

Elaboración de un Programa de uso eficiente y ahorro de agua para el acueducto veredal de El Porvenir, sector 3 en el municipio de Itagüí, en cumplimiento de la ley 373 de 1997.

Autor

Laura María Rieder Bayona

Asesores

Nora Elena Villegas Jiménez
Cristian Camilo Puerta Lopera

Lugar de práctica

Secretaría de Medio ambiente
Municipio de Itagüí

Facultad

Facultad de Ingeniería

Programa académico

Ingeniería Ambiental

Universidad de Antioquia

2019



Elaboración de un Programa de uso eficiente y ahorro de agua para el acueducto veredal de El Porvenir, sector 3 en el municipio de Itagüí, en cumplimiento de la ley 373 de 1997.

Resumen

La degradación acelerada de los ecosistemas se ha convertido en un tema de relevancia debido a los problemas generados en el cambio de bienestar de la población, uno de los más graves, sin duda alguna es el estrés hídrico y el riesgo al desabastecimiento de agua. Por esta razón, actualmente existen gran cantidad de instrumentos de planificación en torno a la gestión integral del recurso hídrico; como lo es el programa de uso eficiente y ahorro de agua establecido en la ley 373 de 1997, cuya promulgación es una herramienta que busca la reducción en los consumos de agua.

Con el fin de que las entidades administrativas del municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia se fortalezcan en la inclusión participativa de las comunidades veredales, se realizó este programa para el acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir.

La administración municipal a través de las secretarías del Medio Ambiente y de infraestructura, mediante la elaboración de este programa buscan establecer un apoyo al programa de “Fortalecimiento de las juntas administradoras de acueductos rurales” con el fin de que se siga prestando el servicio haciendo un uso sostenible del recurso hídrico, conservando y protegiendo las zonas en las cuales nacen sus fuentes abastecedoras ya que pertenecen a la figura Distrito de Manejo Integrado Divisoria del Valle de Aburrá-Río Cauca (DMI DVARC). Es por esta razón que dentro del programa se incluyeron indicadores de protección de la cuenca abastecedora de este acueducto.

Con los resultados obtenidos del diagnóstico general, se encontró que: la población carece de conciencia ambiental, existe una problemática grave en cuanto a disposición de residuos sólidos, se evidenció un fuerte descontrol en el crecimiento poblacional y con esto, el aumento de la demanda hídrica; esto se pudo observar a través del aumento exagerado en el consumo de agua mensual en m³, también, se logró identificar un problema grave de deforestación mediante incineración de residuos sólidos de gran tamaño. Se hizo un estudio hidrológico completo de la microcuenca abastecedora y se calculó el índice de uso de agua, según lo establecido por el IDEAM en el ENA 2014 y se obtuvo que la presión supera las condiciones de la oferta en un estado crítico. A través de los principales problemas identificados, se propuso una serie de proyectos a través del establecimiento de indicadores de gestión, encaminados al ahorro y uso eficiente de agua, a satisfacer las necesidades de la población, aumentar la eficiencia del sistema de acueducto y disminuir progresivamente el estrés de la microcuenca.

TABLA DE CONTENIDO:

1	Introducción.....	4
2	Objetivos	5
2.1	Objetivo general.....	5
2.2	Objetivos específicos	5
3	Marco Teórico	6
4	Metodología.....	¡Error! Marcador no definido.
5	Resultados y análisis.....	9
5.1	Información general del acueducto veredal la esperanza de el porvenir	9
5.2	Diagnóstico	12
5.2.1	Vereda el Porvenir – Caño porvenir, Itagüí, Antioquia:.....	12
5.2.2	Caracterización Morfométrica de la cuenca abastecedora.....	23
5.2.3	Diagnóstico técnico y operativo del sistema de acueducto:.....	29
5.3.	Línea base de oferta de agua	39
5.3.1	Riesgos asociados a la oferta hídrica (antrópicas, naturales):.....	39
5.3.2	Identificación de otras fuentes alternas:.....	39
5.3.3	Oferta hídrica total:.....	39
5.4.	Línea base de demanda de agua.....	41
5.4.1	Número de suscriptores:.....	41
5.4.2	Consumo de agua por usuario o suscriptor:.....	41
5.4.3	Proyección de una demanda anual:.....	42
5.4.4	Índice de uso de agua:.....	43
5.4.5	Porcentaje de pérdidas:.....	43
5.4.6	Fuentes probablemente futuras de vertimientos y usos del suelo:.....	44
5.5.	OBJETIVOS DEL PROGRAMA	44
5.5.1	Objetivo general del programa:.....	44
5.5.2	Objetivos específicos del programa:.....	44
5.6.	PLAN DE ACCIÓN PARA EL PUEAA.....	45
5.6.1	Proyectos propuestos:.....	45
5.6.2	Inclusión de metas e indicadores:.....	48
6	Conclusiones.....	50
7	Referencias Bibliográficas	51

1. INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso vital más importante para configurar la vida como se conoce en el planeta Tierra, es clave en la formación de ecosistemas y hábitats. Es indispensable en la determinación del desarrollo económico y social; las comunidades humanas demandan agua para la satisfacción de sus necesidades básicas y primordiales. Actualmente, el crecimiento exponencial de la población y la industria, invasión humana a cuencas importantes, la sobre-explotación de la tierra, entre muchas otras actividades humanas han dado lugar a la deforestación y la erosión y con ello, generado fuertes impactos ambientales negativos, algunos de ellos irreversibles tanto al recurso hídrico como al suelo y al aire.

Es por este motivo que han surgido movimientos y normativas con el fin de mejorar la gestión del recurso; estimular la adopción de un enfoque estratégico y sostenible para los recursos hídricos, incentivar a la planificación y los procesos de toma de decisiones continuos con gran interés político en la gestión integral del recurso hídrico (GIRH) [GWP, (2008)].

Colombia, a pesar de ser uno de los países más privilegiados en contar con una oferta hídrica considerable; su falta de gestión ha impedido el mantenimiento de esta y es por esta razón que cada día aumenta la vulnerabilidad, la amenaza y con esto: el riesgo al desabastecimiento del recurso hídrico.

La administración del municipio de Itagüí, en especial, de las secretarías del medio ambiente y de infraestructura se han interesado en presentar un apoyo al programa de fortalecimiento de las juntas administradoras de los sistemas de acueducto rural y dar cumplimiento a la ley 373 de 1997 la cual establece el deber de incorporar obligatoriamente un programa de ahorro y uso eficiente de agua (PUEAA) en los planes ambientales, regionales y municipales como un conjunto de proyectos y acciones elaborados por las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción eléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. [De Ambiente. (1997)].

