



Implementación de sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso. Caso de estudio quebrada el Pomal, Bello, Antioquia

Carolina Henao García

Estefanía Rúa Zuluaga

**Trabajo de monografía como requisito para optar al título de
Especialista en Manejo y Gestión del Agua**

Asesor

Diego Alejandro Chalarca Rodríguez

Ing. Sanitario, Magíster en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Especialización en Manejo y Gestión del Agua

Medellín, Antioquia

Noviembre, 2022

Cita	(Henao García & Rúa Zuluaga, 2022)
Referencia	Henao García, C., & Rúa Zuluaga, E. (2022). <i>Implementación de sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso. Caso de estudio quebrada el Pomal, Bello, Antioquia, 2022</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Manejo y Gestión del Agua, Cohorte XI.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loiza.

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.

Resumen

El agua ha representado siempre un elemento fundamental en la historia de la humanidad, no solamente por ser fuente de vida y un recurso que sostiene el hábitat y el medio ambiente, sino como causa de riesgo y vulnerabilidad. Considerando la evacuación de las aguas residuales domésticas generadas como necesidad de primera mano, es menester contar con infraestructura capaz de recolectar las aguas servidas y transportarlas hacia un sitio de tratamiento para posteriormente descargar el agua tratada a las fuentes hídricas para continuar con el ciclo de agua, sin embargo estas acciones se ven empañadas por la escasez de infraestructura, capacidad socioeconómica, asentamientos informales, la poca planificación territorial de los municipios en general, aportes financieros y las limitaciones topográficas en zonas de difícil acceso que dificultan la implementación de sistemas de saneamiento, generando así la obligación de descargar las aguas servidas a fuentes hídricas sin un previo tratamiento, afectando directamente la calidad del agua y las diferentes formas de vida.

El presente trabajo realiza un análisis de aquellos factores que afectan la calidad de agua de la quebrada El Pomal, ubicada en el municipio de Bello, Antioquia catalogado como de difícil gestión, refiriendo la participación de las entidades competentes territoriales para abordar dicha problemática, así como las normas de diseño y prestación de servicios públicos vigentes en términos locales y nacionales para evaluar la implementación de alcantarillados no convencionales y sus actuales desafíos.

Palabras clave: Alcantarillado no convencional, calidad de agua, perímetro de saneamiento, asentamiento informal, vertimientos de aguas residuales.

Tabla de contenido

1	Introducción	8
2	Objetivos	9
2.1	Objetivo general.....	9
2.2	Objetivos específicos	9
3	Metodología	9
4	Marco teórico	11
4.1	Descripción y localización zona de estudio	13
5	Caracterización de zona de estudio	16
5.1	Usos generales del suelo	16
5.2	Zonas de amenaza	17
5.3	Zonas de riesgo	19
5.4	Tratamiento urbanístico	20
5.5	Sistema de saneamiento básico actual en la zona de estudio.....	22
5.6	Asentamientos sobre margen de la quebrada el pomal.....	24
6	Herramientas de planificación.....	27
7	Desafíos de la implementación del sistema de alcantarillado no convencional 35	
8	Conclusiones	43
9	Referencias bibliográficas	45
10	Anexos.....	50

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Información de las descargas de aguas combinadas que vierten a la quebrada El Pomal</i>	24
Tabla 2 <i>Objetivos de Calidad del Agua del río Aburrá-Medellín tramo 5</i>	31
Tabla 3 <i>Análisis comparativo entre alcantarillados no convencionales y alcantarillados convencionales</i>	41

Lista de figuras

Figura 1 <i>Localización general de la quebrada El Pomal, municipio de Bello, Antioquia</i>	15
Figura 2 <i>Clasificación de los usos del suelo en el caso de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello.</i>	17
Figura 3 <i>Clasificación de amenazas en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello</i>	18
Figura 4 <i>Clasificación de riesgos en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello</i>	19
Figura 5 <i>Clasificación de tratamiento urbanístico en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello</i>	21
Figura 6 <i>Esquema redes de alcantarillado en operación – sitio de interés</i>	23
Figura 7 <i>Densidad demográfica año 2005</i>	26
Figura 8 <i>Densidad demográfica año 2021</i>	26
Figura 9 <i>Alcantarillados no convencionales</i>	36
Figura 10 <i>Estado de sistemas no convencionales sobre la quebrada El Pomal</i>	38
Figura 11 <i>Estado real operativo y/o constructivo de las redes de alcantarillado convencional de la zona de estudio</i>	39

Lista de anexos

Anexo 1. Acta de reunión funcionario AMVA	50
Anexo 2. Acta de entrega de alcantarillado del Área Metropolitana a municipio de Bello	52
Anexo 3. Red de monitoreo ambiental del agua superficial en el Valle de Aburrá	54
Anexo 4. Comparación de resultados campaña de monitoreo del 19 de febrero de 2020 con los objetivos de calidad del río Aburrá-Medellín Resolución Metropolitana 2016 de 2012 largo plazo 2017-2022	55

1 Introducción

La cobertura de acueducto y saneamiento básico en Colombia es un tema de interés nacional, ya que actualmente, el porcentaje de cobertura para el acueducto es del 86,4% y para el alcantarillado 76,6% según valores presentados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2018; En la actualidad, el gobierno nacional en conjunto del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, así como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo, en colaboración con las autoridades ambientales regionales y las empresas prestadoras de servicio tienen el objetivo de lograr que las personas que habitan en zonas dispersas o de difícil acceso tengan agua apta para el consumo humano, al igual que la posibilidad de contar con saneamiento básico, que permita mejorar la calidad de vida de los colombianos y evitar la contaminación de fuentes hídricas por los vertimientos no controlados de zonas de asentamientos poblacionales por la ausencia de la infraestructura de saneamiento.

No muy lejano a la realidad, en el municipio de Bello, al norte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se identifican asentamientos humanos en sitios de difícil acceso que no cuentan con un sistema de alcantarillado acorde que permita la evacuación y el posterior tratamiento de las aguas residuales, generadas por las viviendas asentadas sobre las márgenes puntualmente de la quebrada El Pomal, que se ubica espacialmente sobre el barrio La Camila. Además de las problemáticas asociadas a la calidad del recurso hídrico sobre esta zona, también se identifica las actuales condiciones de complejos sistemas de alcantarillado no convencional ya construidos, que hace particularmente objeto de estudio de monografía.

En esta propuesta se plantea identificar la afectación a la calidad del agua de la Quebrada El Pomal debido a la contaminación de los vertimientos no controlados de aguas residuales de las viviendas aledañas a la fuente hídrica que a su vez son ocasionados por la escasez de la infraestructura necesaria que permita la conexión de los usuarios a los sistemas de saneamiento convencionales y posteriormente las descargas puntuales de sistemas de alcantarillado convencional que actualmente operan en la zona de estudio, evaluando de esta manera los desafíos del sistema de alcantarillado no convencional en la actualidad del barrio La Camila como método de saneamiento en sitios de difícil acceso, así como la participación y desarrollo de diversas herramientas de planificación

que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) como autoridad ambiental y las Empresas Públicas de Medellín (EPM) como prestador del servicio adelantan para mejorar el sistema de saneamiento.

Este estudio busca además exponer una de las situaciones más comunes que impactan de forma directa la calidad del recurso hídrico en los cuerpos de aguas de la ciudad y que trasciende a una problemática de fondo socioeconómico.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar la implementación de los sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso y que carecen de infraestructura de saneamiento básico.

2.2 Objetivos específicos

Identificar los diversos factores que alteran de forma directa e indirecta la calidad del agua de la fuente hídrica El Pomal.

Analizar las herramientas de planificación de las entidades competentes para la implementación de los sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso.

Evaluar los desafíos de la implementación del sistema de alcantarillado no convencional en la actualidad como método de saneamiento en sitios de difícil acceso.

3 Metodología

Para el desarrollo de la monografía, se planteó una metodología basada en 3 etapas orientadas a la ejecución de los objetivos específicos propuestos.

Inicialmente para identificar los diversos factores que alteran de forma directa e indirecta la calidad del agua de la fuente hídrica, se tomó como línea base la caracterización de la zona de estudio a través de los perímetros de saneamiento y redes de alcantarillado existentes que figuran en el Sistema de Información Geográfica para Medellín y sus Alrededores (SIGMA) de EPM. Esta herramienta contiene la información georreferenciada de las redes de acueducto y alcantarillado que opera EPM, la cual

permitió identificar las descargas directas de los sistemas de alcantarillado convencional y no convencional sobre la quebrada El Pomal; al identificar estos aportes de aguas residuales y/o combinadas pertenecientes a la empresa prestadora de servicios públicos permite conocer de fondo los aportes de vertimientos de aguas domésticas y la estructura perimetral del actual estado de saneamiento del área de interés.

Como parte del reconocimiento de la zona se emplearon imágenes satelitales procedentes de Google Earth® y Google Maps, aplicaciones digitales que ofrecen imágenes de mapas desplazables de lugares específicos, así como fotografías por satélite entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle con Google Street View, lo cual fueron claves para establecer un análisis de las características del área de estudio.

Para evaluar los asentamientos se realizó un levantamiento de información histórica de los asentamientos que consistió en la búsqueda de aerofotos que permitan una interpretación del territorio de la quebrada El Pomal en épocas anteriores donde se posibilite visualizar a través de un cuadro comparativo el cambio de densidad poblacional que ha tenido con respecto al tiempo actual basados en imágenes satelitales extraídas del sistema de información geográfica Google Earth®. El periodo comprendido se registra entre el análisis del 2005 y 2021 ya que fue el periodo que permitió identificar a detalle un cambio significativo en la dinámica poblacional.

La segunda etapa consistió en la investigación de la implementación de herramientas de planificación como proyectos, intereses y acciones de mejora que actualmente los entes reguladores, tales como el AMVA, así como EPM y Alcaldía municipal de Bello tienen contemplado en sus planes de desarrollo para mejorar la actual problemática de cobertura y saneamiento básico del área de estudio o zonas de influencia, que permitió caracterizar en el contexto local los esfuerzos, alcances y participación de las anteriores instituciones competentes relacionadas. Dicho análisis se logró construir a través de la información disponible y obtenida en los portales oficiales de las entidades anteriormente mencionadas, entrevistas a funcionarios, como también noticias locales que aplican al área de estudio.

Para finalizar, la tercera etapa con el cual se busca aportar al desarrollo del tercer objetivo, los esfuerzos se centraron en los desafíos de la implementación de los sistemas de saneamiento no convencionales en zonas catalogadas de difícil gestión de acuerdo a

su topografía y a su clasificación de suelos y de tratamientos urbanísticos definidos por el plan de ordenamiento territorial del municipio de Bello, lo anterior se abordó por medio de la revisión bibliográfica de la norma de construcción de EPM NS-AS-IL02-26 - Sistemas de alcantarillado no convencionales, publicada en el año 2019; adicional, por medio de las bases de datos SIGMA identificadas por el geoportal de EPM en la zona de estudio, se realizó un análisis operacional de las redes existentes y futuras para evaluar si esta infraestructura es considerada suficiente de acuerdo a las problemáticas encontradas en la zona de interés y la normatividad vigente, y a partir de allí se procedió a realizar un análisis comparativo entre los sistemas de alcantarillado convencional y no convencional, enfocado en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que habitan sitios de difícil acceso.

4 Marco teórico

A nivel mundial miles de millones de personas no tienen acceso a servicios adecuados de saneamiento, lo cual constituye la principal causa de contaminación del agua y de las enfermedades relacionadas con el agua (OMS, 2000). Así mismo frente a lo complejo de las grandes ciudades, en países como Estados Unidos, país muy avanzado en el manejo de las aguas residuales, solo el 25% de la población localizada en asentamientos dispersos, cuentan con sistema de alcantarillado, así como sencillos sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas para evitar las descargas puntuales de las aguas servidas a cuerpos de agua o al suelo (EPM, 1988); es decir que el porcentaje restante (75%), vierte las aguas negras producidas por los asentamientos poblacionales a las fuentes hídricas sin un tratamiento adecuado, lo cual genera que se introduzcan contaminantes a los cuerpos de agua de forma incontrolada. Para el caso de Colombia, el tema de los vertimientos de aguas residuales a fuentes de agua, es aún más crítica que la mencionada con anterioridad, ya que para el año 2022, el porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas en Colombia es aproximadamente de 54,30% según el programa de saneamiento de vertimientos - SAVER, del Ministerio, Vivienda, Ciudad y territorio; pero es importante resaltar que el programa solo está orientado a los municipios que hacen parte de las 10 cuencas críticas de la nación, y que se identificaron en el año 2006, lo que supone que para las zonas rurales, la recolección y el sistema de tratamiento las aguas residuales es mínimo (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

A pesar de que la Constitución Política de Colombia de 1991 establece como uno de los fines principales del Estado la solución de las necesidades básicas insatisfechas, la prestación de servicios de saneamiento, no corresponde a la prioridad y necesidad de todos los centros poblados. De acuerdo con el DNP en la Procuraduría General de la Nación en tres de cada cuatro municipios colombianos la cobertura de alcantarillado es inferior al 50%, solo el 8% de los municipios poseen una cobertura superior al 75% (Procuraduría General de la Nación, 2005).

Esto sin mencionar que en el último informe anual del estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2020 - 2021, el 16% de los municipios del país (181) presentan coberturas inferiores o iguales al 15%, el 20% de los municipios (223) presentaron coberturas entre el 15% y el 30%, 7% de los municipios (81) presenta una cobertura de alcantarillado superior al 90% y 50 municipios no reportaron información. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2021, p. 20)

Mostrando una grave problemática de saneamiento, manejo de vertimientos y calidad de agua de fuentes hídricas.

