en zona verde, se proyectan los tramos sobre el andén que une las CR 50BB y CR 50C, sin embargo, a un costado del andén se observaron individuos arbóreos. Se le solicitó al Contratista aclarar si para este tramo efectivamente no se requiere de aprovechamiento forestal.
- Se solicitó al Contratista corregir la Tabla “Proyecciones de acueducto circuito Piñuela suministrado por EPM el 09/04/2021”, ya que se presenta un error en la proyección de los “Clientes” para el año 2030 y 2040, en lugar de éstos, se tomaron los datos del 2031 y 2041 respectivamente. Se requiere que la información descrita sea unificada con el informe de diagnóstico ya que los años de proyección no coinciden con los años plasmados en el informe de diseño como se muestra en la figura 12.

Descripción	2018	2030	2040	2050
ANC	37%	34%	33%	32%
Cientes	22600	26135	28996	31206
Consumo total (L/s)	106,94	109,69	118,43	126,31
Dotación neta (m3/mes)	12,26	10,88	10,59	10,49
Suministro (L/s)	168,95	166,46	175,59	184,81

**Tabla 2. Proyecciones de acueducto circuito Piñuela suministrado por EPM el 09/04/2021**

CIRCUITO	Concepto	2018	2030	2031	2040	2041
PINUELA	Cientes	22.600	25.882	26.135	28.705	28.996
BATALLON	Cientes	11.013	13.510	13.732	16.412	16.794
CALDAS	Cientes	5.382	6.070	6.111	6.520	6.569
AYURA	Cientes	14.962	17.553	17.751	20.022	20.329

**Figura 12. Proyecciones de acueducto Circuito Piñuela**

*Nota. Adaptado de SANEAR (2022)*

- Se solicitó al Contratista especificar el estado las válvulas, y de la válvula mariposa existente que se va a reponer adjuntar el IPID asociado.
- En general la interventoría realizó observaciones a los planos, ya que, en algunos no se especificaba la dirección de algunos sectores, algunas convenciones no estaban nombradas correctamente, se le solicitó al contratista incluir los nichos adicionales en los planos,
- En el plano donde se especifica el detalle de protección de la tubería que no cumple con las profundidades establecidos, se le solicitó al contratista presentar el concepto del profesional estructural donde se garantice que el detalle presentado por el contratista está acorde a las necesidades teniendo en cuenta el tipo de vía, las cargas etc.
- De acuerdo con la Norma de Diseño de Acueducto de EPM, numeral 5.6.4. Instalación de las tuberías, debe analizarse en la red de distribución de agua potable para pendientes alrededor del 20% o mayores, las estructuras de apoyo y soporte que sean necesarias para impedir el movimiento de las tuberías. En el tramo N100-N144 se observan pendientes mayores a 20%, se le solicitó al Contratista indicar cuales son las estructuras de apoyo y soporte empleadas.

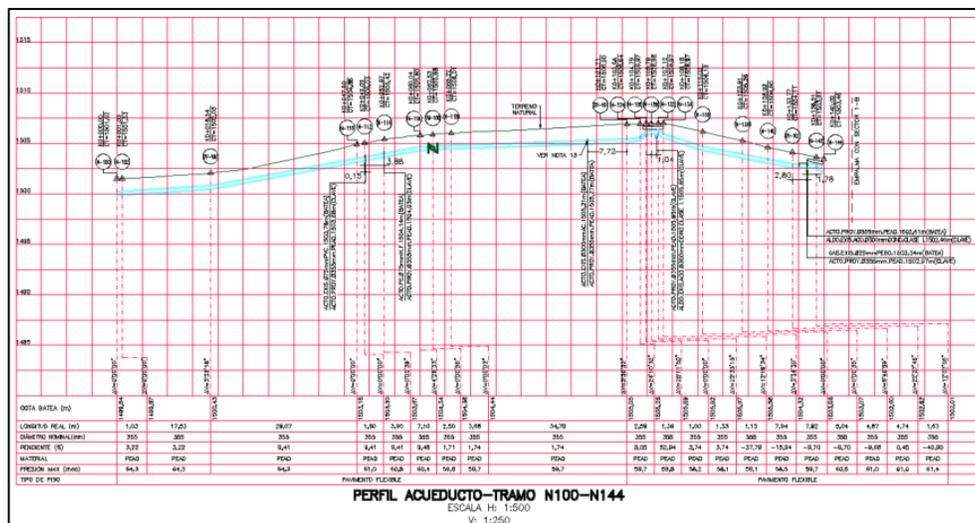


Figura 13. Observaciones a los planos.