Por lo anterior, el trabajo se enfoca en la realización de un programa de ahorro y uso eficiente de agua (PUEAA) para el acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir, sector 3, ubicada en el Municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia. A pesar de que este acueducto se abastece de una fuente muy pequeña y se encuentren limitantes como la falta de inventarios detallados y la poca información de la cuenca abastecedora.

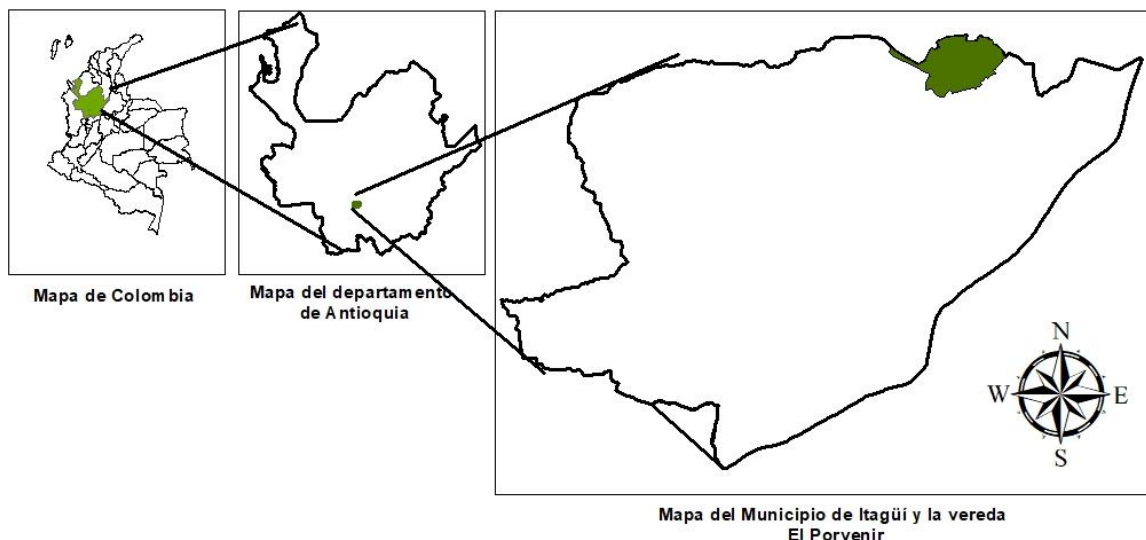


Figura 1. Ubicación geográfica de la vereda El Porvenir. Fuente: Adaptación propia.

Los programas de ahorro y uso eficiente de agua se elaboran de acuerdo a la estructura y contenido establecida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible mediante la Resolución 1257 de 2018. [De ambiente. (2018)].

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL: Diseñar un programa de uso eficiente y ahorro del agua para el acueducto veredal la esperanza de El Porvenir en el municipio de Itagüí, teniendo en cuenta la normativa actual vigente.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1. Diagnosticar el estado del sistema del acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir sector 3.
- 2.2.2. Plantear medidas que promuevan el cambio de hábitos en la población suscrita al acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir sector 3.
- 2.2.3. Formular acciones necesarias para fortalecer el buen funcionamiento del sistema de veredal la Esperanza de El Porvenir sector 3 como herramientas que aporten al fortalecimiento de la gobernanza del agua.

3. MARCO TEORICO

En los últimos años se han llevado a cabo diversos encuentros entre gobiernos y ONG'S debido a la creciente preocupación por el posible estrés hídrico y amenaza de escases de agua; en la cumbre Rio + 20 los líderes de las naciones; el agua fue un tema prioritario, el acceso al agua potable y a sistemas de saneamiento, la gestión integral del recurso hídrico y su papel en la economía central generan especial interés de la comunidad internacional especialmente en garantizar el consumo para las comunidades. [ONU, P. (2016)]. Otra gran preocupación es el mercado que exige productos que consumen demasiada agua, tales como la carne, y esta demanda tiende a crecer con el desarrollo económico, aumentando así drásticamente la demanda de agua en la agricultura. [ONU, P. (2016)].

En el encuentro Agua y Clima, Encuentro de los Grandes Ríos del Mundo celebrado en Roma se propone involucrar a los legisladores y tomadores de decisiones en un dialogo para establecer y mejorar el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y servicios sanitarios y utilizar las cuencas hidrográficas como unidad de planificación territorial, de tal manera que se puedan elaborar e implementar planes para cada unidad, considerando que éstas acogen una enorme biodiversidad, proporcionan alimentos, suministran agua, generan electricidad y son una fuente importante de productos forestales. [Saavedra, et al (2004)].

En 1996 nace La Asociación Mundial para el Agua (GWP por sus siglas en inglés) es una red internacional cuya visión es la de un mundo donde esté garantizada la seguridad hídrica. La misión de GWP es apoyar el desarrollo y gestión sostenible de los recursos hídricos en todos los niveles.

La presión sobre los recursos hídricos pone de manifiesto las interdependencias hidrológicas, sociales, económicas y ecológicas que existen en las cuencas hidrográficas y acuíferas. Dichas interdependencias exigen enfoques más integrados para el desarrollo y la gestión de los recursos del agua y de la tierra. Existe una relación dinámica entre las partes interesadas de las cuencas y los gobiernos centrales, que deben trabajar en forma conjunta para asegurar la viabilidad de sus decisiones con el fin de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. [GWP, I. (2009)].

El enfoque de gestión integral del recurso hídrico GIRH ayuda a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Reconoce los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan del agua, y las necesidades del medio ambiente, y da una guía a los tomadores de decisiones de cómo actuar frente a ello. [GWP, I. (2009)].

En Colombia, el ordenamiento de cuencas se encuentra incluido como meta en los Planes Nacionales de Desarrollo y con seguimiento en el sistema de gestión y seguimiento a las metas de gobierno (SIGOB), para aquellas cuencas abastecedoras de agua para capitales de departamento o municipios con poblaciones mayores de 50.000 habitantes, con índice de escasez entre medio y alto. [PNGRH, De ambiente (2010).]