Para comprender el nivel de complejidad y la incidencia de los factores que alteran de forma directa o indirecta la calidad del agua de las fuentes hídricas, es necesario profundizar en cada uno de ellos para identificar las causas e implicaciones. Entre los factores que inciden en la alteración de la calidad del agua en la zona de estudio se encuentra los asentamientos humanos sobre las zonas de retiro que son consideradas como las fajas laterales de terreno a ambos lados de las corrientes, paralelas a las líneas de máxima inundación a los bordes del canal natural o artificial y tienen la función de conservar el recurso hídrico y de proteger la zona de inundaciones y desbordamientos, por lo que los asentamientos que se ubican en esta zona, están en constante riesgo y/o amenaza de que un evento climático se materialice y ocurra una catástrofe (POT 2009). Adicionalmente, la cobertura actual de saneamiento que opera de forma irregular, contribuye a la contaminación hídrica por vertimientos directos e indirectos debido a la escasez de redes de saneamiento, y la complejidad entre la implementación de los sistemas de alcantarillado no convencionales ya construidos y la actual norma para su diseño, construcción y operación.

Como aspectos claves, en la planificación del territorio se debe identificar además el tratamiento urbanístico definido en el POT, ya que a partir de este se plantea la transformación del suelo municipal, teniendo en cuenta desarrollo económico y el ordenamiento general del municipio de Bello y la interacción futura entre los planteamientos urbanísticos y el sistema de saneamiento básico de la zona, ya que el ordenamiento de la ciudad así como la expansión y modernización del sistema de recolección de aguas residuales tienen un lazo estrecho entre sí, lo que permite que se potencialice el desarrollo y crecimiento de la ciudad.

Los sistemas alcantarillados no convencionales objeto de este estudio, de acuerdo a la norma de construcción NC-AS-IL02-26 de EPM, son sistemas de saneamiento utilizados en zonas cuyas características de espacio limitado y restricciones topográficas impiden la implementación de redes de alcantarillado convencional. En zonas con restricciones y sujetas a la aplicación de esquemas diferenciales se debe aplicar lo establecido en el decreto 1272 del 28 de julio de 2017 y que para su viabilización sean incluidas en el POT como zonas de difícil gestión. (EPM; Centros de Excelencia Técnica; Unidad CET Normalización y Laboratorios, 2019, p. 6)

Para adoptar los sistemas no convencionales se debe justificar con argumentos técnicos como primera medida, con argumentos socioeconómicos, socioculturales, financieros, institucionales y de desarrollo urbano, como segunda medida. Estos sistemas pueden ser considerados como alternativas factibles cuando los alcantarillados convencionales no lo son desde el punto de vista socioeconómico y financiero, pero requieren mucha mayor definición y control de las contribuciones de aguas residuales dada su mayor rigidez en cuanto a posibilidades de prestación de servicio a usuarios no previstos o a variaciones en las densidades de ocupación (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

4.1 Descripción y localización zona de estudio

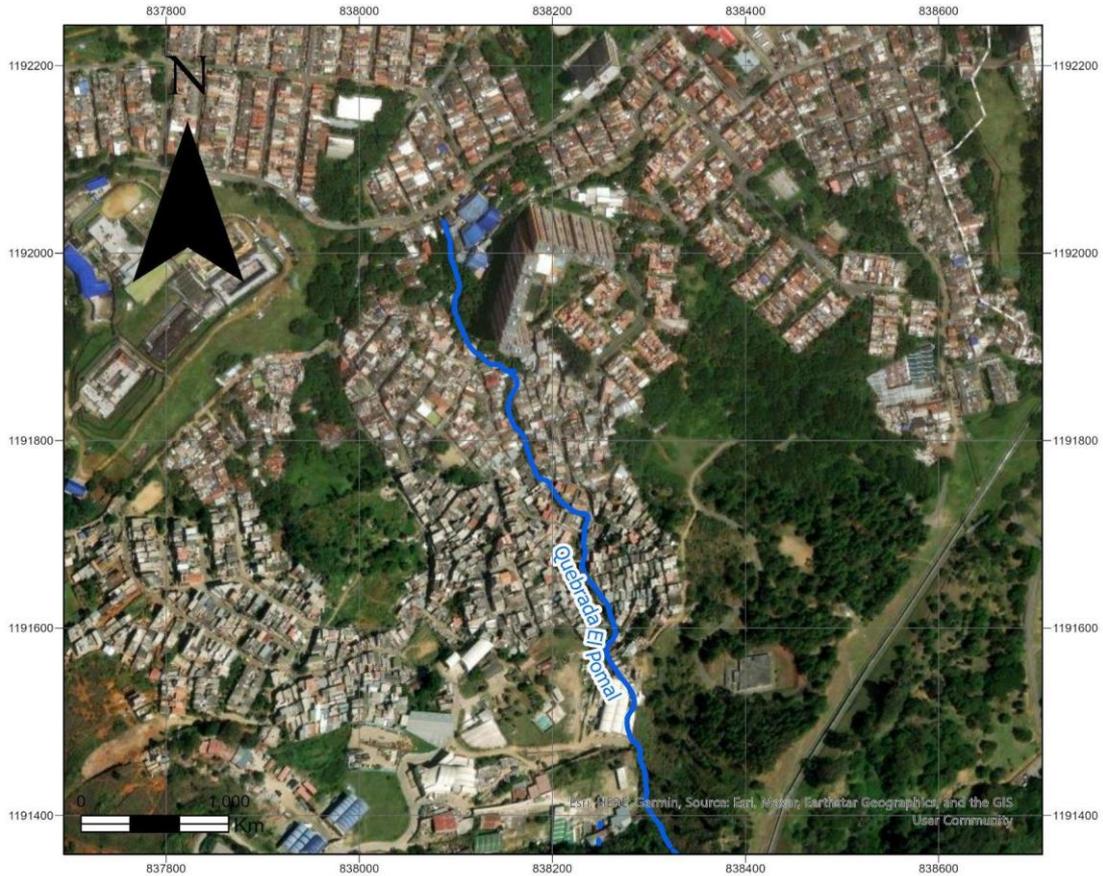
La zona de estudio, denominada quebrada El Pomal está ubicada en el Municipio de Bello, en el departamento de Antioquia, que en su recorrido por el casco urbano recorre los barrios La Camila y Machado. Desde su nacimiento hasta la vía que conduce a Copacabana, fluye en canal abierto de 852 metros para finalizar su desembocadura al Río

Medellín; sin embargo, el área de interés se centra en la zona de cielo abierto como se puede observar en la Figura 2, localización general de la quebrada El Pomal.

De acuerdo al inventario de las principales quebradas ubicadas en la jurisdicción del municipio de Bello (69), la quebrada el Pomal no cuenta con registros e información de valor para describir sus características morfométricas e hidrológicas, no obstante, pertenece a la subcuenca Rodas que tiene un área total de 5,9 km² y un caudal medio de 0,13 m³/año (CORANTIOQUIA & CORNARE, 2016). Desde una apreciación social, sobre los costados de la quebrada se encuentran tiendas de economía informal y asentamientos humanos pertenecientes a un estrato socioeconómico 1 y 2, predominando el 1, no todas las viviendas cuentan con servicios públicos de acueducto, pues desde la Diagonal 42CC # 35E-36 hasta la Diagonal 42 D # 36A-40 el acueducto es de manantiales, administrado por la junta de acción comunal. Solo 156 viviendas están construidas en material, el resto son rancho, lo que indica que son catalogadas como subnormales, con una calidad de vida baja, 147 viviendas tienen compraventa, el resto no tiene documentos, por tal razón se consideran como invasores y poseedores (Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA, 2009).

Figura 1

Localización general de la quebrada El Pomal, municipio de Bello, Antioquia



Localización Quebrada El Pomal	
Convenciones Específicas	
	Quebrada El Pomal
Referencia Espacial	
Nombre: MAGNA Colombia Bogota	
PCS: MAGNA Colombia Bogota	
GCS: GCS MAGNA	
Datum: MAGNA	
Proyección: Transverse Mercator	
Unidades Mapa: Metros	
Escala: 1:5,000	



5 Caracterización de zona de estudio

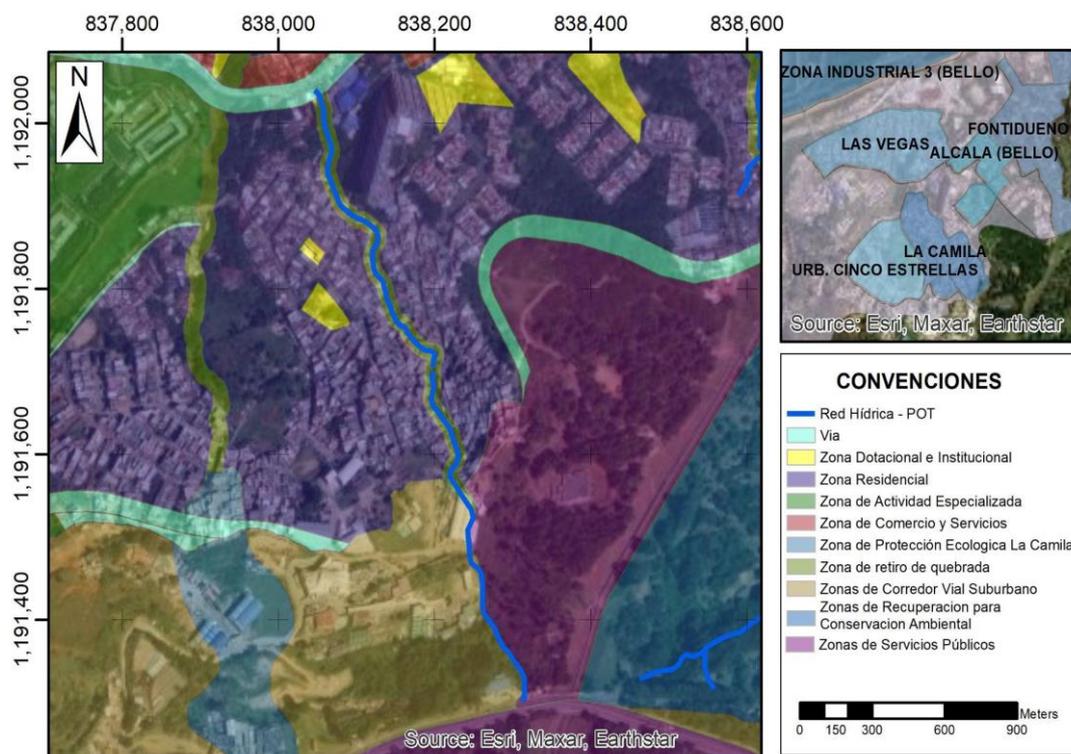
5.1 Usos generales del suelo

Los usos del suelo y la localización de actividades tanto económicas, como residenciales se definen a partir de los siguientes criterios: para las actividades y procesos económicos, para las actividades residenciales y de las categorías. Las categorías generales de uso aplicable son: residencial, comercial, servicios, industrial, dotacional e institucional y actividades especializadas (Artículo 218. Acuerdo 033, POT de Bello). De lo anterior se tiene que para las actividades y procesos económicos se consideran los procesos de transformación y los cambios económicos de la zona, tanto local como regional, a partir de esta clasificación se proponen actividades de desarrollo económico de tal manera que se consolide un modelo de ordenamiento apto.

Para conocer a detalle la clasificación de los usos del suelo del caso de estudio, se utiliza la geodatabase (GDB) del POT del Municipio de Bello por medio del programa ArcGIS®, para identificar las características del área de interés. A continuación, en la Figura 2 se presenta la clasificación de los usos del suelo de acuerdo al POT de Bello, en esta se puede identificar las vías de acceso del barrio La Camila en color cian, las áreas institucionales y públicas se representan con un color amarillo, allí se ubica una placa polideportiva pública y una institución educativa, la zona residencial se simboliza con el color morado, esta es la más predominante en la zona de estudio; en verde oscuro se identifica la zona de actividad especializada y está asociada a la cárcel Bellavista; en color rojo se identifica la zona de comercio, en color azul claro se pueden observar las zonas destinadas a la protección ecológica La Camila, en color verde claro se identifican las zonas de retiro correspondientes a la quebrada el pomal, por medio del color marrón claro se simboliza los corredores viales suburbanos por la cercanía a la autopista Medellín - Bogotá, el color azul oscuro representa las zonas de recuperación para la conservación ambiental y para finalizar, en color rosado se identifican las zonas para construcción y/o operación de estructuras de servicios públicos, que para el área de estudio corresponde al tanque de almacenamiento de agua potable del circuito Machado, que hace parte del sistema de abastecimiento de agua del municipio operado por EPM.

Figura 2

Clasificación de los usos del suelo en el caso de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello.



Como se observa en la Figura 2, se identifica que en las zonas de retiro se evidencia desarrollos de vivienda de baja altura debido a que en un principio se catalogaron como invasiones, las cuales se encuentran localizadas en los sectores de barrios y comunas más alejados de los principales ejes de movilidad vial y de transporte (Artículo 221. Acuerdo 033 de 2009, Municipio de Bello); pero al analizar el tipo de vivienda construida en las zonas de retiro de la quebrada por medio de la herramienta Google Earth®, se puede evidenciar que estas casas cuentan con una infraestructura que ha mejorado a través del tiempo.