Nota. Adaptado de SANEAR (2022)

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

42

- Se le solicitó al contratista indicar en el perfil a qué hace referencia el rectángulo que se presenta contiguo a la losa propuesta para el tramo entre la deflexión DV-102 (K0+135,08) y el nodo N-144 (K0+139,74).

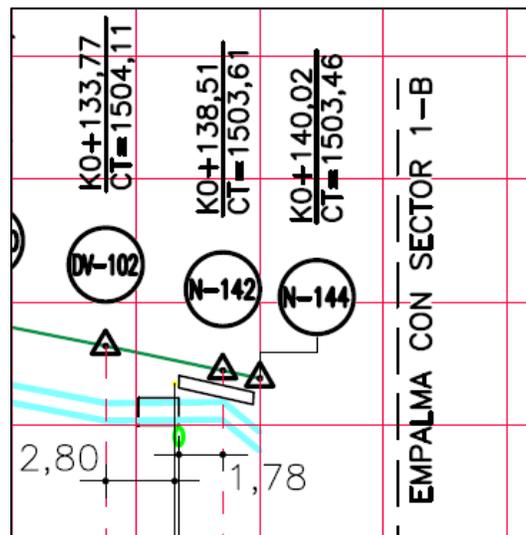


Figura 14. Observación de los planos (Perfil)

Nota. Tomado de SANEAR (2022)

El total de estas observaciones al diseño del circuito Piñuela, fueron enviadas al contratista el día 11 de noviembre del 2022 para ser atendidas, el contratista realizó las correcciones pertinentes y envió de nuevo el diseño en versión 2 el 14 de diciembre de 2022, esta versión fue revisada y enviada el día 20 de enero de 2023, nuevamente el contratista realizó la corrección y realizó envío de la versión 3 el día 16 de febrero de 2023, esta versión fue revisada y enviada el día 21 de marzo de 2023; una vez el contratista realice los ajustes solicitados, el área de diseño de la interventoría procederá, a emitir comunicado de aprobación.

En total el circuito de Piñuela contó con dos entregables de diagnóstico, dos de alternativas y tres de diseño, así mismo, la interventoría ejecutó la revisión de las primeras versiones de cada uno de estos entregables. Al finalizar el periodo de práctica, este proyecto se encuentra aprobado en cuanto

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

al diagnóstico y alternativas en sus segundas versiones y en ajustes por parte del contratista en cuanto al diseño en su tercera versión. Lo anterior se puede ver de manera resumida en la Tabla 10.

**Tabla 10. Tiempos de entrega y de revisión circuito Piñuela**

Proyecto	Versión	Entrega	Revisión	Aprobación
Diagnóstico Circuito Piñuela	1	01/08/2022	23/10/2022	Devuelto
Diagnóstico Circuito Piñuela	2	15/11/2022	22/11/2022	25/11/2022
Alternativas Circuito Piñuela	1	29/08/2022	23/10/2022	Devuelto
Alternativas Circuito Piñuela	2	15/11/2022	22/11/2022	25/11/2022
Diseño Circuito Santo Piñuela	1	10/11/2022	25/11/2022	Devuelto
Diseño Circuito Santo Piñuela	2	14/12/2022	20/01/2023	Devuelto
Diseño Circuito Santo Piñuela	3	16/02/2023	21/03/2023	Devuelto

## 7.5. Proyecto de alcantarillado GPZN-1162

Este proyecto de alcantarillado contó con un entregable correspondiente a la etapa de diseño. el requerimiento consiste en realizar cambio de alineamiento de las redes de alcantarillado en la CL 93 22B 39, dado que se construyeron viviendas sobre ellas, además se presentan problemas de obstrucción en las tuberías.