El espacio geográfico o la unidad espacial de gestión donde se va a aplicar la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGRG) es la cuenca hidrográfica. En este espacio confluyen los tres actores clave: los usuarios, mediante los usos del suelo, concesión de aguas, licencias ambientales, vertimientos, planes de ahorro y uso eficiente etc. Las autoridades ambientales mediante el instrumento POMCA, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de los espacios naturales y los entes territoriales mediante los planes departamentales de agua, con su inversión del uno por ciento para la compra de predios, planes de saneamiento, Planes de ordenamiento del territorio, planes de gestión integral de residuos sólidos, reglamentos de agua, etc. ya que, interactúan a través de los instrumentos que la Política para la GIRH ha puesto a su disposición. [PNGRH, De ambiente (2010)]. Es en la cuenca hidrográfica, donde se mide el cumplimiento de las metas nacionales de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y las específicas que se definen en el Plan Hídrico Nacional, mediante el cumplimiento de los indicadores de dichas metas planteadas. [PNGRH, De ambiente (2010)].

Colombia mediante la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico, establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para un buen manejo del recurso. Entre los objetivos y estrategias se incluyó el Uso Eficiente y sostenible del agua: esta estrategia se orienta al fortalecimiento e implementación de procesos y tecnologías, que incentiven el cambio de hábitos; propone desarrollar las siguientes estrategias: [PNGRH, De ambiente (2010)].

- Incrementar tecnologías ahorradoras y uso eficiente del agua.
- Adoptar programas de reducción de pérdidas.
- Implementar programas de uso eficiente y ahorro de agua.
- Implementar programas de educación para el uso eficiente y ahorro de agua.

El uso eficiente es aquel que procura el mejor uso de tecnologías, procesos y actividades relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico. No solo las actividades económicas son sujeto de ahorrar agua, sino todo el sector doméstico, el cual, aporta uno de los más grandes consumos de agua a nivel nacional como suscriptores del servicio de acueducto, las prácticas de este sector inciden directamente en el Programa de ahorro y uso eficiente de agua de las empresas prestadoras de este servicio. [De Ambiente. (1997)].

El Programa de ahorro y uso eficiente de agua debe contener instrumentos que permitan analizar los mecanismos para implementarlo, evaluarlo y determinar cómo mejorar de manera sistemática y permanente. [De Ambiente. (1997)]. Los acueductos veredales también son objeto de presentar los programas de uso eficiente y ahorro del agua. [De Ambiente. (1997)].

El ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible y las corporaciones autónomas regionales han establecido diferentes guías para llevar a cabo la buena gestión de las cuencas que abastecen acueductos, por lo que, se hace indispensable llevar a cabo manuales, programas y planes para garantizar la perduración en el tiempo del recurso hídrico. Por ello, el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible formula la resolución 1257 e 2018 como guía del contenido de un programa de uso eficiente y ahorro de agua. [De ambiente. (2018)]. La corporación autónoma regional en

jurisdicción del acueducto veredal el porvenir, emitió por resolución 19097 de enero del 2014 la adopción del manual de uso eficiente de agua. [Corantioquia. (2014)].

4. METODOLOGÍA

El programa de ahorro y uso eficiente de agua para el acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir se realizó mediante las siguientes fases:

- 4.1.** La primera fase del estudio consistió en una revisión de información de los principales planes del Municipio de Itagüí:
 - 4.1.1. Lectura del Plan de Ordenamiento Territorial 2007-2019 del municipio de Itagüí, con el fin de encontrar un diagnóstico de usos del suelo, inventario de obras hidráulicas, Distrito de Manejo Integrado divisoria del valle de Aburrá-Río Cauca (DMI DVARC).
 - 4.1.2. Lectura del Plan de Acción 2016-2019 con el fin de identificar los principales objetivos ambientales en este lapso de tiempo.
 - 4.1.3. Revisión de información, normativa actual vigente en todo lo relacionado con Programas de uso eficiente y ahorro de agua.

- 4.2.** La segunda fase del estudio consistió en realizar un diagnóstico completo del sistema de acueducto, se hizo revisión de información y análisis completo de la comunidad suscriptora a este sistema. Se realizaron varias visitas de campo, reuniones con la junta administradora del acueducto, juntas de acción comunal y secretarías que han intervenido allí con el fin de:
 - 4.2.1. Conocer el sistema de acueducto veredal, revisando el estado de su infraestructura, su funcionamiento y sus principales deficiencias.
 - 4.2.2. Conocer la cuenca abastecedora del acueducto veredal, conocer sus principales características y realizar aforos para determinar el caudal del sistema de captación, este se hizo mediante el método volumétrico (con balde volumétrico y cronometro).
 - 4.2.3. Levantar información respecto al consumo de agua en m³ de la comunidad suscriptora al sistema de acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir.
 - 4.2.4. Conocer la vereda, levantar información socio-económica, demográfica, física y biótica.
 - 4.2.5. Levantar información legal del acueducto veredal, conocer su matrícula, registro en cámara de comercio, resolución que otorga la concesión de agua superficial y caudal que se entrega, así como también, las personas encargadas de la Junta administradora del mismo.

- 4.3.** La tercera fase del programa consistió en solicitar información cartográfica para realizar la georreferenciación de la cuenca abastecedora:
 - 4.3.1. Se solicitó información a la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia de la actualización del POMCA de Río Aburrá, con el fin de conocer la unidad hidrológica a la cual pertenece la microcuenca del “Caño porvenir”.
 - 4.3.2. Se solicitó información al departamento administrativo de Planeación del municipio: curvas de nivel, red hidrológica del municipio de Itagüí, cartografía del límite municipal, de

las veredas, barrios y comunas del municipio, lugares de captación de agua para acueductos veredales y demás información cartográfica conveniente para este estudio.

4.3.3. Se solicitó información al Sistema de Alerta Temprana del valle de Aburrá (SIATA) con el fin de conocer variables como temperatura y precipitación de estaciones cercanas a la Microcuenca del “Caño porvenir”.

4.4. La última fase consistió en realizar la agrupación de esta información y elaborar los distintos mapas, utilizando sistemas de información geográfica como ArcGis con el fin de obtener la información hidrológica necesaria de la cuenca abastecedora.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.6.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ACUEDUCTO VEREDAL LA ESPERANZA DE EL PORVENIR

5.1.1. Persona Natural / Persona Jurídica: Pública o Privada:

Por acta número 001 del 11 de septiembre de 2017 de la asamblea de constitución, registrado en la cámara de comercio bajo el número 11868 del libro I del registro de entidades sin ánimo de lucro el 09 de octubre de 2017, se inscribe: la constitución de persona jurídica denominada asociación administradora acueducto veredal La Esperanza. Se certifica que la entidad sin ánimo de lucro obtuvo su personería jurídica el 09 de octubre de 2017 bajo el número 55-00000002010-12 otorgada por cámara de comercio, y que la duración de la persona jurídica (vigencia) es hasta el 10 de septiembre de 2032.