5.2 Zonas de amenaza

Según el POT del municipio de Bello, se tiene cuatro diferentes tipos de amenaza identificados por su origen, pueden ser de origen natural o antrópico, de intensidad alta, media o baja y se clasifican de la siguiente manera:

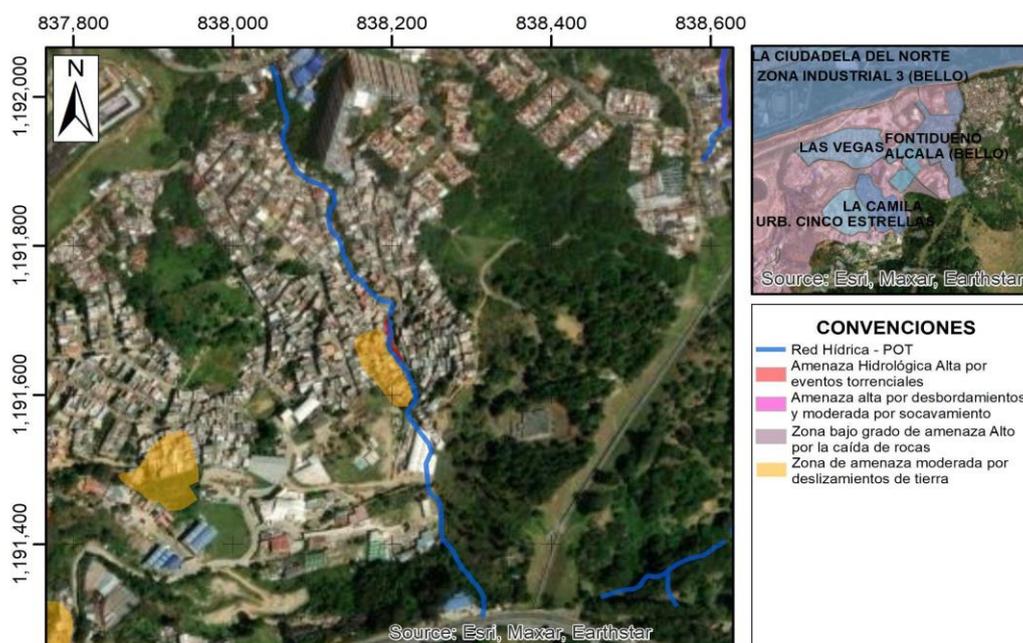
- Amenaza sísmica

- Amenazas por fenómenos de remoción en masa
- Amenazas por fenómenos de inundación que involucran desbordamiento de cauces naturales y empozamiento por deficiencia de drenaje.
- Amenazas antrópicas que involucran fenómenos tecnológicos, incendios forestales y eventos masivos.

Tal como se especificó en el numeral 5.1, por medio de la GDB del POT del municipio se analiza si la zona de estudio cuenta con alertas por amenazas, en especial por fenómenos de inundación, considerando el recorrido de la quebrada El Pomal. A continuación, en la Figura 3 se puede apreciar que en el área de interés hay amenaza hidrológica alta por eventos torrenciales correspondientes a la corriente de agua superficial y se representa con el color rojo, lo que podría ocasionar un evento catastrófico para la población que habita en las márgenes de la quebrada. Adicional, en color amarillo se tiene amenaza moderada por deslizamientos de tierra, ya que se tiene una zona verde al sur oriente de la quebrada, cercana al tanque de almacenamiento del circuito Machado, que puede ocasionar movimientos de tierra.

Figura 3

Clasificación de amenazas en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello

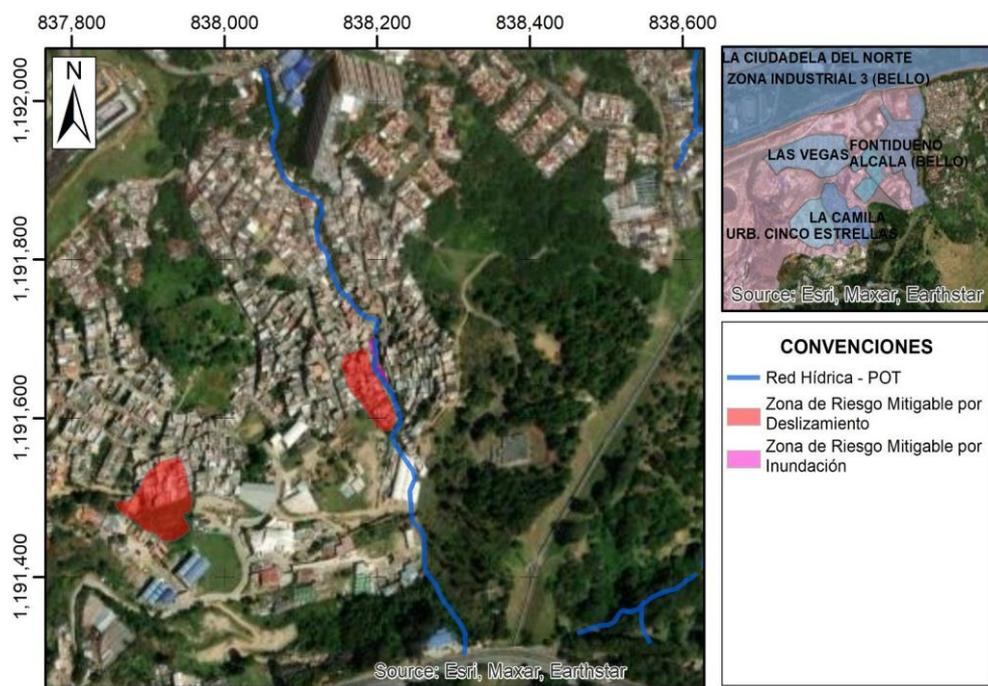


5.3 Zonas de riesgo

Teniendo en cuenta la clasificación presentada en el numeral 5.2 acerca de las amenazas identificadas por el POT municipal en la zona de estudio, es necesario considerar cual es la probabilidad de que la amenaza se convierta en desastre y si puede ser mitigable o no. De acuerdo a lo anterior, se tiene que las amenazas identificadas para el caso de estudio son clasificadas como zonas de riesgo mitigable o recuperable, es decir, su vulnerabilidad es considerado medio o bajo y que en el caso de que ocurra un evento o desastre, este puede ser recuperable en su totalidad siguiendo al pie de la letra el plan integral de obras de control y protección definido por el municipio. A continuación, en la figura 4 se presenta la clasificación de los riesgos en la zona de estudio, para orientar al lector, en color rojo se presenta la zonas de riesgo mitigable ocasionadas por deslizamientos de tierra, en color rosado se indican las áreas que son consideradas con riesgo mitigable por inundación.

Figura 4

Clasificación de riesgos en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello



5.4 Tratamiento urbanístico

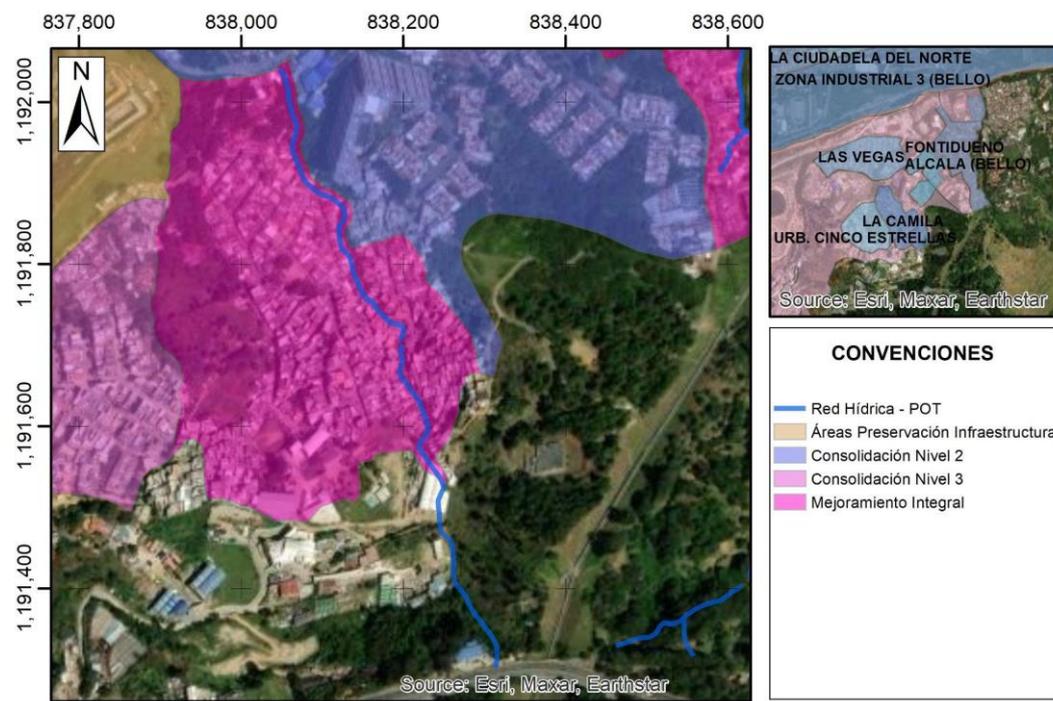
Una de las variables a considerar en la caracterización de la zona de estudio corresponde a los tratamientos urbanísticos, que son los encargados de planear el ordenamiento del territorio de los sectores del municipio, por medio de esta variable se busca el desarrollo formal y organizado del suelo municipal evitando las limitaciones en su transformación. De acuerdo al POT del municipio de bello, se tiene los siguientes tipos de tratamiento.

- Desarrollo
- Renovación urbana
- Consolidación
- Conservación
- Mejoramiento integral

A continuación, en la Figura 5 se presenta la caracterización de la zona de estudio considerando la clasificación de los tratamientos urbanísticos establecidos por el POT, adicional, se puede establecer que en la zona de estudio se encuentra entre el polígono de mejoramiento integral representado en la figura 5 por el color fucsia y el de consolidación nivel 2 que se simboliza por medio del color azul.

Figura 5

Clasificación de tratamiento urbanístico en la zona de estudio de acuerdo al POT del municipio de Bello



De la figura 5 se tiene que el tratamiento de consolidación corresponde a aquellos sectores ya urbanizados que poseen una infraestructura de servicios públicos, vías y equipamientos definidos, que se encuentran consolidados o en un proceso avanzado de consolidación paulatina y que por lo tanto no requieren ser modificados o transformados, si no ser apoyados con la implementación de equipamientos básicos de ciudad, ya sean públicos o privados, para beneficio de la población actualmente asentada y de la nueva a localizar de acuerdo a los nuevos desarrollos constructivos. En estos sectores se debe realizar la identificación y reservas de tierras necesarias para la implementación de nuevas áreas para parques, zonas verdes y equipamientos de ciudad, estableciéndose en zonas receptoras, lo cual se hará mediante el pago de las obligaciones urbanísticas en dinero por concepto de zonas verdes para parques, zonas recreativas (activas y pasivas), equipamientos comunales de diferente índole, los cuales deberán ser consecuentes con las verdaderas necesidades de la población asentada en los diferentes sectores socioeconómicos, en concordancia con los equipamientos actuales y déficits existentes en cada uno de los diferentes sectores del territorio municipal.

El tratamiento de consolidación nivel 2 (CN2), corresponde a los sectores que presentan irregularidad predial estructura vial incompleta, de sección variable y generalmente reducida al interior del sector; también a los sectores donde la infraestructura, el espacio público y los equipamientos son insuficientes e inadecuados con relación al volumen de la población o al funcionamiento adecuado de las actividades. Con este tratamiento se pretende suplir esta deficiencia con nuevas dotaciones y cualificación de las existentes, además de cubrir los nuevos requerimientos que se generarán en su desarrollo a futuro. (Área Metropolitana del Valle de Aburra, s.f., p. 57)

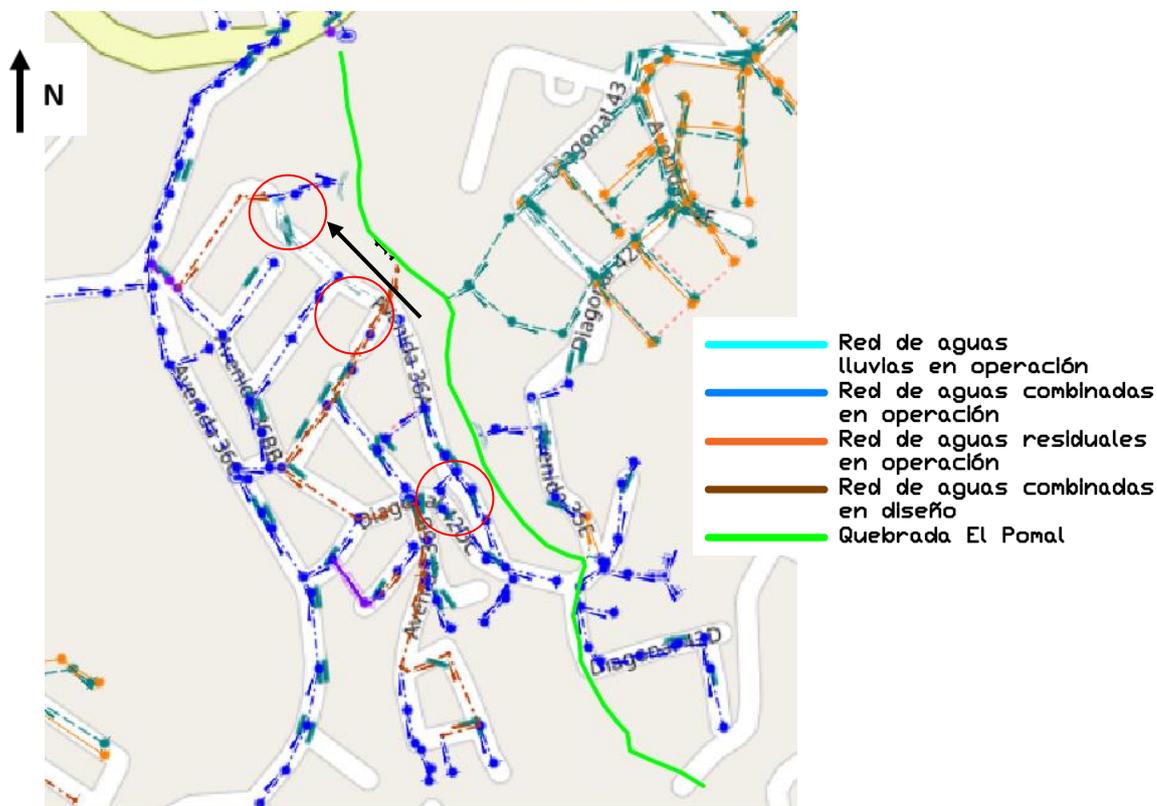
Adicional, para el tratamiento de mejoramiento integral son aquellos sectores informales que se han desarrollado en el tiempo ya sea por crecimiento espontáneo, invasión, etc; en donde la organización física en el territorio no ha sido ordenada, controlada y regulada por la municipalidad, requiriendo en la actualidad realizar programas de regulación urbanística con el fin de determinar en el corto plazo como debe ser el ordenamiento físico y urbano de estos territorios, de manera que los nuevos desarrollos constructivos se realicen de la forma deseada sin que se causen impactos negativos en el desarrollo físico del sector.