### 7.5.1. Información preliminar y características del área de estudio.

En atención a dicha solicitud, el 13 de septiembre de 2022, la interventoría Aguas Nacionales y Sanear S.A, realizan una visita al lugar. En esta visita se localizan las cámaras de inspección con IPID 6334295 y 6334288. No fue posible identificar la cámara 6334294 puesto que se encuentra debajo de una vivienda. Se observó que, en la terraza de una de las viviendas, la dueña de la casa construyó una caja de recolección de aguas residuales, con el fin de desviar

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

44

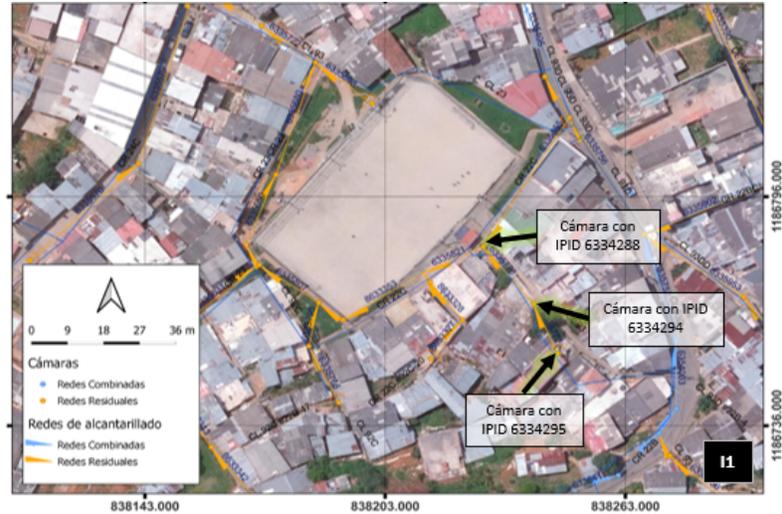
un tramo de la red, puesto que se había visto afectada por episodios de inundación de agua residual. (SANEAR, 2022). Lo anterior se puede evidencia en la Figura 15.



**Figura 15. Ubicación de las cámaras de inspección.**

Nota. Tomado de SANEAR (2022)

La ubicación de proyecto se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 16. Alineamiento red de alcantarillado GPZN-1162**

Nota. Tomado de SANEAR (2022)

En la visita preliminar se encontró:

- 1- Se observa que, en la terraza de una de las viviendas, la dueña de la casa construyó una caja de recolección de aguas residuales, con el fin de desviar un tramo de la red, puesto que se había visto afectada por episodios de inundación de agua residual.
- 2- El alineamiento de tubería y la ubicación de las cámaras de inspección concuerdan con el modelo de redes de EPM, sin embargo, en el geoportal se observa un elemento especial con IPID 8633355 que no fue posible observar en campo.
- 3- Se observan en campo conexión de sumideros a la red de alcantarillado existente, por lo que se asume que el alcantarillado es combinado.
- 4- No es posible identificar la cámara 6334294 puesto que se encuentra debajo de una vivienda.

**Diagnóstico:** Como parte de la etapa de diagnóstico, se realizan por parte del contratista los levantamientos de las cámaras de inspección de aguas residuales con IPID 6334295, 6334288 correspondientes al requerimiento, para una longitud aproximada de 36m. Por otro

lado, se inspeccionan las cámaras con IPID 6334303, 6334307, 6334309 que corresponden a cámaras de revisión de capacidad hidráulica, para un total de 49m.

En los trabajos preliminares de investigación de la red se encontró que, el alineamiento de los tramos entre las cámaras con IPID 6334295-6334294-6334888 no coincide con el modelo de redes de EPM.

De acuerdo con la información de la comunidad, por obstrucción de la red, se implementaron dos cajas de inspección (R1 y R2) las cuales interceptan las tuberías con IPID 6335772 y 6335778. La caja R1 desvía la tubería por debajo de la cuneta, para después conectar de nuevo a la caja R2 y continuar con el alineamiento actual de la red.

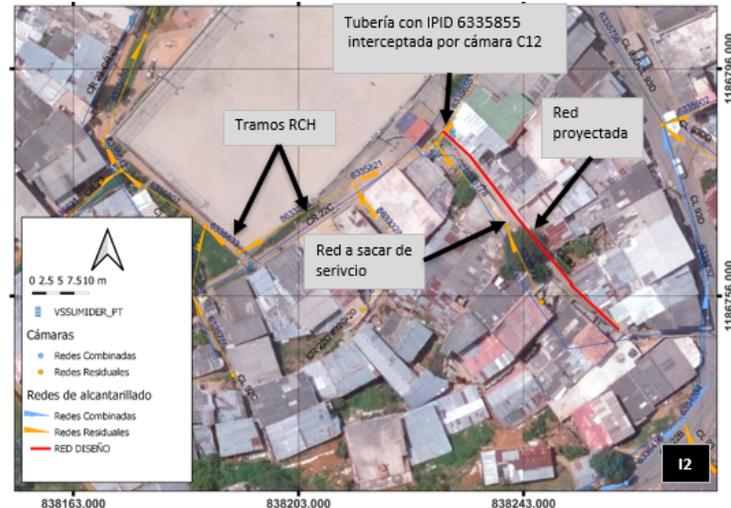
Es importante mencionar que en la investigación realizada se observó en campo la conexión de sumideros a la red de aguas residuales existente, además de un cárcamo ubicado cerca de la cámara con IPID 6334295, en donde realiza la descarga de las aguas lluvias.