5.1.2. **Nombre:** Por acta número 02 del 29 de mayo de 2018 de asamblea de asociados, registrado en la cámara de comercio bajo el número 12285 del libro I del registro de entidades sin ánimo de lucro el 27 de junio de 2018, fueron nombrados:

COMITÉ ADMINISTRADOR:

Presidente: Betancurt Gómez Leidybel

Tesorero: Montoya Morales Ana Patricia

Secretario: Montoya Torres Maria Camila

Vicepresidente: Echavarría Agudelo María Neida

Vocal: Urrego Anyi Paola

Vocal: Agudelo Suarez Diana Patricia

Vocal: Echavarría Pérez Gerardo

Fiscal: Chaverra Merly

La Asociación Administradora Acueducto Veredal La Esperanza, no ha realizado la inscripción en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos - RUPS, no ha reportado inicio de operaciones y revisada la obligación del reporte de información el Sistema Único de Información - SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSSD, se encuentra que no se le ha asignado usuario y contraseña y con respecto al reporte de información, se encuentra que no se ha hecho ningún reporte

Con respecto al control de legalidad de los estatutos se encuentran actualizados en los temas aspectos tales como usuarios, prestación del servicio, cobros, facturas, concordante con la ley general de servicios públicos domiciliarios y con la reglamentación expedida por las autoridades del sector, Comisión de Regulación de Agua potable - CRA y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD.

5.1.3. Número de identificación tributaria (NIT): 901122011-3

5.1.4. Matricula (Inscripción): Certificado de existencia y representación legal o de inscripción de documentos. Con fundamento en las inscripciones del Registro de Entidades sin Ánimo de Lucro y de la Economía Solidaria.

INSCRIPCIÓN NO : S0002010

FECHA DE INSCRIPCIÓN : OCTUBRE 09 DE 2017

ULTIMO AÑO RENOVADO : 2018

FECHA DE RENOVACION DE LA INSCRIPCIÓN : MARZO 16 DE 2018

ACTIVO TOTAL : 502,466.00

GRUPO NIIF : GRUPO II

ACTIVIDAD PRINCIPAL : E3600 - CAPTACION, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA

ACTIVIDAD SECUNDARIA : E3700 - EVACUACION Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

5.1.5. Código CIU (Sector industrial)

Sección	División	Grupo	Clase	Ejemplo de actividad Económica	CIU 3.1 AC
E	36	360	3600	Potabilización del agua	4100

Figura 2. Código CIU, actividad económica y sector industrial. Fuente: Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIU) Revisión 4 Adaptada para Colombia (A.C.) DANE.

Actividad Económica y Notas Explicativas: 3600 Captación, tratamiento y distribución de agua. [Bustamante, J. (2012)].

Esta clase incluye:

- La operación de canales de irrigación; sin embargo, no están incluidos los servicios de riego a través de aspersores ni servicios similares de apoyo para la agricultura.
- La captación; el tratamiento y la distribución de agua para uso doméstico e industrial. La captación de agua de varias fuentes, así como también su distribución por diversos medios.
- La captación de agua de ríos, lagos, pozos, etc.
- La captación de agua lluvia.
- La potabilización de agua para fines de distribución de agua.
- El tratamiento de agua para uso industrial y otros propósitos relacionados.
- La desalinización de agua de mar o agua subterránea para producir agua como principal producto de interés.
- La distribución de agua mediante redes de tuberías, camiones u otros medios.

Esta clase excluye:

- La operación de equipo de irrigación para usos agrícolas. Se incluye en la clase 0161, “Actividades de apoyo a la agricultura”.
- El tratamiento de aguas residuales. Se incluye en la clase 3700, “Evacuación y tratamiento de aguas residuales”.
- El transporte de agua por tuberías (grandes distancias). Se incluye en la clase 4930, “Transporte por tuberías”.

POR ACTA NÚMERO 02 DEL 29 DE MAYO DE 2018 DE ASAMBLEA DE ASOCIADOS, REGISTRADO EN LA CÁMARA DE COMERCIO BAJO EL NÚMERO 12285 DEL LIBRO I DEL REGISTRO DE ENTIDADES SIN ÁNIMO DE LUCRO EL 27 DE JUNIO DE 2018, FUERON NOMBRADOS:

5.1.6. Nombre Apoderado: Leidybel Betancurt Gómez

5.1.7. Número de identificación (C.C.): 1.018'426.642

5.1.8. Correo electrónico: leidybel8923@outlook.com

5.1.9. Dirección: Carrera 47A N° 59 77 – Municipio 05360 Itagüí

5.1.10. Teléfono: (+57) (4) 285-67-47

5.1.11. Celular: (+57) 323 433 6243

5.1.12. Nombre Representante legal: Echavarría Agudelo María Neida

5.1.13. Número de identificación (C.C.): 42'794.832

5.1.14. Nombre del fontanero y operador de la planta compacta: Crescenciano de Jesús Pulgarín Sánchez

5.1.15. Número de identificación (C.C.): 8'063.737

El señor Crescenciano comenzó sus labores como fontanero del acueducto en el mes de abril del año 2018, actualmente opera la planta todos los días; cumple con un horario de 8am a 11am y de 3pm a 5pm. Recibe un sueldo por parte de la junta administradora del acueducto de 1SMMLV.

Sus funciones son las siguientes:

- Vigilar y conservar el buen estado de la microcuenca.
- Operar y mantener las instalaciones, equipos de bombeo, las redes y la estructura del acueducto.
- Realizar la limpieza y mantenimiento de las distintas estructuras (captación, aducción, almacenamiento, conducción y distribución).
- Hacer las reparaciones de los daños que se presenten en las redes.
- Instalar las acometidas en las viviendas en los usuarios nuevos.
- Leer los medidores y repartir las facturas de cobro del servicio de acueducto.
- Cambiar los medidores en mal estado.
- Localizar las fugas y daños dentro de sus viviendas cuando estos no son visibles y reportar en las distintas secretarías.
- Realizar el control de pH total y residual.
- Control del cloro total y residual.

5.6.2. DIAGNOSTICO

5.2.1. Vereda El Porvenir – Caño porvenir, Itagüí, Antioquia: La situación ambiental actual del recurso hídrico, considerando que el acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir se abastece de la microcuenca cercana “Caño porvenir” y teniendo en cuenta los aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, diagnóstico social, reglamentaciones, diagnóstico de obras hidráulicas, usos del suelo e inventario de vertimientos, asociados a su actividad es la siguiente:



Figura 3: Cuchilla Manzanillo – Vereda el Porvenir Itagüí, Antioquia, Colombia. Fuente: Obtención propia.