5.5 Sistema de saneamiento básico actual en la zona de estudio

Con la finalidad de indagar sobre el problema objeto de este estudio, se hace uso del geoportal de EPM, el cual es considerado como un visor de información a través de mapas, donde se puede encontrar información de interés que permite a clientes y usuarios de EPM, localizar áreas de prestación del servicio de las redes que opera la entidad. Para el caso de estudio (quebrada El Pomal), es importante tener en cuenta que solo se consideraron los mapas de área y perímetro, así como los mapas de redes tanto del sistema de acueducto como del sistema de alcantarillado que figuran en el geoportal; adicional, por medio de este visor es posible ubicar las redes de agua potable y de saneamiento, así como la cartografía base que permite la localización de la zona de estudio. A continuación, en la Figura 6 se presenta de manera esquemática la fuente hídrica, así como las redes de alcantarillado operadas por EPM.

Figura 6

Esquema redes de alcantarillado en operación – sitio de interés



Nota. Tomado de las bases de datos de EPM

De la figura 6 se identifican dos descargas de aguas combinadas en operación que es posible distinguirlas por el círculo rojo 1 y 3, estas realizan un aporte de aguas residuales domésticas de la zona a la Quebrada El Pomal que afecta directamente la calidad del agua de la fuente hídrica. Adicional, se identifica una descarga de aguas combinadas en diseño que se reconoce con el círculo rojo y el número 3, esta proyecta entregar las aguas combinadas a la quebrada, lo que genera preocupación, ya que según la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) de Colombia se debe prever que las aguas servidas sean dirigidas a un sistema de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación de las fuentes hídricas de la nación, y considerando que actualmente el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y EPM, cuenta con la Planta de Tratamiento Aguas Claras, la descarga de aguas combinadas en diseño a la fuente receptora, es una solución que debe ser analizada a detalle para conocer las razones del diseño de la red que figura en el geoportal.

En la Tabla 1 se puede observar la información obtenida del geoportal de EPM, donde se identificó las redes de alcantarillado en operación y las descargas de aguas combinadas en operación y diseño de la zona de estudio.

Tabla 1

Información de las descargas de aguas combinadas que vierten a la quebrada El Pomal

	Descarga 1	Descarga 2	Descarga 3
Elemento hidráulico	Descarga	Descarga	Descarga
IPID	6043670	9777927	6049017
Tipo de estructura	Cabezote	Estructura de disipación	Cabezote
Tipo de red	Secundaria	Secundaria	Secundaria
Estado	Propuesto a retirar	Construcción	Propuesto a retirar
Grupo	Recolección	Recolección	Recolección
Tipo de agua	Combinadas	Combinadas	Combinadas
Cuenca	Rodas	Rodas	Rodas
Operador	Empresas Públicas de Medellín	Empresas Públicas de Medellín	Empresas Públicas de Medellín

5.6 Asentamientos sobre margen de la quebrada el pomal

Debido a que la ocupación de las zonas de retiro de las quebradas se presenta usualmente de forma invasiva y no planificada, la prestación del servicio de alcantarillado es limitada debido a la no formalización de la urbanización, esta situación genera un impacto ambiental en el cauce de las quebradas debido a la descarga directa de aguas residuales a la corriente natural. (Orozco, 2020, p. 33)

El Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Bello, en la red hídrica se asume las zonas de retiro como áreas de protección o franjas laterales de terreno paralelas a las líneas de máxima inundación a los bordes del canal natural o artificial, cuyas funciones básicas son servir como protección contra inundaciones y desbordamientos y conservar el recurso hídrico, brindar estabilidad para los taludes laterales, hacer posibles servidumbres de paso para la extensión de redes de servicios públicos y mantenimiento

del cauce y para finalizar, proporcionar áreas ornamentales, de recreación y para senderos peatonales ecológicos. (Secretaría de Planeación, 2009, p. 9)

De acuerdo a lo anterior y una vez caracterizado las condiciones actuales del área de estudio, la zona de retiro de la quebrada El Pomal está por fuera de los lineamientos municipales.

Las intervenciones prioritarias en las zonas de preservación del soporte hídrico se refieren a la recuperación de las quebradas por efecto de las condiciones actuales respecto a la deficiencia de espacio público, hacinamiento urbano y entorno en graves condiciones ambientales. Dentro de la búsqueda de información sobre aspectos claves para el manejo de dicha problemática a nivel local, en el Plan de Ordenamiento el municipio de Bello, se tiene que de acuerdo al artículo 13 Inventario de quebradas, no se encuentra registrada la quebrada el Pomal y por ende en su momento no fue objeto de planes especiales de rehabilitación y espacio público (parques lineales).

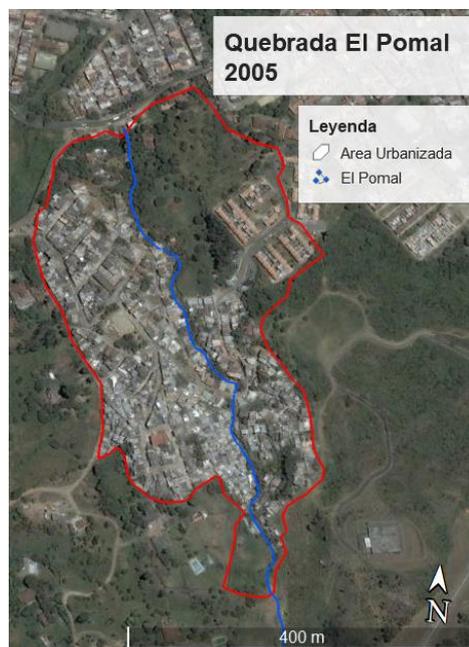
De acuerdo al decreto 1469 de 2010 Título II, Capítulo I, referente a la legalización de predios y asentamientos informales, el artículo 65 menciona que no procederá el reconocimiento de edificaciones o la parte de ellas que se encuentren localizados en áreas o zonas de protección ambiental y las zonas declaradas como de alto riesgo mitigable por inundación debido que es la zona de retiro e inundación del cauce identificadas en el Plan de Ordenamiento Territorial. Dado lo anterior se infiere que gran parte de la población asentada no cuenta con un registro o legalización del predio, el cual es requerido para la prestación de los servicios domiciliarios.

Para comprender un poco la dinámica poblacional a través del tiempo que ha tenido el barrio la Camila, los registros basados en imágenes satelitales extraídas del sistema de información geográfica Google Earth® permite visualizar un comparativo multitemporal trazando el área urbanizada de referencia, en el que para el año 2005 (Figura 7) se identifica los límites que tenía la expansión urbana cercana al cauce de la quebrada paralelamente con la expansión urbana actual 2021 (Figura 8), donde se puede identificar mayor densidad poblacional y disminución de la capa vegetal del sitio de interés, generando alteraciones antrópicas en la ribera de la quebrada.

Figura 7 Densidad demográfica
año 2005



Figura 8 Densidad demográfica
año 2021



Mediante el Decreto 302 de 2000, “por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado”. Contiene el conjunto de normas que regulan las relaciones que se generan entre la entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado y los suscriptores y usuarios, actuales y potenciales. Entre algunas de las condiciones de acceso a los servicios descritas en el artículo 7, el inmueble deberá cumplir los siguientes requisitos:

- 7.1 Estar ubicado dentro del perímetro de servicio, tal como lo dispone el parágrafo segundo del artículo 12 de la Ley 388 de 1997.
- 7.2 Contar con la Licencia de Construcción cuando se trate de edificaciones por construir, o la cédula catastral en el caso de obras terminadas.
- 7.3 Estar ubicado en zonas que cuenten con vías de acceso o espacios públicos y redes de acueducto o alcantarillado requeridas para adelantar las redes locales y las conexiones domiciliarias que permitan atender las necesidades del inmueble.
- 7.4 Estar conectado al sistema público de alcantarillado, cuando se pretenda la conexión al servicio de acueducto, salvo lo establecido en el artículo 4° de este decreto.

7.5 Contar con un sistema de tratamiento y disposición final adecuada de aguas residuales debidamente aprobado por la autoridad ambiental competente, cuando, no obstante, ser usuario o suscriptor de la red de acueducto, no existe red de alcantarillado en la zona del inmueble.

Conforme con la resolución anteriormente mencionada, el área de estudio se caracteriza por la incongruencia con los lineamientos de condiciones y normas que regulan las relaciones que se generan entre la entidad prestadora de los servicios públicos y los suscriptores. Dado que la zona de interés se caracteriza por tener espacios reducidos, también llamados de difícil gestión y no cuentan con vías de acceso sobre las viviendas cercanas a la quebrada o espacios públicos y redes de acueducto o alcantarillado requeridas para conexiones domiciliarias, no se suplen las necesidades básicas de la totalidad de los habitantes del barrio La Camila, por lo tanto, no cumple con la reglamentación del Decreto 302 de 2000. Es importante además que, aunado al hecho de la dificultad para adquirir un registro formal o catastral del predio, consecuente a la ubicación espacial sobre la margen hídrica que es considerada protección ambiental y declarada zona de alto riesgo mitigable susceptible a inundaciones como se puede observar en la Figura 4, referente a riesgos de la zona de estudio, la población de interés se ubica sobre asentamientos ilegales e informales con carencia de prestación de servicios públicos.

Así mismo se puede evidenciar que estar conectado al sistema público de alcantarillado, cuando se pretenda la conexión al servicio de acueducto y contar con un sistema de tratamiento y disposición final adecuada de aguas residuales debidamente aprobado por la autoridad ambiental es una realidad ajena ya que por lo contrario la desigualdad es evidente en el acceso a las instalaciones de agua potable y saneamiento ya que en la mayoría de entornos urbanos con características de difícil gestión, el suministro de infraestructura de saneamiento urbano está muy por detrás de la infraestructura para el abastecimiento de agua, y los habitantes más pobres de las áreas marginales son los más afectados.

6 Herramientas de planificación

“Para el presente estudio, el marco institucional se desenvuelve sobre diferentes entidades y actores relacionados con la prestación del servicio público de saneamiento

básico, con el fin de establecer las responsabilidades y las funciones de cada uno de ellos” (EPM, 2013, p. 2). Las entidades y actores que deben identificarse, entre otros, son:

- Órganos administrativos (Ministerio de Ambiente y Ministerio de vivienda)
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)
- Las entidades territoriales competentes (AMVA)
- Alcaldías municipales
- Empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios
- La comunidad

Con el fin de caracterizar en el contexto local los esfuerzos, alcances y participación de las anteriores instituciones competentes relacionadas, se presenta a continuación la implementación de herramientas de planificación como proyectos, intereses y acciones de mejora que actualmente los entes reguladores, de la zona de estudio tales como el AMVA, así como EPM y Alcaldía municipal de Bello tienen contemplado en sus planes de desarrollo para mejorar la actual problemática de cobertura y saneamiento básico.

Para de contar con información detallada, se tocaron puertas en dichas entidades, lo cual con el AMVA fue de manera satisfactoria a través de una entrevista (ver anexo 1. Acta de reunión) otorgada por el funcionario público Diego Tamayo, ingeniero civil de la Subdirección de Proyectos y supervisor del contrato objeto de disminución de la contaminación de quebradas en el Valle de Aburrá mediante el manejo adecuado de las aguas residuales domésticas a través de sistemas no convencionales en sitios de difícil recolección, proyecto que nace con la necesidad específicamente de darle uso a recursos provenientes de tasas retributivas. El municipio de Bello fue seleccionado, entre otros más, gracias a la gestión municipal para hacer parte de dicho proceso por las deficientes condiciones de la quebrada La Loca, Q. Madera, Q. Montañita, Q. Merizalde y Q. El Pomal. La zona de interés obedeció al CONTRATO N° 518/2006 con un alcance de 624 metros de longitud de intervención para diagnóstico, diseño, construcción, socialización y divulgación de las obras de mejoramiento de la disposición de aguas residuales de las viviendas asentadas en la margen de la quebrada que ocasionan contaminación directa en el afluente, el cual contó con un equipo interdisciplinar de profesionales sociales,

ingenieros hidráulicos, sanitarios, ambientales y personal técnico. El proyecto dio lugar en el 2009 con un presupuesto de 264.445.084\$ a 878 beneficiarios con atención a 239 descargas provenientes exclusivamente a uso doméstico y no industrial y una cobertura total del 90% de descargas recolectadas. Sin embargo, una de las mayores dificultades presentadas en el desarrollo del proyecto fue el impacto social obtenido a la hora de la legalización de las viviendas informales, ya que el alcantarillado no convencional no puede constituirse en una razón para legalizar propiedades que fueron construidas ilegalmente o pretendan ampliarse porque no era el objeto de la inversión.