Por lo anterior, se planteó el diseño como combinado, pero conservando la convención de residual, a su vez, los diámetros a utilizar serán los planteados por la normativa para la red de aguas residuales.

**Alternativas:** No se realizó análisis de alternativas para implementar otro tipo de intervención diferente a zanja abierta como método constructivo, debido a las condiciones particulares de la zona de intervención del proyecto, este se encuentra ubicado en andén con escalas.

#### **7.5.2. Elementos del diseño**

Los componentes que se incluyen en diseño son, seis tramos de alcantarillado combinado, que se presentan en la siguiente figura.



**Figura 17. Ubicación de los elementos en diseño.**

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

### **7.5.3. Alcantarillado residual**

Del análisis realizado en la fase de investigación, y de acuerdo con el requerimiento, es necesario realizar el cambio de alineamiento de la red de alcantarillado con IPID 6334295 - 6334294 - 6334288. Se cambia el alineamiento de la red y se proyectan las redes por el andén.

Las redes diseñadas para trabajar a gravedad comprenden los tramos C1-C2-C4-C6-C8-C10-C12, todos los tramos se encuentran ubicados en andén con escalas, con tubería PVC-S8 de diámetro interno Ø182 mm y una longitud entre bordes de cámara de 7.30m, 7.49m, 12.29m, 5.80m, 0.59m respectivamente. En cuanto a estructuras, se proyectan siete cajas de inspección tipo 2 (C1, C2, C4, C6, C8, C10 y C12) La caja proyectada C12 intercepta la tubería con IPID 6335855. (SANEAR, 2022).

### **7.5.4. Resumen de elementos diseñados**

Dentro de los elementos diseñados se encuentra la red de alcantarillado residual, las estructuras que componen la red, los accesorios para la conexión de las domiciliarias y los sumideros tal como se muestra a continuación

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

**Tabla 11. Elementos diseñados de la red de alcantarillado residual**

Componente	Material	Diámetro	IPID	Longitud real entre bordes internos (m)	Observaciones o consideraciones
Red secundaria combinada	PVC-S8	182mm	C1-C2, C2-C4, C4-C6, C6-C8, C8-C10-C10-C12	38,38	Compuesta por 6 tramos ubicados sobre andén con escalas.

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

En la siguiente tabla se muestra la longitud entre ejes de cámaras.

**Tabla 12. Longitud entre ejes de cámaras**

Componente	Material	Diámetro	Longitud entre ejes (m)
Red secundaria combinada	PVC-S8	182 mm	45,58
Total Red secundaria	-	-	45,58

*Nota. Tomado de SANEAR (2022)*

#### 7.5.4.1. Revisión del diseño por la interventoría

- La interventoría le solicitó al contratista presentar esquema donde se pueda visualizar cómo está la conexión actualmente ya que el contratista mencionó que el alineamiento de los tramos entre las cámaras con IPID 6334295-6334294-6334888 no coincide con el modelo de redes de EPM.
- La interventoría le solicitó al contratista ampliar la descripción y justificación sobre las alternativas, ya que el contratista manifiesta que (...) No se realizó análisis de alternativas para implementar otro tipo de intervención diferente a zanja abierta como método constructivo, debido a las condiciones particulares de la zona de intervención del proyecto, este se encuentra ubicado en andén con escalas. (SANEAR, 2022).
- En cuanto a la Figura 17 la interventoría le manifiesta al contratista algunas inquietudes: (...) Con la proyección de C1 en este sitio estaría recolectando entonces todas las aguas residuales generadas en el callejón y que drenan

---

actualmente al MH 6334295 cuál es la razón para extender el alcantarillado hasta este punto? ¿porque no se extiende más? ¿Porque no se partió desde el punto el MH en mención? es necesario justificar este tema o tramo, por ello es importante que se presente un buen diagnóstico con sus respectivas imágenes y demás de forma que se logre comprender las decisiones del diseñador, y plasmar o dejar claro los argumentos que se consideraron