– Diagnostico demográfico y social:

La Vereda El Porvenir, está localizada al Norte de la cabecera municipal, y tiene como límites geográficos la cuenca de la quebrada La Guayabala (Municipio de Medellín) al Norte, la quebrada La Jabalcona al Oriente, la cual se constituye como el límite natural que separa los municipios de Itagüí y Medellín, al Sur limita con los Barrios Colinas del Sur y Santa María N°3, y al Occidente con la quebrada La Calabacera y la Vereda El Ajizal.

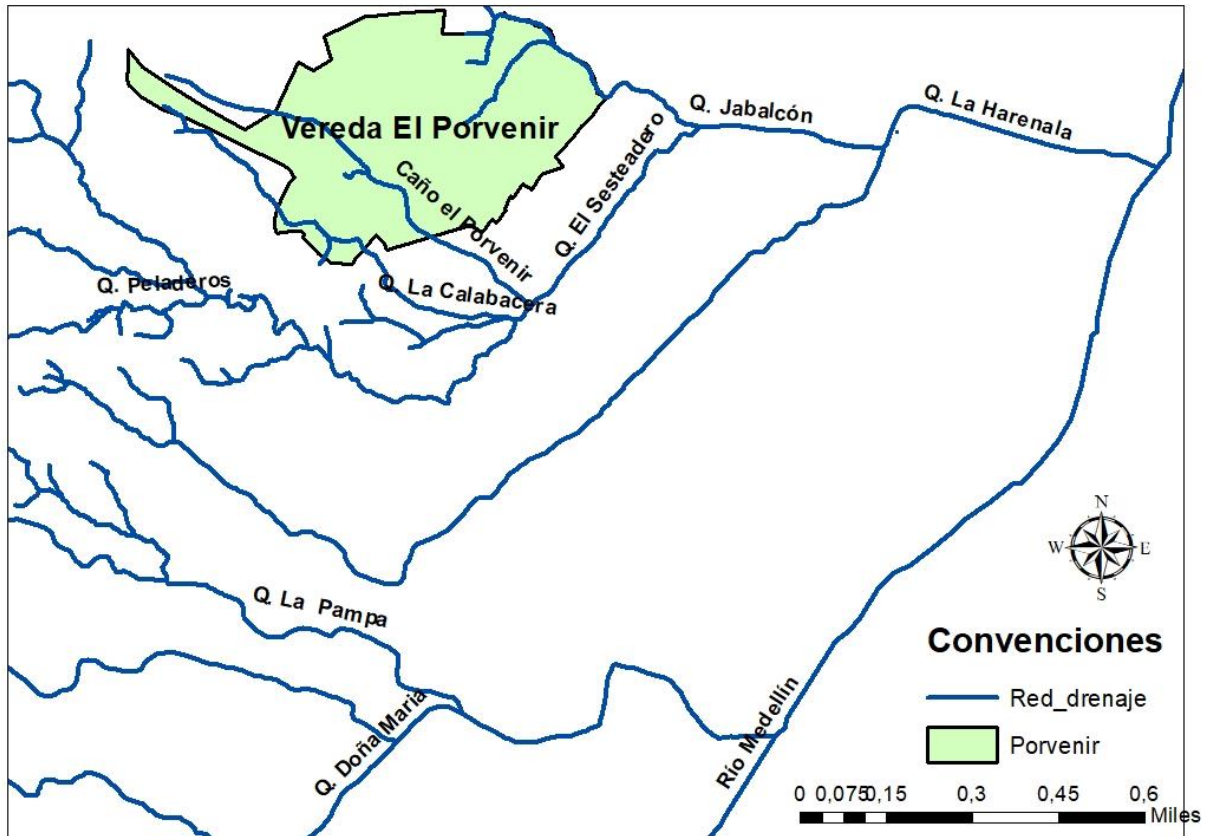


Figura 4: Vereda El Porvenir y red de drenaje municipio de Itagüí. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia.

La vereda el Porvenir es una de las 8 veredas que conforman el corregimiento o pico manzanillo, según datos del plan del corregimiento, actualmente en formulación por la secretaría de Infraestructura; la vereda el Porvenir tiene aproximadamente 3.659 habitantes. [Bedoya López et al, 2017].

El acceso de servicios públicos se encuentra especialmente cubierto por electricidad, telecomunicaciones y el servicio que presenta la mayor dificultad es el de acceso al agua potable, ya que existen tres sectores de los cuales, el sector 3 no cumple con las especificaciones técnicas de EPM para satisfacer el servicio de acueducto, ya que se excede la cota de altura y la presión del sistema no es suficiente para el suministro de agua potable en esta región. Por esta razón, el servicio de acueducto se satisface a través del acueducto veredal de El Porvenir.

Según el Censo e informe final elaborados por la Secretaría de Infraestructura; con cohorte diciembre del año 2018, el acueducto veredal La esperanza de El Porvenir cuenta con 79 suscriptores; con un total de 296 personas; de las cuales; la población menor de edad corresponde al 37% de la población total; la población que se encuentra entre los 18 y 64 años corresponde al 57,02% y la población adulta mayor corresponde a un 5,37%. Aunque, actualmente existe un conflicto poblacional, debido a la migración de personas de Venezuela al país, quienes se están asentando sin permisos, construyendo viviendas en baja calidad y están utilizando el recurso hídrico del acueducto veredal La esperanza de El Porvenir.

En la vereda El Porvenir sector 3 se tienen distintos problemas de orden social y de tipo administrativos, puesto que no existen los recursos suficientes para sostenimiento y administración del acueducto que establezca un control en los pagos por consumo en cada hogar; entre la problemática social, se encuentran actores que de distintas maneras impiden el recaudo monetario completo que se necesita para llevar el recurso a cada hogar. A su vez, este es un problema administrativo y de gobernabilidad, pues el estado debe intervenir mucho más en proyectos con esta comunidad. En el diagnóstico realizado a través de este programa se encuentran personas que en su mayoría presentan un bajo nivel educativo y de conciencia ambiental. Lo cual genera distintas presiones al recurso hídrico, las más graves y fuera de control son:

- Manejo inadecuado de los residuos sólidos generados en cada hogar, puesto que se identifican zonas de acumulación de desechos tanto en el barrio como en los pastizales aledaños a la microcuenca del “Caño porvenir”.
- Quema de colchones, mueblería y demás residuos de gran tamaño, lo cual presenta un gran impacto negativo al material vegetal de la zona mediante la deforestación.