Otra dificultad fue la coordinación para el mantenimiento y operación de las redes construidas, ya que EPM no asumió dicha responsabilidad, dado que la subdirección de diseño, mantenimiento y operación discrepaban en diferentes conceptos técnicos al ser una red tan expuesta y vulnerable para la viabilización de su mantenimiento y operación. Una vez mencionado lo anterior a través de un acta firmada por las partes interesadas (ver anexo 2 Acta de entrega), el Área Metropolitana hizo entrega el 10 de julio de 2009, la infraestructura de alcantarillado no convencional con el cual el municipio de Bello se comprometió con el mantenimiento y operación para garantizar el buen funcionamiento de la obra, así como de informar al Área Metropolitana dentro del periodo de vigencia de la póliza, cualquier deterioro presentado incluyendo estabilidad y calidad de tal manera que se asegure el estado de saneamiento de la quebrada.

Otro de los proyectos claves que dio origen en el 2016 de la actual estrategia ambiental, es Plan Quebradas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que es un instrumento de planificación y gestión del recurso hídrico que busca la recuperación integral de 19 microcuencas priorizadas en los diez municipios del territorio metropolitano y que hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Aburrá-Medellín, compuesta por más de 100 quebradas. Proyecto que es producto del trabajo articulado entre las entidades que pertenecen al convenio Nuestro Río: Gobernación de Antioquia, Corantioquia, Cornare, EPM, Metro de Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y las diez administraciones de los municipios que lo conforman (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, n.d.) Esta operación ha trazado ciertos objetivos a corto plazo que incluyen la verificación de estudios y monitoreos previos; la identificación de los actores directamente relacionados e involucrados con la microcuenca; la identificación de las necesidades actuales de la cuenca en relación con

vertimientos, suministro de agua y riesgo a la comunidad; la realización de acciones necesarias para la mitigación, conservación y protección de las microcuencas; y por último, la suscripción de acuerdos y convenios con los actores de las quebradas priorizadas, para articular acciones, aunar esfuerzos, recursos y voluntades que posibiliten dicha ejecución.

Cada alcaldía municipal priorizó sus principales microcuencas a intervenir, sin embargo, la microcuenca Rodas, a la que pertenece la quebrada El Pomal no sé incluyó por parte del municipio de Bello, siendo El Hato, La García y La madera objeto principal de ejecución del anterior proyecto en mención.

Es importante mencionar, además, que paralelamente el AMVA mediante la resolución D 002016 (2012) establece los objetivos de calidad del agua del Río Aburrá-Medellín para un periodo entre el 2012-2022, proyecto liderado junto con la Universidad de Antioquia, que tienen como fin recuperar la calidad del agua del río y a su vez la calidad del agua de cada una de las quebradas que desembocan en él. El sistema de monitoreo está compuesto por 14 estaciones en 7 tramos estratégicamente ubicadas a lo largo del río (ver anexo 3) donde la quebrada El Pomal tributa su descarga en el tramo 5, desde la estación Aula Ambiental (E8) hasta Ancón norte (E12) con 37,1 -54,4 Km y se proyecta cumplir los parámetros como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2

Objetivos de Calidad del Agua del río Aburrá-Medellín tramo 5

OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL RÍO ABURRÁ MEDELLÍN				
PARÁMETRO	UNIDAD	2012-2013	2014-2016	2017-2021
		VALOR (0-2 AÑOS)	VALOR (2-5 AÑOS)	VALOR (5-10 AÑOS)
DBO5	mg/L	< 100	< 80	< 50
DQO	mg/L	< 200	< 150	< 100
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
OD	mg/L	> 2	> 3	> 4
SST	mg/L	< 400	< 300	< 200
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	< 350	< 250	< 120
COLIFORMES TOTALES	NMP	-	-	-
COLIFORMES FECALES	NMP	-	-	-
NITROGENO TOTAL (NTK)	mg/L	< 15	< 15	< 10
FOSFORO TOTAL	mg/L	< 6	< 6	< 2
GRASAS Y ACEITES	mg/L	< 20	< 20	< 20
OLORES OFENSIVOS	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
COLOR VERDADERO	Pt - Co	< 75	< 50	< 50
RESIDUOS SÓLIDOS ESPECIALES	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)	mg/L	< 5	< 4	< 4
BMWP	BMWP	> 8	> 16	> 16

Nota. Adaptado de *Resolución 2016 de 26 de octubre de 2012*, por Área Metropolitana de Valle de Aburrá, 2012, <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Normatividad/resolucion-2012-002016.pdf>

De acuerdo con los resultados y análisis de las variables fisicoquímicas medidas en la campaña de monitoreo de muestra completa el 19 de febrero de 2020 obtenidos del último informe final publicado de Calidad del Agua Superficial (ver anexo 4), en las estaciones Aula Ambiental (E8), Puente Acevedo (E9) y Puente Machado (E11), área de interés, además junto con Niquía (E21), Ancón Norte (E12) y Parque de las Aguas (E14) no se cumplieron nueve de los diez objetivos analizados (DBO5, DQO, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo total, grasas y aceites y color verdadero) clasificados como el tramo de calidad más crítica en el río según el ICA global (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2020). Dicho resultado, proviene a la alta intervención antrópica en esta zona de la cuenca, en la cual el río tiene la influencia de la carga contaminante aportada por los municipios localizados en el norte del Valle de Aburrá, principalmente de los vertimientos con alto contenido de materia orgánica e inorgánica susceptible de oxidarse, como también, material disuelto y en suspensión que generan un incremento en las variables DBO5, DQO, nutrientes, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales y una disminución en la concentración de oxígeno disuelto y reflejando la falta de obras de saneamiento que permitan recolectar y tratar las aguas residuales vertidas sobre el río y sus afluentes.

Si bien el AMVA suma grandes esfuerzos en pro del saneamiento de la ciudad con proyectos destacados como Plan Quebradas y Red Río, el proyecto de descontaminación de quebradas anteriormente descrito en la entrevista obtenida por el profesional Diego Tamayo, llevado a cabo en el 2009, ha sido el único de forma directa sobre la quebrada El Pomal.

Por otra parte, se tuvo un primer acercamiento para la solicitud de información competente objeto del presente estudio de monografía con la Unidad Gestión de la Información Agua y Saneamiento de EPM, en el que se tuvo la oportunidad de socializar a través de una reunión virtual con una funcionaria, jefe de la unidad en mención, el cual posterior a la reunión se le envía una carta formal de solicitud con las especificaciones orientadas por la profesional. Entre la información requerida para la zona de estudio, se destaca el estado de la red (diseño, construcción, planeación, fuera de servicio, operación, propuesto a modificar, propuesto a retirar y propuesto a reemplazar), tramos de la red (diámetros, longitud, material y pendiente) y cámaras, descargas, aliviaderos y elementos especiales como (coordenadas, cotas bateas y cotas terreno).

Lo anterior se solicitó con el fin de realizar un diagnóstico más detallado del sistema de alcantarillado de la zona de estudio propuesta por la monografía, sin embargo, se obtiene como respuesta lo siguiente:

“Como puede observar, en virtud de la ley 1712 de 2014 art 20, la información solicitada se enmarca en la información clasificada y reservada por EPM, anunciada como tal en su página WEB, por lo que no es posible suministrarla, entendiendo que la revelación de los mismos puede afectar los intereses de la empresa al desarrollar su objeto social en un mercado de libre competencia. Teniendo en cuenta el propósito de la monografía y las posibles publicaciones que se deriven de ésta, EPM no considera conveniente revelar dicha información”.

Una vez conocida la postura, se puede inferir, que la zona de estudio actualmente, no presenta una clara y óptima cobertura de saneamiento con información que contienen datos sensibles y estratégicos.

A pesar de no tener acceso a dicha información, no se puede desconocer ni demeritar los excelentes resultados y el gran compromiso que ha adquirido EPM con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de los municipios donde prestan sus

servicios. Aparte de la reconocida Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Aguas Claras ubicada en el municipio de Bello, que por su tecnología, es la más moderna de Latinoamérica, uno de los muchos proyectos que más destaca actualmente, es la recolección de descargas denominado Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), que conforme con el artículo 1º. de la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, s.f.).

En concordancia con las políticas públicas de saneamiento y descontaminación hídrica, EPM como prestador del servicio de alcantarillado, viene realizando la gestión de los proyectos y recursos necesarios a fin de garantizar en el corto, mediano y largo plazo el saneamiento de las fuentes hídricas donde se realizan los vertimientos de las aguas residuales de los municipios operados. Para el 2019, la inversión supera los 2,7 billones de pesos y acuerdo con Santiago Ochoa Posada, vicepresidente de Agua y saneamiento de EPM, la meta es que con este plan se logre tratar cerca del 95% de las aguas residuales del Valle de Aburrá gracias a la construcción de 400 kilómetros de redes de alcantarillado (incluye modernización y ampliación), así como la adecuación de nuevas obras de infraestructura y el mejoramiento de las existentes. (EPM, 2022, párr. 1)

De acuerdo a las publicaciones del diario oficial de noticias y novedades de EPM, este ha sido un aliado clave de la calidad de vida en el municipio de Bello y por eso invierte en la expansión y el mejoramiento de los servicios públicos, a través de proyectos de infraestructura de acueducto y alcantarillado que responden a las necesidades actuales y futuras de crecimiento (según las zonas de expansión definidas por el Plan de Ordenamiento Territorial - POT), y evitan riesgos en la prestación de los servicios. Para lograr este propósito, EPM definió un plan de inversiones para este municipio del Norte del Valle de Aburrá, de cerca de \$730 mil millones que están en ejecución y que se extienden hasta el año 2023 (Empresas Públicas de Medellín, 2019).

Otro de los pilares fue el Programa de Educación Ambiental ejecutado a través de la Universidad de Antioquia, donde se formaron 50 líderes comunitarios en la formulación de Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (Proceda), donde uno

tuvo como población objetivo el área de estudio, que llevó por nombre “Conociendo mi territorio, quebrada Rodas patrimonio ambiental de Bello”.

Con el Programa de Educación Ambiental benefició a un total de 1.233 personas durante el año 2019. Son ciudadanos que hoy son más críticos, participativos, éticos, conocedores de las dinámicas implicadas en la problemática ambiental de sus territorios y comprometidos corresponsablemente con la protección y la conservación de microcuencas y ecosistemas estratégicos.

En la parte norte, en términos de cuencas hidrográficas y tributarias al río Aburrá, las cuencas Rodas (Bello), El Salado (Girardota) y Piedras Blancas (Copacabana) invirtieron 100.500 millones de pesos para construir, reponer y modernizar las redes, acometidas de alcantarillado y realizar obras complementarias (Nieto y Mercado, 2019).

Para el 2021 se lograron avances importantes en el norte del Valle de Aburrá. De acuerdo con Empresas Públicas de Medellín (2021):

Se ejecutó una inversión de 118.653 millones de pesos, en el que se construyó 27,9 kilómetros de redes de alcantarillado, que recogen 32 descargas de aguas residuales que antes vertían a las quebradas La Gabriela, Rodas y La Camila en Bello que corresponde a el área de estudio. Uno de los retos más grandes de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), es la gestión de recursos y construcción de los sistemas de tratamiento. Su complejidad radica principalmente en los altos costos de su construcción ya que la recuperación de dichos costos se aplica en gran parte a la tarifa, dependiendo de la fuente de financiación. (párr. 5)

Otro de los proyectos claves de EPM en pro del saneamiento de la ciudad, toma por nombre “Cierre de brecha” que consiste en realizar actividades de diagnóstico, diseño y construcción de redes de alcantarillado mediante sistemas convencionales y no convencionales para el saneamiento de las fuentes hídricas, con el fin de dotar el servicio de alcantarillado a aquellas viviendas que ya cuentan con el servicio de acueducto de EPM y que realizan vertimientos directos a cuerpos de agua, estas viviendas por lo general se localizan sobre zonas de retiro de quebradas y se le denominan de difícil gestión y recolección. Uno de los principales objetivos de este proyecto aparte del gran impacto social con la dotación de alcantarillado a las viviendas, es incrementar la capacidad de autorecuperación de las fuentes hídricas con la disminución de la carga contaminante

proveniente a las descargas directas, así mismo mejorar la calidad de vida y condiciones de salud de las comunidades asentadas en las zonas de intervención del proyecto disminuyendo la generación de olores y proliferación de vectores asociado al manejo inadecuado de aguas residuales su entorno propiciando un mejor desarrollo de los sectores.

De acuerdo con Villada (2022) representante de EPM en el XXXVII Congreso interamericano virtual de ingeniería sanitaria y ambiental, el proyecto se dividió en 2 etapas, la primera diagnóstico y diseño y la 2da construcción de alcantarillados no convencional, de lo cual se hallaron 7723 usuarios brechas descargando a fuentes hídricas. En esta primera fase se han ejecutado un total de 63 diseños que corresponden a 16 kilómetros de redes y a la intervención de 45 quebradas a lo largo del Área metropolitana, donde 4400 usuarios se beneficiarán con la construcción de sistemas no convencionales. Sin embargo, es importante resaltar que es poca la información disponible acerca de este programa, por lo tanto, no se vinculó la intervención o participación de este proyecto sobre la zona de estudio.