- La interventoría le manifiesta al contratista que, para asegurar la capacidad hidráulica de la red, y en vista de que todo el alcantarillado en la zona es de tipo residual, y como el caudal residual es tan pequeño (1,5L/s) comparado con el que se generaría si se trabaja combinado (aprox 100L/s); lo que se va a explicar y a trabajar en la hoja de cálculo sería con un factor de seguridad de manera que se proyecte con el caudal máximo que es capaz de transportar la red sin afectar los tramos de empalme; ya que se observa que el tramo C10-C12 al simularlo presenta insuficiencia, al igual que los tramos aguas abajo de C12, por ello se solicita que se trabaje con un porcentaje de seguridad de manera que la red proyectada cumpla, y se aclara que se consideró X% debido a que es la capacidad que tendría la red diseñada por las conexiones erradas que se evidenciaron y se prevé que se sumen.

El contratista realizó la entrega del diseño del proyecto de alcantarillado GPZN-1162 el día 29 de noviembre del 2022, el total de las observaciones de este diseño, fueron enviadas al contratista el día 17 de febrero de 2023 para ser atendidas, el contratista realizó las correcciones pertinentes y envió de nuevo el diseño en versión 2 el 03 de marzo de 2023, el cual fue revisado por la interventoría y enviado el día 09 de marzo de 2023 al contratista con observaciones, a la fecha de elaboración de este informe el área de diseño de la interventoría se encuentra a la espera de los ajustes finales para proceder con una tercera revisión y en caso de encontrar el producto conforme a lo establecido en la normatividad vigente, se emitirá comunicado de aprobación. Al finalizar el periodo de práctica, este proyecto se encuentra en ajustes por parte del contratista.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

Lo anterior se puede ver de manera resumida en la Tabla 13

**Tabla 13. Tiempos de entrega y de revisión GPZN-1162**

Proyecto	Versión	Entrega	Revisión	Aprobación
Diseño GPZN-1162	1	29/11/2022	17/02/2023	Devuelto
Diseño GPZN-1162	2	03/03/2023	09/03/2023	Devuelto

## **8. Conclusiones**

- Se realizó la elaboración de informes semanales y mensuales y las solicitudes realizadas por EPM y los contratistas para darle cumplimiento a los objetivos del proyecto realizando apoyo en la consolidación y actualización de información para realizar control documental del proyecto, garantizando lo establecido en el plan de calidad del proyecto; también se llevó a cabo análisis y seguimiento de las actividades realizadas por el contratista según el plan de trabajo propuesto por EPM en las etapas de diagnóstico alternativas y diseño.
- Se contribuyó en la revisión de los entregables de diseño del contratista, particularmente las memorias de cálculo, los informes y los planos de diseño, sus diferencias, errores y omisiones respecto a los lineamientos de las normas de diseño de EPM de 2009 y la resolución 0330 de 2017, generando observaciones para la corrección por parte del contratista además se realizó control al plan de calidad de la interventoría, específicamente con lo relacionado al área de diseño, actualizando bitácoras y cuadro de relación de planos aprobados, así como la debida organización de la información.

Revisión y acompañamiento en las etapas de diagnóstico, alternativas y diseño de red de acueducto en la comuna 4 municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio María Cano-Carambolas del municipio Medellín.

52

---

## 9. Referencias

- Calderón Ospina, M. F. (2022). Revisión y seguimiento al diagnóstico, diseño y reposición de redes de acueducto en asbesto cemento del circuito Altavista Sur y un proyecto menor de alcantarillado de la zona noroccidental de Medellín. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Castaño García, J. P. (2022). Revisión y seguimiento al diagnóstico, alternativas y diseño de redes de acueducto en la comuna 1, municipio de Medellín y red de alcantarillado en el barrio Obrero, municipio de Bello. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Empresas Públicas de Medellín. (s.f.). Anexo Técnico diagnóstico, diseño, construcción y reposición de redes de acueducto y de alcantarillado y obras accesorias, donde EPM presta sus servicios. Medellín.
- SANEAR. (2022). INFORME DE DIAGNÓSTICO DE ACUEDUCTO CIRCUITO PIÑUELA. Medellín.
- SANEAR. (2022). INFORME DE ALTERNATIVAS DE ACUEDUCTO CIRCUITO PIÑUELA. Medellín.
- SANEAR. (2022). INFORME DE DISEÑO DE ACUEDUCTO CIRCUITO PIÑUELA. Medellín.
- SANEAR. (2022). INFORME TÉCNICO DE DISEÑO ALCANTARILLADO GPZN-1162. Medellín.