(a)



(b)



(c)

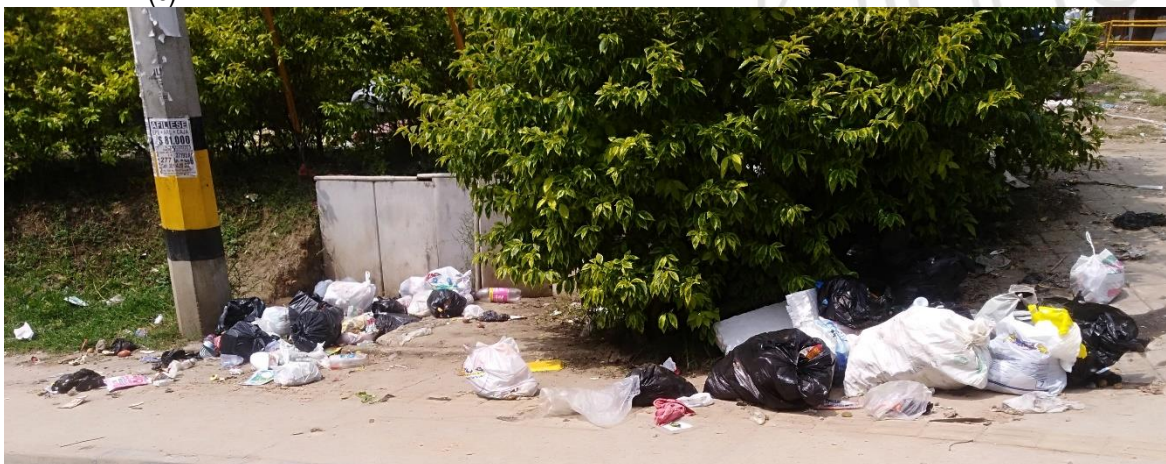


Figura 5 (a)(b)(c): Diagnostico social y presiones al recurso hídrico de la vereda El Porvenir, municipio de Itagüí. Fuente: Obtención propia.

- **Aspectos físicos:** La principal condición en la que viven las personas en esta vereda es vulnerable, puesto que la microcuenca “Caño porvenir” está en una zona de media-alta montaña, un suelo de carácter inestable y con tendencia a presentar fuertes deslizamientos como el ocurrido en el mes de mayo del año 2017; así como lo muestra la *Figura 6*, el riesgo de la vereda El Porvenir a presentar movimientos en masa, es bajo en un porcentaje alto, pero de igual manera hay zonas que presentan riesgo medio y alto. [Concejo Municipal Itagüí, POT].

La construcción de viviendas ha ido en aumento y genera presión de tipo física. La microcuenca presenta múltiples afloramientos, pero de caudales bajos. En el mes de diciembre del año 2018 se realizó la remoción de cafetales, por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, los cuales eran un sustento para la comunidad, esto con el fin de empezar a llevar a cabo los proyectos de reforestación y protección ambiental de la zona. La microcuenca presenta alta pendiente en la zona de la primera captación y pendiente media en la zona de la segunda captación.

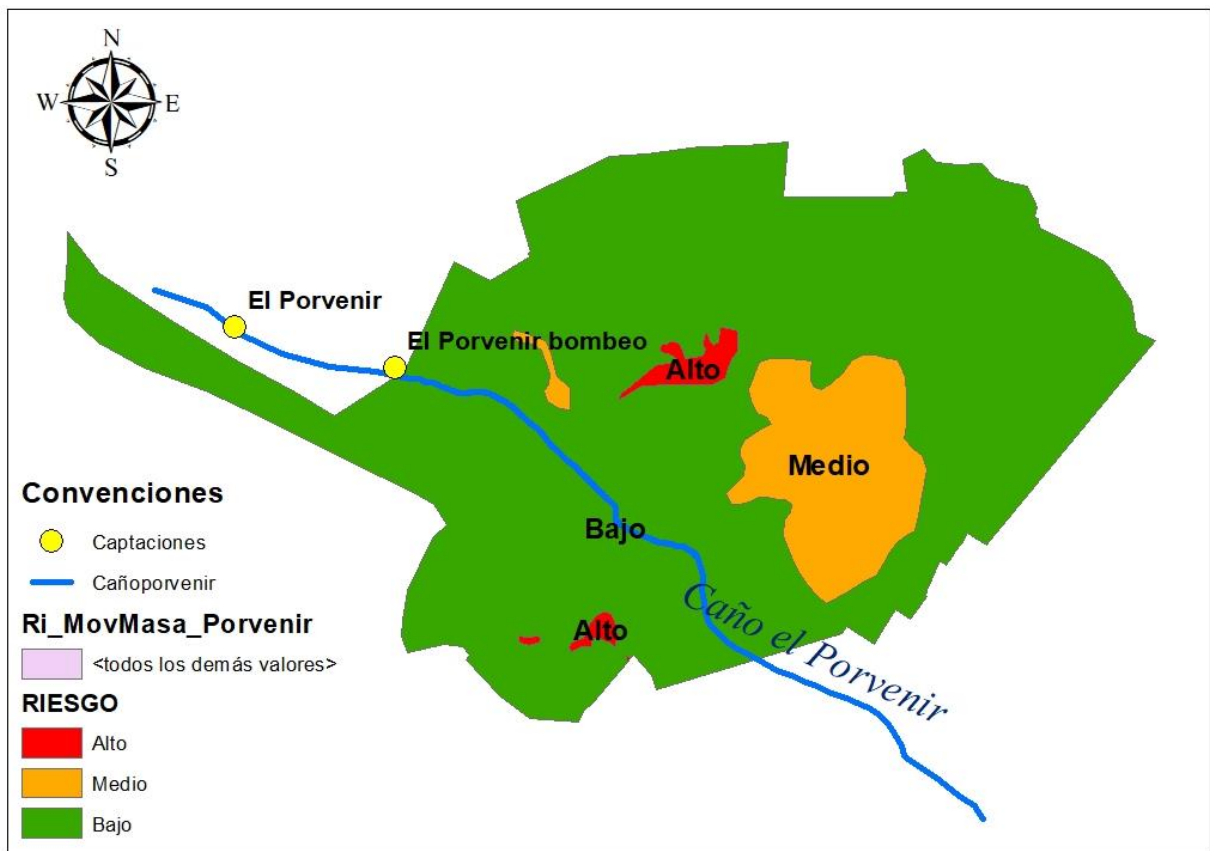


Figura 6: Riesgo movimientos en masa en la vereda El Porvenir. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia.