7 Desafíos de la implementación del sistema de alcantarillado no convencional

En la actualidad, la prestación del servicio de alcantarillado para sectores de difícil gestión y en zonas que requieren soluciones temporales, se plantea por medio de la norma de construcción NC-AS-IL02-26 para la implementación de alcantarillados no convencionales (EPM, 2019); estos sistemas se caracterizan por contemplar tuberías adosadas a las paredes de las viviendas o a las paredes de canales por medio de colgaderas, así como las tuberías soportada por apoyos o tuberías enterradas a baja profundidad que a su vez conforman las márgenes de las corrientes que evitan la descarga directa de aguas residuales y/o combinadas en las quebradas como se puede observar en la Figura 9.

Figura 9

Alcantarillados no convencionales



Nota. Adaptado de la *Norma de construcción NC-AS-IL02-26*, por EPM; Centros de Excelencia Técnica; Unidad CET Normalización y Laboratorios, 2019, https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/NC_AS_IL02_26_Sistemas_de_alcantarillados_no_convencionales.pdf

Según a la norma de construcción de estos sistemas planteado por EPM, los criterios básicos y requerimientos mínimos para las fases de planeación, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de alcantarillados no convencionales incluyen las tuberías y sus acometidas, las estructuras de inspección complementarias y las estaciones elevadoras en caso de ser requeridas. Lo anterior con el fin de garantizar la durabilidad, funcionalidad, calidad técnica, eficiencia de operación y sostenibilidad. Adicionalmente la implementación de este conjunto no debe representar riesgos para las viviendas a atender ni para quienes lo operan.

Sin embargo, en el literal J.3.4 del RAS 2010 se presenta una de las principales limitaciones, que son los requerimientos de operación y mantenimiento para el óptimo funcionamiento de los mismos, que deben ir acompañados de trabajo de movilización, acciones educativas, de participación y de organización con la comunidad servida y con los operadores y las autoridades administrativas y ambientales.

De acuerdo al estudio detallado de la zona de estudio, su complejo mantenimiento y operación, radica a que estos sistemas eran construidos de manera rudimentaria por lo

cual no contaban con cajas de inspección, el diámetro de la tubería no es consistente con lo exigido por la normatividad y no se analizaron las necesidades hidráulicas de la red de acuerdo a los suscriptores del sistema; además se tienen tramos con revestimiento de concreto alrededor de la estructura, lo que dificulta la operación y mantenimiento de la empresa prestadora de servicio. De acuerdo a lo anterior, ha existido una gran controversia para mejorar la calidad de vida en términos de saneamiento a los usuarios ubicados en asentamientos informales, ya que al otorgarles a las comunidades el acceso a los servicios públicos, se podría realizar la legalización de la vivienda, lo que genera un problema para el municipio debido a que la mayoría de las viviendas asentadas en las márgenes de las quebradas son netamente invasivas, lo que constituye una amenaza y un riesgo para el municipio, departamento y la nación que estas viviendas sean legalizadas por medio de los servicios públicos; adicionalmente, lo anterior supone también problemas para la empresa prestadora de servicio, ya que se deberá comprometer con la calidad y continuidad del servicio, asumiendo la responsabilidad que conlleva la operación de los sistemas de saneamiento básico de una zona de interés.

De acuerdo a lo anterior, EPM se ha abstenido de prestar el servicio de saneamiento básico a ciertas zonas del área metropolitana del Valle de Aburrá que actualmente están catalogadas como zonas de amenaza y/o riesgo de acuerdo a los planes de ordenamiento territoriales de los municipios que conforman el área metropolitana, pero de acuerdo al crecimiento exponencial de la población en las laderas del Valle de Aburrá, la comunidad se ha visto en la obligación de construir sistemas de recolección de aguas residuales rudimentarios con el fin de evitar las problemáticas que se materializan debido a un inadecuado manejo de las aguas residuales domésticas que EPM no los recibe como parte de su plantilla de operación de servicios públicos por las responsabilidades y riesgos que deberá asumir como caso de posibles obstrucciones o inundaciones al ser una zona vulnerable a eventos climáticos, por tal motivo, se queda infraestructura ya construida e implementada sin una entidad garante del servicio formal.

Figura 10

Estado de sistemas no convencionales sobre la quebrada El Pomal



Nota. Adaptado de *Diagnostico quebrada el Pomal*, por Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA, 2009, https://www.sabaneta.gov.co/files/doc_varios/DocDiagn%C3%B3stico.pdf

Dado a la gran necesidad de mejorar las condiciones de estas zonas de difícil gestión en la que se cuenta con escasa infraestructura de saneamiento y se tienen vertimientos a las fuentes hídricas, otro de los grandes desafíos es crear coherencia y sobre todo continuidad entre los distintos niveles institucionales ya que es esencial para garantizar que las políticas cumplan con sus objetivos a pesar de no ser una tarea fácil para el entendimiento de los actores involucrados.

Por otra parte a pesar de que se cuente con entidades como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y los costos de los servicios estén regulados por norma y se cuente con modelos para la toma de decisiones, no se debe desconocer que el factor socioeconómico aterrizado a la realidad de estas zonas, juega un papel determinante en el origen de la falta de cumplimiento y continuidad en el servicio de alcantarillados convencionales y no convencionales en operación, ya que por falta de recursos económicos, el marco tarifario a nivel nacional excluye y no contempla que en muchas zonas no se puede cumplir a cabalidad por la evidente desigualdad económica y por falta de acceso de estos prestadores a herramientas que permitan desempeñar sus labores eficientemente (Departamento Nacional de Planeación, s.f.), considerando que, es importante contar con la recaudación de la tarifa ya que esta debe cubrir los costos totales

por la prestación del servicio y si no se logra, contar con al menos subsidios que permitan asegurar el servicio a estratos económicos bajos al igual que al de consumo básico (mínimo vital) (Brichetti, 2019).

Como se mencionó en el numeral 5.5, EPM cuenta con sistemas de alcantarillado convencionales que actualmente operan en la zona de estudio, allí se evidencian tres (3) descargas de aguas combinadas como se observa en la Figura 6. A continuación, en la Figura 11 se puede identificar las características definidas por el geoportal donde es posible consultar las bases de datos SIGMA de EPM, tales como diámetro, material de la tubería, estado de operación y cuenca de los tramos de descarga de las redes de alcantarillado sobre la quebrada El Pomal

Figura 11

Estado real operativo y/o constructivo de las redes de alcantarillado convencional de la zona de estudio

FID	505630	FID	9777934	FID	505592
IPID	6043781	IPID	9777934	IPID	6049033
Diametro(mm)	250	Diametro(mm)	500	Diametro(mm)	450
Diametro Interno	250,00	Diametro Interno	452,00	Diametro Interno	450,00
Material	CONCRETO CLASE 1	Material	NOVAFORT	Material	CONCRETO CLASE 1
Tipo Red	SECUNDARIA	Tipo Red	SECUNDARIA	Tipo Red	SECUNDARIA
Nombre Colector/Interceptor		Nombre Colector/Interceptor		Nombre Colector/Interceptor	
Grupo	RECOLECCION	Grupo	RECOLECCION	Grupo	RECOLECCION
Estado	OPERACION	Estado	CONSTRUCCION	Estado	OPERACION
Longitud	9,85	Longitud	1,70	Longitud	8,56
Arranque	NO	Arranque	NO	Arranque	NO
Tipo Agua	COMBINADAS	Tipo Agua	COMBINADAS	Tipo Agua	COMBINADAS
Cuenca	RODAS	Cuenca	RODAS	Cuenca	RODAS

Nota. Adaptado de *Redes de acueducto y alcantarillado*, por Grupo EPM, s.f., <https://grupoepm.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=591f5234f4a544e38bfef36d564320e0>

De la Figura 11, se tiene que el tramo de descarga identificado con el IPID 6043781 transporta aguas combinadas y tiene un diámetro de 250mm; por lo que se identifican dos problemas en la operación de la red, la primera, es que el tramo de descarga transporta aguas combinadas, lo que significa que en épocas de sequía, la red solo transporta aguas residuales y estas son vertidas directamente a la quebrada el Pomal, generando así la contaminación de la fuente superficial de agua natural; adicional, según el artículo 148 Resolución 0330 de 2017, el diámetro interno real mínimo de los

alcantarillado pluviales y combinados es de 260 mm, lo que quiere decir el tramo en cuestión, no cuentan con la capacidad hidráulica mínima requerida por la normatividad vigente y es necesario que la empresa prestadora de servicio proponga la modernización de las redes considerando el POT municipal y las normas de diseño, construcción y operación locales y/o nacionales.

Adicional, el tramo de red identificado con el IPID 9777934 es un tramo que según el geoportal de las bases de datos SIGMA de EPM está en construcción y transportará aguas combinadas, lo que aumentará la carga de contaminantes presentes en la quebrada El Pomal debido a su descarga directa de aguas residuales de la zona, acción que toma por sorpresa, ya que las aguas residuales domésticas no podrán descargar a una fuente superficial de agua sin antes contar con un tratamiento de acuerdo a la normatividad vigente.

De lo anterior, se puede inferir que las redes de alcantarillado convencionales que actualmente operan en la zona de estudio, no satisfacen a cabalidad la recolección de las aguas residuales domésticas provenientes de las viviendas asentadas en las márgenes de la quebrada; adicional, se debe considerar los problemas que se tienen de espacio, altas pendientes y de carencia de infraestructura que permite que la evacuación de las aguas residuales de las casas sea directa a la quebrada, ocasionando un impacto irremediable sobre el recurso hídrico del municipio de Bello. Es necesario que se implementen soluciones a corto, mediano y largo plazo con respecto a la descontaminación de las fuentes hídricas de los municipios por medio de la integración de alcantarillados convencionales y no convencionales, según lo requiera las características del terreno, la clasificación del suelo y urbanística de las zonas de estudio, disminuyendo la brecha de disponibilidad de y operación de un sistema de saneamiento integrado.

Aunque está claro, que el sistema de alcantarillado convencional se ejecuta con mayor frecuencia que los sistemas no convencionales, una de las problemáticas de la contaminación de las fuentes hídricas por vertimientos no controlados de aguas residuales domésticas que más se ha identificado a través de los tiempos es debido a la escasez de infraestructura del saneamiento básico como se ha demostrado a lo largo del documento, esto se debe a que los perímetros sanitarios son definidos por la empresa prestadora de servicio y estos a su vez delimitan las áreas de operación de acuerdo al decreto 1469 de 2010 que establece criterios para la legalización de viviendas, pero según la Sentencia T-

740/11 de la Corte Constitucional de Colombia, todo ciudadano tiene el derecho fundamental al acceso del agua en óptimas condiciones, así como al saneamiento básico, por lo que si una persona interpone una acción de tutela para hacer valer sus derechos fundamentales y el juzgado falla a favor de este, la empresa prestadora de servicio está en la obligación de prestarle servicio de acueducto y alcantarillado y proveer la zona de infraestructura para cumplir con el dictamen jurídico, pero examinando de cerca las zonas que carecen de redes de abastecimiento de agua y saneamiento dentro del Valle de Aburrá, se establece un precedente debido a las condiciones topográficas, sociales y económicas, por lo que evaluar la implementación de sistemas de alcantarillado no convencionales puede ser una de las soluciones más acertadas para prever las zonas de difícil gestión redes de servicios enfocadas en la alimentación de agua potable así como la recolección y transporte de las aguas residuales producidas. Por lo anterior, a continuación, en la Tabla 3 se presenta a modo de análisis, las ventajas y desventajas de cada sistema de alcantarillado (Convencional y no convencional) según las revisiones bibliográficas de la normatividad y de los proyectos que se analizaron en el numeral 6.

Tabla 3

Análisis comparativo entre alcantarillados no convencionales y alcantarillados convencionales

Tipo de alcantarillado	Ventajas	Desventajas
Alcantarillados convencionales	Capacidad de transporte: debido a que tiene el espacio necesario para la construcción del sistema de saneamiento básico, y su tamaño dependerá netamente de las necesidades de la población a atender.	Implementación costosa: La construcción de las redes convencionales requieren de cierto poder adquisitivo para su desarrollo, debido a que estas están enterradas a mínimo 1,20 metros de profundidad en mallas viales o 1,00 metros en andenes y zonas verdes, lo que requiere de actividades costosas para su construcción tales como excavaciones, entibados y llenos específicos que permitirán que las redes operen de acuerdo a lo exigido por la normatividad local, regional y nacional.