- **Aspectos bióticos:** La vegetación de la microcuenca “Caño porvenir” se caracteriza por poseer buena arborización, posee árboles *Gynerium sagittatum* más conocido como “caña brava”, *Guadua angustifolia* más conocido como “Guadua” y *Trichanthera gigantea* más conocido como “Quebra barriga” los cuales prestan el servicio de generar buen sombrío al cauce principal, evitando el ingreso de los rayos del sol de manera directa y con esto, la evapotranspiración del recurso hídrico. El fontanero del sistema de acueducto afirma que la micro-cuenca del Caño porvenir alberga gran cantidad de nichos biológicos: un pez conocido comúnmente como Barbudo, el cual no mide más de 20cm, muy común en las quebradas o riachuelos de corriente moderada a rápida, o también en periodos de lluvias cuando las quebradas se encuentran en periodos de caudales altos. Se han visto comunidades de aves como guacharacas, azulejos, barranqueros, turpiales. De comunidades terrestres se encuentran zarigüeyas, conejos de monte, armadillos entre otros importantes para la comunidad biológica de la zona.

(a)



(b)



Figura 7 (a)(b): *Trichanthera gigantea* y *Gynerium sagittatum* en la Microcuenca “Caño porvenir”.
Fuente: Obtención propia.

- **Aspectos económicos:** La población habitante de El Porvenir sector 3, se caracteriza por pertenecer a un estrato económico y social 1, la tarifa conveniente para el abastecimiento de agua potable es la misma para cada vivienda independiente del uso que se le dé. Existe una tarifa fija, ya que el catastro de usuarios no está discriminado por estrato socioeconómico, igualmente no se hace diferenciación por tipo de usuario. La tarifa establecida actualmente por el servicio de acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir es:

Consumo	Costo
Cargo Fijo	\$5.000 por vivienda suscrita
Consumo por m ³	\$1.000 por cada m ³ hasta un consumo 10m ³ \$3.000 por consumo de m ³ adicional al metraje asignado según el número de personas por vivienda (2m ³) por persona.

Tabla 1: Tarifa al consumo de agua para los suscriptores del acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir. Fuente: Elaboración propia.

La tesorería de la Junta Administradora del acueducto a parte del cobro que realiza por consumo de agua, realiza un cobro de \$5.000 pesos por vivienda suscrita como cargo fijo para el fondo del acueducto con el que se cubre: el sueldo del fontanero, el mantenimiento del acueducto, limpieza, adquisición de insumos para limpieza, insumos para el tratamiento del agua (Sulfato de Aluminio tipo B, Cal hidratada tipo N, pastillas de cloro al 75%), los análisis físicos, químicos y microbiológicos, el kit DPD # 1 para toma de muestras de pH y pH residual, de Cloro y Cloro residual, se cubre la instalación de los micro-medidores por vivienda y el mantenimiento de estos en caso de que en algún momento fallen. Se cubre el reemplazo de válvulas y algunas tuberías sencillas, los gastos en caso de daño y mantenimiento al sistema eléctrico, con este cargo fijo se sustenta también, las limpiezas de residuos sólidos desechados en las inmediaciones de la cuenca.

El municipio interviene con dinero para casos de mantenimientos más extremos, como: daño de las plantas de tratamiento, el mantenimiento de las mismas, re diseño de alguno de los procesos en el sistema de acueducto, renovación de tuberías y redes de distribución y fugas en el sistema.

Adicionalmente, la comunidad y la Junta Administradora del acueducto aprobaron un sobrecargo extra para el control del consumo, puesto que cada persona tiene asignado un consumo de 2m³ mensuales entonces, el consumo asignado por vivienda dependerá del número de personas por vivienda. Si una de estas viviendas suscritas excede el consumo asignado, el valor del consumo por cada m³ adicional será triplicado.

- **Diagnóstico de obras hidráulicas:** En la vereda el Porvenir, el sistema de alcantarillado fue instalado por el municipio en el año 2018, presenta una conexión a las redes de Empresas Públicas de Medellín y se hace un cobro a la comunidad por el mismo. Como se observa en la *Figura 8*, la vereda El Porvenir, cuenta con tres obras hidráulicas de canalización de los nacimientos que afloran allí. Las tres se encuentran en buenas condiciones. [Concejo Municipal Itagüí, POT].

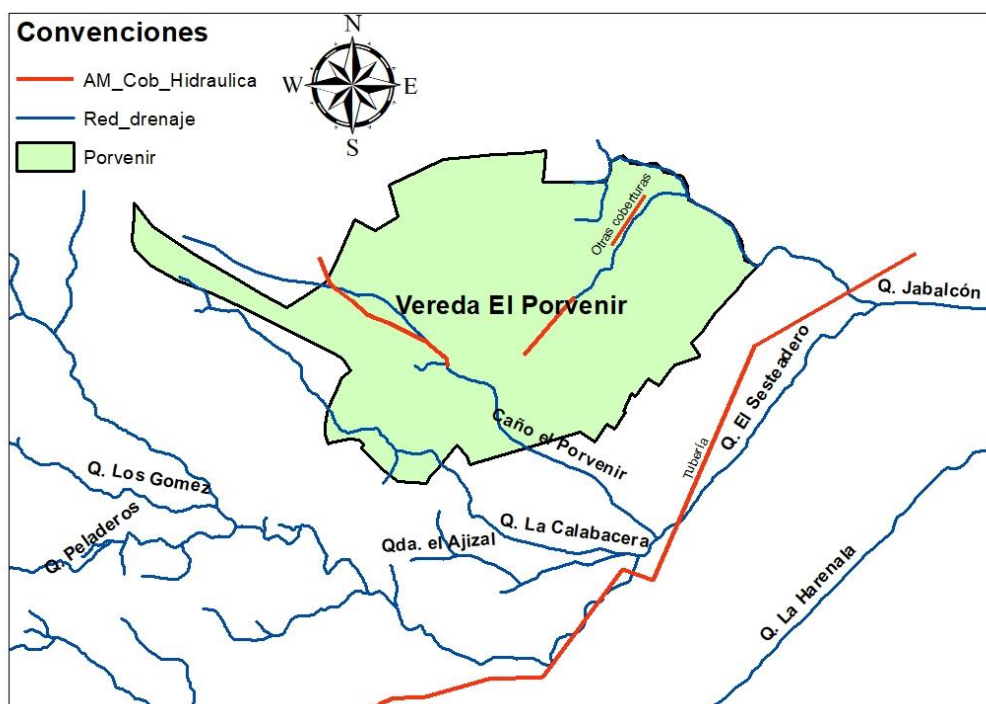


Figura 8: Diagnóstico de obras hidráulicas en la vereda El Porvenir, municipio de Itagüí. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia.