	<p>Se reduce el riesgo de taponamientos: El alcantarillado convencional está compuesto por tramos y cámaras de inspección o MH, que son los encargados de permitir los giros en la red, así como la integración de varios tramos, por medio de esta se puede identificar si la red presenta taponamientos al visualizar caudal y material de arrastre del sistema</p>	<p>Es posible su desarrollo en poblaciones organizadas y con posibilidades económicas para conectarse a la red: De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, la construcción y operación de un sistema de alcantarillado convencional requiere de una inversión alta, por lo que para que su tarifa sea asequible, el sistema de recolección deberá atender a una población considerable, para que el sistema sea viable para la empresa prestadora de servicio, así como para los usuarios.</p>
	<p>Higiene de los usuarios: al recolectar las aguas servidas de la población, se garantiza a uno de los derechos fundamentales de acuerdo a la constitución política del año 1991, adicional, se evita que se propaguen enfermedades debido a los animales y los malos olores que pueden afectar la calidad de vida de los habitantes asentados en las márgenes de las quebradas.</p>	<p>Operación, mantenimiento e incremento en las tarifas del sistema: es considerado una desventaja, ya que si la red requiere de mantenimiento o de reparaciones, se deberá considerar los costos por los movimientos de tierra (excavación, entibado y llenos), lo que produce un sobre costo en la operación de la red, lo que afecta directamente a los usuarios conectados al sistema.</p>
Alcantarillados no convencionales	<p>Elimina los vectores de salud pública, tales como la presencia de animales y olores: la eliminación de las descargas puntuales de redes de alcantarillado de aguas residuales y/o combinadas mejorará las condiciones de salubridad de las viviendas asentadas en los bordes de las fuentes hídricas.</p>	<p>La implementación de los sistemas es costosa: esta solución ha sido descartada durante mucho tiempo, debido a los altos costos de construcción y de mantenimiento, ya que los altos riesgos a considerar, inviabilizan la implementación de los sistemas no convencionales, por lo que las empresas prestadoras de servicios de acueducto y alcantarillado no incluye zonas de difícil gestión dentro de su perímetro sanitario para evitar verse obligados en prestar el servicio de acuerdo a los requerimientos de las autoridades ambientales regionales, departamentales y nacionales.</p>
	<p>Puede ser integrado a la red de alcantarillado convencional de un municipio: un sistema de alcantarillado no convencional podrá descargar a una red de alcantarillado convencional, para posteriormente realizar el debido</p>	<p>Se requiere de mantenimiento constante: la operación de los sistemas de alcantarillado no convencionales son considerados de alto riesgo, debido a que la instalación de las redes se realiza en las muros de las casas, en los muros de los canales de las fuentes hídricas o en las llanuras de inundación de las quebradas, lo que requiere de una</p>

tratamiento de las aguas negras de una zona de interés. planificación exigente con el fin de no poner en riesgo el personal de mantenimiento.

Accesibilidad a los servicios públicos: en la actualidad, se tiene que las zonas de difícil gestión no tienen acceso al saneamiento básico, debido a las limitaciones de espacio, topografía, construcción y mantenimiento de las redes; al implementar los sistemas de alcantarillado no convencionales aumenta el perímetro de saneamiento de los municipios y por ende de la nación. Incremento en las tarifas del sistema: es considerado una de las desventajas de los sistemas no convencionales, ya que los suscriptores o usuarios ligados a estos sistemas están ligados a características de asentamientos y accesibilidad a los servicios públicos, lo que implica que para que el régimen tarifario sea considerado asequible, el número de suscriptores asociados a los sistemas de alcantarillado no convencionales deberán permitir la sostenibilidad del servicio público por medio del cobro del servicio público.

8 Conclusiones

La quebrada El Pomal se caracteriza por alertas de amenazas, en especial por fenómenos de inundación de eventos torrenciales correspondientes a la corriente de agua superficial, siendo así una de las principales dificultades para adquirir un registro formal o catastral del predio que es requisito previo para la prestación de servicios públicos en la zona de estudio.

Gracias a visores de información a través de mapas de las redes existentes de alcantarillado operadas por EPM, fue posible identificar que actualmente tres descargas de aguas combinadas en operación y construcción, realizan un aporte de aguas residuales domésticas a la quebrada, afectando directamente la calidad del agua de la fuente hídrica. Sin embargo, es importante sumarle los aportes individuales que no se encuentran conectados y/o registrados bajo la red de la prestación de servicios públicos domiciliarios. Esta situación evidencia la falta de control por parte de las autoridades locales del municipio en relación con la ocupación de zonas de riesgo y protección ambiental, que permiten a futuro efectos adversos sociales, ambientales y económicos para el municipio.

Actualmente en zonas características de difícil acceso, como lo es el objeto de estudio, es paradójico pensar que exista una alineación entre garantizar todo lo que aborda el derecho fundamental al agua como soporte esencial para asegurar un nivel de vida adecuado y el cumplimiento de normas en materia ambiental y de urbanización claves para el desarrollo territorial y conservación de los recursos naturales. Siendo así, uno de

los mayores retos que enfrenta las soluciones de saneamiento como sistemas de alcantarillado no convencional ya que guarda una relación estrecha en su campo de aplicación con las condiciones de pobreza e inequidad que actualmente se identificaron y que por demás enfrentan muchos de los países en desarrollo y subdesarrollados.

Las soluciones para la construcción e implementación de un sistema de alcantarillado varían en función de los recursos disponibles, el tamaño de las comunidades, gestión de las entidades competentes y el grado de mejora deseado. Entre las herramientas de planificación como proyectos, intereses y acciones de mejora para la actual problemática de cobertura y saneamiento básico a nivel local, no sólo para áreas de difícil gestión, sino para toda el área metropolitana, se destaca PSMV y Plan Brechas de EPM, Red Río, Plan quebradas y Descontaminación de quebradas del AMVA, del cual este último fue desarrollado directamente sobre el área de estudio.

Conocer la realidad del territorio y las necesidades de sus diferentes grupos sociales, posibilita una mejor planeación entre los planteamientos urbanísticos por el municipio, definidos en el POT y el sistema de saneamiento básico de la zona, ya que el ordenamiento del territorio, así como la expansión y modernización del sistema de recolección de aguas residuales funciona como eje transversal que permite que se potencialice el desarrollo y crecimiento de la ciudad, aunado al derecho fundamental a una vida digna.

Los sistemas de alcantarillados no convencionales son sistemas de saneamiento utilizados en zonas cuyas características de espacio limitado y restricciones topográficas impiden la implementación de redes de alcantarillado convencional, pero requieren mucha mayor definición y control de las contribuciones de aguas residuales dada su mayor rigidez en cuanto a posibilidades de prestación de servicio a usuarios no previstos o a variaciones en las densidades de ocupación.

La implementación de los sistemas de alcantarillado no convencionales, son una de las soluciones que pueden ser construidos, y que se consideran acertadas a la hora de solucionar los problemas de vertimientos no controlados de aguas residuales en cuerpos de agua superficiales, con el fin de mitigar los impactos tal vez irreversibles a los que actualmente se está sometiendo las fuentes hídricas de los municipios.

9 Referencias bibliográficas

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2020). *Aunar esfuerzos para la gestión integral del recurso hídrico superficial y subterráneo, en el marco de la operación de la red de monitoreo ambiental en la cuenca hidrográfica del río aburrá – medellín*.
Obtenido de https://www.metropol.gov.co/observatorio/Documents/IF_CALIDAD_AGUAS%20SUPERFICIALES-2020.pdf
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA. (2009). *Diagnostico quebrada el Pomal*.
Obtenido de https://www.sabaneta.gov.co/files/doc_varios/DocDiagn%C3%B3stico.pdf
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA. (2009). *Diagnóstico quebrada el pomal*.
. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/Plan-Quebradas.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Plan-Quebradas - Ambiental*. Recuperado el 24 de October de 2022, de Área Metropolitana: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/Plan-Quebradas.aspx>
- Área metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Red rio - Ambiental*. Recuperado el 23 de October de 2022, de Área Metropolitana: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/RedRio.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburra. (s.f.). *Los Bordes Conurbados Metropolitanos Desde el Ordenamiento Territorial*. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7085/8161957.2010_2.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Asamblea Nacional constituyente. (1991). *Constitución política de Colombia*. Legis.
- Barcelata, B. (2015). *Adolescentes en riesgo. Una mirada a partir de la resiliencia*. Manual Moderno.
- Brichetti, J. (2019). *Panorama de las tarifas de agua en los países de Latinoamérica y el Caribe*. BID.

- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2017). *La guerra inscrita en el cuerpo. Informe nacional de violencia sexual en el conflicto armado*. Obtenido de https://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes-accesibles/guerra-inscrita-en-el-cuerpo_accesible.pdf
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (s.f.). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV*. Recuperado el 24 de October de 2022, de s.f.: <https://www.cra.gov.co/atencion-servicios-ciudadania/glosario/plan-saneamiento-manejo-vertimientos-psmv>
- Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley 1257 de 4 de diciembre de 2008. Diario Oficial No. 47.193. Bogotá, Colombia.
- CORANTIOQUIA; CORNARE. (2016). *ACTUALIZACION POMCA RIO ABURRÁ*. Recuperado el 11 de October de 2022, de https://www.cornare.gov.co/POMCAS/planes-de-ordenacion/DocumentosFasesRioAburra/2.2.T_I_CaracBas_CaracFisicoBio_vf-1.pdf
- Corporación Sisma Mujer. (2021). *¡La lucha feminista no se detiene! Comportamiento de las violencias contra las mujeres en Colombia durante 2020 y 2021*. Obtenido de <https://www.sismamujer.org/wp-content/uploads/2021/12/%C2%A1La-lucha-feminista-no-se-detiene.pdf>
- Corredor, J., Medina, M., & Rodríguez, C. (2020). *Movilización de los Procesos Psicosociales asociados a la violencia basada en género en integrantes vinculadas a organizaciones de mujeres en el departamento del Meta*. . Obtenido de Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31400/2020juancorredor.pdf?sequence=12>
- Corte Constitucional de Colombia. (s.f.). *T-740-11 DERECHO FUNDAMENTAL AL AGUA*. Recuperado el 2 de November de 2022, de Corte Constitucional: <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/T-740-11.htm>
- Department of Public Information. (2009). *Violencia sexual en mujeres*. DPI.

- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2019). *Con más inversiones*. Recuperado el 23 de October de 2022, de <https://www.epm.com.co/site/con-mas-inversiones-epm-impulsa-el-desarrollo-del-municipio-de-bello>
- Empresas Publicas de Medellín. (13 de May de 2021). *Con importantes logros en pro de la comunidad*. Recuperado el 30 de October de 2022, de EPM: <https://www.epm.com.co/site/Portals/0/documentos/Documento-de-Prensa-Rendicion-Cuentas-EPM-13-05-2021.pdf?ver=2021-05-13-171126-760>
- Empresas Públicas de Medellín. (19 de November de 2021). *EPM trata el 84% de las aguas residuales del Valle de Aburrá*. Recuperado el 23 de October de 2022, de EPM: <https://cu.epm.com.co/clientesyusuarios/noticias-y-novedades/epm-trata-el-84-de-las-aguas-residuales-del-valle-de-aburra>
- EPM. (2013). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P.* Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislacion/agua/Norma_Disenio_Alcantarillado_2013.pdf
- EPM. (2022). *Informe de Gestión Ambiental 2021-2022*. Obtenido de <https://www.grupo-epm.com/site/Portals/1031/Gesti%C3%B3n%20ambiental%202021-%202022.pdf?ver=2022-06-16-074653-643>
- EPM; Centros de Excelencia Técnica; Unidad CET Normalización y Laboratorios. (2019). *Norma de construcción NC-AS-IL02-26*. Obtenido de https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/NC_AS_IL02_26_Sistemas_de_alcantarillados_no_convencionales.pdf
- Grupo EPM. (s.f.). *Redes de acueducto y alcantarillado*. Obtenido de <https://grupoepm.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=591f5234f4a544e38bfef36d564320e0>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Resolución 0330 - 2017*. Recuperado el 26 de September de 2022, de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

- Ministerio, Vivienda, Ciudad y territorio. (2022). *Saneamiento de vertimientos*. Recuperado el 25 de October de 2022, de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/saneamiento-de-vertimientos>
- Nieto, J., & Mercado, D. (2019). *7 proyectos buscan descontaminar las aguas que llegan al río Medellín*. Recuperado el 23 de October de 2022, de EL Tiempo: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/con-7-proyectos-buscan-descontaminar-las-aguas-que-llegan-al-rio-medellin-338570>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2013). *Comprender y abordar la violencia contra las mujeres*. Obtenido de https://oig.cepal.org/sites/default/files/20184_violenciasexual.pdf
- Orozco, J. (2020). *Impactos ambientales sobre la quebrada la garcía (municipio de bello, antioquia) como consecuencia de la ocupación de las zonas de retiro y los vertimientos de aguas residuales del sistema de alcantarillado*. Obtenido de Universidad de Antioquia: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/14819/1/OrozcoJuan_2020_ImpactosAmbientalesQuebrada.pdf
- Presidencia de la Republica de Colombia. (25 de Febrero de 2000). *Decreto 302 de 2000 - Gestor Normativo*. Recuperado el 3 de October de 2022, de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4636>
- Presidencia de la Republica de Colombia. (10 de Abril de 2010). *Decreto 1469 de 2010 - Gestor Normativo*. Recuperado el 3 de October de 2022, de Función Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39477>
- Presidente de la República de Colombia. (2000). Decreto 302 de 25 de febrero 2000. Bogotá, Colombia.
- Procuraduría General de la Nación. (2005). *La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales*. Colombia-CMYK Impresiones Ltda.
- Rojas, J. S. (24 de 2 de 2020). *ANALISIS SISTEMATICO DE LITERATURA IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN UN*

55% DEL SUELO NO URBANO DE. Recuperado el 12 de September de 2022,
de Repositorio Institucional UCC:
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32816/1/2020_Analisis_Si
stematico_Literatura.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32816/1/2020_Analisis_Sistemico_Literatura.pdf)

Secretaría de Planeación. (2009). *Revisión y ajuste del plan de ordenamiento territorial de Bello*. Obtenido de <http://www.curaduriaprimerabello.co/Doc/POT.pdf>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2020*. Recuperado el 9 de October de 2022, de [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-
files/informe_sectorial_aa_30-12-21_vf%20%281%29.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_sectorial_aa_30-12-21_vf%20%281%29.pdf)

Villada, J. V. (10 de March de 2022). *Proyecto Cierre de Brecha EPM*. Recuperado el 30 de October de 2022, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=3TNHnphMbkU>

10 Anexos

Anexo 1. Acta de reunión funcionario AMVA

Especialización en Gestión y Manejo del Agua			
ACTA DE REUNIÓN			
Fecha:	16 de septiembre de 2022		
Lugar:	Vía telefónica		
Hora:	10:00 A.M.		
Objetivo:	Conocer las herramientas de planificación del Área Metropolitana Del Valle de Aburrá - AMVA para la implementación de los sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso. Zona de estudio, Quebrada El Pomal		
Asistentes:			
Nombre	Entidad	Cargo	Detalle
Diego Tamayo	Area Metropolitana del Valle de Aburrá AMVA	Ingeniero civil	Subdirección Proyectos
Carolina Henao	Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería	Ingeniera Ambiental	Estudiante Especialización en Gestión y Manejo del Agua
ORDEN DEL DIA			
<ul style="list-style-type: none">• Saludo y presentación por parte de Carolina Henao• Dar a conocer los objetivos de la monografía y caso de estudio• Presentación del proyecto ejecutado <i>"Disminución de la contaminación de quebradas en el Valle de Aburra mediante el manejo adecuado de las aguas residuales domesticas a través de sistemas no convencionales en sitio de difícil recolección"</i>• Alcance, limitaciones, dificultades y conclusiones			
DESARROLLO			
<ol style="list-style-type: none">1. Por parte de la ingeniera ambiental Carolina Henao, actual estudiante de la Especialización en Gestión y Manejo del Agua de la Universidad de Antioquia se da un saludo de presentación y se da a conocer los objetivos de la monografía en desarrollo en "Implementación de sistemas de alcantarillado no convencionales en zonas de difícil acceso. Caso de estudio quebrada el Pomal del municipio de Bello. Se aclara que la información suministrada será única y exclusivamente usada con fines académicos y se tendrá presente todo lo concerniente al principio de confidencialidad de información que tenga lugar2. Se da a conocer el proyecto <i>"Disminución de la contaminación de quebradas en el Valle de Aburra mediante el manejo adecuado de las aguas residuales domesticas a través de sistemas no convencionales en sitio de difícil recolección"</i> a través del			

Especialización en Gestión y Manejo del Agua



ingeniero civil Diego Tamayo de la subdirección de Proyectos, coordinador y supervisor del contrato 518 de 2006. Expone que dicho proyecto surge de la necesidad de darle uso a los recursos provenientes a las tasas retributivas. El alcance de los trabajos del contrato, consistió en la recolección de las descargas de aguas residuales de las viviendas aledañas a 6 quebradas y entre esas, El Pomal ubicada en municipio de Bello.

Para su desarrollo se realizaron las siguientes actividades: reconocimiento de campo, recolección de información existente, información de redes de servicios públicos, inventario de viviendas que vierten directamente, diagnóstico, diseño, construcción y socialización con la comunidad

3. Se menciona dificultades con la comunidad referente a la legalización de predios y crecimiento urbanístico, además de Empresas Públicas de Medellín EPM con la diferencia de conceptos de las subdirecciones de diseño, operación y mantenimiento

Terminada la reunión, se relaciona documentos de soporte del desarrollo del proyecto "Disminución de la contaminación de quebradas en el Valle de Aburra mediante el manejo adecuado de las aguas residuales domesticas a través de sistemas no convencionales en sitio de difícil recolección"


Carolina Henao Garcia

Universidad de Antioquia


Diego Luis Tamayo Ruiz

Area Metropolitana del Valle de Aburra

Anexo 2. Acta de entrega de alcantarillado del Área Metropolitana a municipio de Bello

Area
METROPOLITANA
DEL VALLE DE ABURRÁ

Lugar: 1 ACTA DE ENTREGA *delo Pdl*
Hora: *10:51 am*
Fecha:
Asistentes:
OSCAR ANDRÉS PEREZ MUÑOZ
MAURICIO FACIOLINCE PRADA
GUSTAVO CÓRDOBA GARCIA

Antecedentes

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá adelantó en su Municipio con recursos de lasas retributivas el proyecto "DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE QUEBRADAS EN EL VALLE DE ABURRÁ MEDIANTE EL MANEJO ADECUADO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS A TRAVÉS DE SISTEMAS NO CONVENCIONALES EN SITIOS DE DIFÍCIL RECOLECCIÓN" el cual consistió en la recolección de las descargas de aguas residuales de las viviendas adscritas a las quebradas La Madera, La Loca, Montañita, Santa Rita, Pomal y Merizalde. En desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo las actividades:

- Reconocimiento de campo.
- Recolección de información existente.
- Recopilación proyectos existentes.
- Información de redes de servicios públicos.
- Inventario de viviendas que vierten directamente.
- Diseño de colectores no convencionales.
- Divulgación y socialización del proyecto con la comunidad.

Con este proyecto se disminuyó la contaminación de las fuentes de agua por descargas de aguas residuales en la zona urbana del municipio y condujitas hasta el sistema de alcantarillado convencional que existe en el municipio.

Una vez se inicia el proceso y las gestiones con la Empresas Públicas de Medellín, se socializó el proyecto con todos los municipios del Valle de Aburrá y estos mediante comunicaciones dirigidas al Área Metropolitana del Valle de Aburrá manifestaron su interés en que las quebradas de sus municipios se incluyeron a

Calle 41 No. 53 07 • Conmutador 385 60 00 • Fax 262 3201 • A. A. 141 • Atención al Usuario 385 60 00 Ext. 104 - 135 -138
www.metrovalle.gov.co • Tel. 800 994 422.3 Medellín, Colombia

Area
METROPOLITANA
DEL VALLE DE ABURRÁ

(Paga clic aquí y escriba el contenido y/o asunto)

en el programa, el Municipio de Bello solicitó la inclusión de las quebradas La Madera, La Loca, Montañita, Pomal y Merizalde en el proyecto mediante comunicación del 15 de julio de 2005, radicada en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con el No. 9192 el 15 de abril de 2005, en la cual se relacionó cada una de las quebradas con la cantidad aproximada de viviendas a atender.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá suscribió el contrato No. 518 de 2006 con IDC Inversiones para la DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE QUEBRADAS EN EL VALLE DE ABURRÁ MEDIANTE EL MANEJO ADECUADO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS A TRAVÉS DE SISTEMAS NO CONVENCIONALES EN SITIOS DE DIFÍCIL RECOLECCIÓN, dentro del cual se incluyeron las quebradas La Madera, La Loca, Montañita, Pomal y Merizalde.

Paralelamente la Entidad suscribió el Convenio Interadministrativo N° 394 de 2007 con la Empresas Públicas de Medellín "POR MEDIO DEL CUAL LAS PARTES ACUERDAN LAS CONDICIONES DE ACCESO AL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE ENTREGA A LAS EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO NO CONVENCIONALES CONSTRUIDAS POR EL AREA METROPOLITANA EN ASENTAMIENTOS SUBNORMALES" en el que se establecen las condiciones con base en las cuales las Empresas Públicas recibirán el proyecto para su operación y mantenimiento.

Durante la construcción de los colectores no convencionales se llevaron a cabo reuniones con los propietarios de las viviendas que vierten a la quebrada directa o indirectamente a través de otras viviendas a las cuales se les informó todo lo relacionado con el proyecto, su origen, características, especificaciones, su forma de operar además de orientarse sobre el uso y manejo adecuado de los residuos de cada una de las viviendas para garantizar la efectividad de este.

En las reuniones de socialización se informó que la operación y mantenimiento del tramo debe quedar en manos del operador natural del servicio que es el Municipio a través de la Secretaría que designe, además de la información directa que se dio en el campo por parte de Interventoría y contratista. La operación y mantenimiento después de la entrega a la red de EPM estará a cargo de esta última.

Así mismo, se informa que el diseño de estos tramos no considera la inclusión de nuevos usuarios por lo que se solicita a la Administración no autorizar nuevas construcciones para no aumentar los riesgos asociados a estas. El alcantarillado no convencional se diseñó y construyó en zonas de retiro o zonas invadidas pero consolidadas en el tiempo, las cuales son de difícil reubicación por diferentes factores, por lo tanto es importante aclarar que autorizar

Calle 41 No. 53 07 • Conmutador 385 60 00 • Fax 262 3201 • A. A. 141 • Quejas y Reclamos 262 30 48 385 6000 Ext. 127
www.metrovalle.gov.co • Tel. 800 994 422.3 Medellín, Colombia

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO NO CONVENCIONALES EN ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO. CASO DE ESTUDIO QUEBRADA EL POMAL, BELLO, ANTIOQUIA


METROPOLITANA
del Valle de Aburrá

[Pega clic aquí y escribe el testimonio y/o asunto]

nuevas construcciones sólo agravaría la situación de estas personas y fomentaría el desorden urbanístico.

Con la comunicación con radicado No. 10401-1701 del 23 de febrero de 2009 el Área Metropolitana del Valle de Aburrá entregó un CD con la siguiente información del proyecto:

- Introducción, metodología utilizada
- Planos de localización
- Listado de información consultada
- Acta de recorrido
- Diagnóstico
- Inventarios sociales
- Inventario de viviendas y descargas
- Divulgación y socialización
- Topografía
- Diseño
- Memorias de cálculo
- Permisos de paso y actas de vecindad

El alcantarillado no convencional no puede constituirse en una razón para legalizar propiedades que fueron construidas ilegalmente o que pretendían ampliarse porque no es el objetivo de la inversión, la cual pretende disminuir la contaminación por descargas aguas residuales, efecto este que se consiguió en las quebradas intervenidas al reducirse sustancialmente la contaminación por descargas en más de un 95% y sobre todo la disminución de olores y acumulaciones de material de desechos orgánicos en la quebrada.

De acuerdo con lo anterior se hace entrega de la infraestructura del alcantarillado no convencional construido en el Municipio por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para que sea operado y mantenido por el Municipio de Bello. El Municipio se compromete con el mantenimiento y operación para garantizar el buen funcionamiento de la obra, así como de informar al Área Metropolitana del Valle de Aburrá, dentro del periodo de vigencia de la póliza, cualquier deterioro presentado, incluyendo calidad y estabilidad de la obra de tal manera que se garantice el saneamiento de las quebradas, así como el mantenimiento de las condiciones ambientales que se generaron con dicha construcción.

La Comunidad, se compromete a proteger y preservar la obra entregada, con el fin de garantizar su durabilidad.

Calle 41 No. 53 07 - Consultador 385 6000 - Fax. 262 2201 - A. A.141 - Quejas y Reclamos 262 36 46 385 6000 Ext. 127
www.metroval.gov.co - NL 850.984.423.3 Medellín - Colombia


METROPOLITANA
del Valle de Aburrá

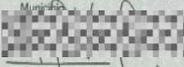
[Pega clic aquí y escribe el testimonio y/o asunto]

Hace parte integrante de la presente acta los documentos generados, que se remitirán a la Secretaría de Obras Públicas, una vez sean entregados por parte de la Interventoría y el Contratista.

Medellín, 10 de julio de 2009


OSCAR ANDRÉS PEREZ MUÑOZ
Municipio de Bello


MAURICIO FACOLINCE PRADA
Área Metropolitana del Valle de Aburrá


GUSTAVO CORDOBA GARCIA
Subdirección Proyectos Área Metropolitana

Anexo 3. Red de monitoreo ambiental del agua superficial en el Valle de Aburrá



Anexo 4. Comparación de resultados campaña de monitoreo del 19 de febrero de 2020 con los objetivos de calidad del río Aburrá-Medellín Resolución Metropolitana 2016 de 2012 largo plazo 2017-2022

ESTACIÓN	CÓDIGO	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	pH (U. de pH)	OD (mg/L)	SST (mg/L)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)	NTK (mg/L)	P TOTAL (mg/L)	GRASAS Y ACEITES (mg/L)	COLOR VERDADERO (UPC)
Reserva Alto de San Miguel	E0	3.04	10.00	6.76	7.74	5.00	27.55	1.00	0.05	8.00	10.00
San Miguel	E1	3.04	10.00	7.67	7.13	5.00	36.77	1.00	0.05	8.00	10.00
Primavera	E2	3.04	10.00	7.19	7.39	11.00	68.77	1.00	0.09	8.00	10.00
Ancón Sur	E3	30.00	58.90	7.96	6.45	30.00	182.15	7.14	0.81	8.00	17.28
Antes de San Fernando	E5	30.20	54.20	7.62	6.43	36.00	254.46	10.00	1.33	9.00	22.28
Después de San Fernando	E6	31.20	61.60	7.45	5.84	31.00	573.31	17.30	1.17	16.00	52.46
Aula Ambiental	E8	125.00	224.00	7.75	3.02	107.00	572.31	24.90	3.13	29.00	102.03
Puente Acevedo	E9	59.30	110.00	7.57	2.05	107.00	561.31	22.60	2.26	16.00	47.29
Puente Machado	E11	120.00	209.00	7.46	2.21	342.00	618.54	23.80	2.84	19.00	49.48
Niquía	E21	100.00	192.00	7.26	0.97	328.00	673.62	32.60	4.12	18.00	74.72
Ancón Norte	E12	78.90	168.00	7.57	1.00	242.00	672.39	30.20	3.65	13.00	87.68
Parque de las Aguas	E14	53.80	121.00	7.42	1.01	196.00	836.62	25.00	2.83	8.00	74.24
Papelsa	E16	10.10	24.80	7.42	6.68	79.00	283.08	8.40	0.73	8.00	61.31
Puente Gabino	E20	7.01	13.10	7.48	6.85	104.00	289.00	7.94	0.78	8.00	55.95