- **Diagnóstico de usos del suelo:** De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Itagüí 2007-2019; la vereda El Porvenir presenta los siguientes usos del suelo: [Concejo Municipal Itagüí, POT]. Como se observa en la Figura 9, no se presentan actividades industriales, comerciales, serviciales ni dotacionales. En la Tabla 2, se observa el porcentaje de área de usos principales del suelo de la vereda El Porvenir, clasificados por su porcentaje respecto al área total de esta. [Concejo Municipal Itagüí, POT].

Uso Principal	% uso del suelo respecto al área total.	Descripción
Mixto	16,8 %	Comprende áreas de protección y forestal protector, actividades de bajo aprovechamiento del suelo o bajo impacto ambiental negativo. Corredores Urbano-Rural.
Residencial	9,9 %	Comprende suelo destinado a todo tipo de vivienda.
Proteccion	39,3 %	Comprende áreas protección, o de amortiguación entre Forestal protector y las áreas de mayor uso del suelo.
Forestal protector	30,0 %	Comprende áreas donde solamente se pueden realizar actividades agropecuarias bajo prácticas de producción limpia y de conservación ambiental. (Zonas aledañas a cuerpos de agua).
Areas de explotacion	4,1 %	Áreas donde se extraen arcillas para la elaboración de ladrillos.

Tabla 2: Porcentajes de las áreas de uso del suelo, respecto al área total de la Vereda El Porvenir. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia.

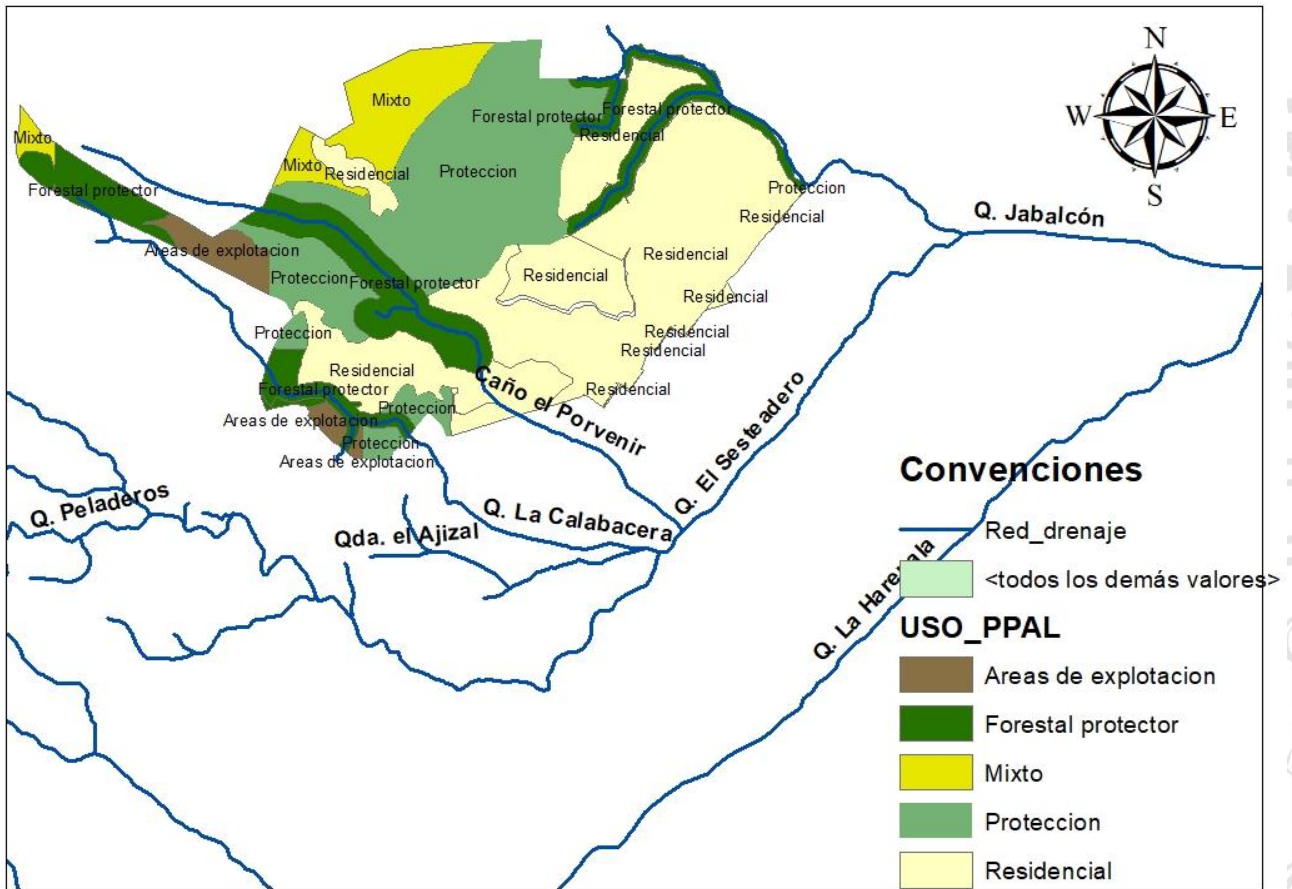


Figura 9: Principales usos del suelo de la vereda El Porvenir. [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia].

– **Protección de zonas de manejo especial:**

Itagüí es uno de los municipios que conforma la Divisoria Valle de Aburrá-río Cauca (DMI-DVARC). Esto significa que es un municipio privilegiado en términos ambientales porque su territorio, en su parte más rural, cuenta con una gran variedad de vegetación, fuentes hídricas y fauna, en esa medida, los habitantes pueden disfrutar de los beneficios que ofrece un paisaje natural. [Corantioquia (2012)]. El Distrito de Manejo Integrado (DMI) es un espacio geográfico en el que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. [De ambiente. (2010)].

En el municipio de Itagüí el DMI-DVARC se localiza al noroccidente de la localidad, y de él hacen parte ocho veredas: La María, Los Olivares, La Loma de Los Zuleta, El Progreso, El Pedregal, Los Gómez, El Ajizal y El Porvenir. De 28.075 hectáreas que conforman la divisoria Valle de Aburrá - río Cauca, 326.5 hectáreas pertenecen al municipio de Itagüí, es decir el 1.16% del área total de la reserva.

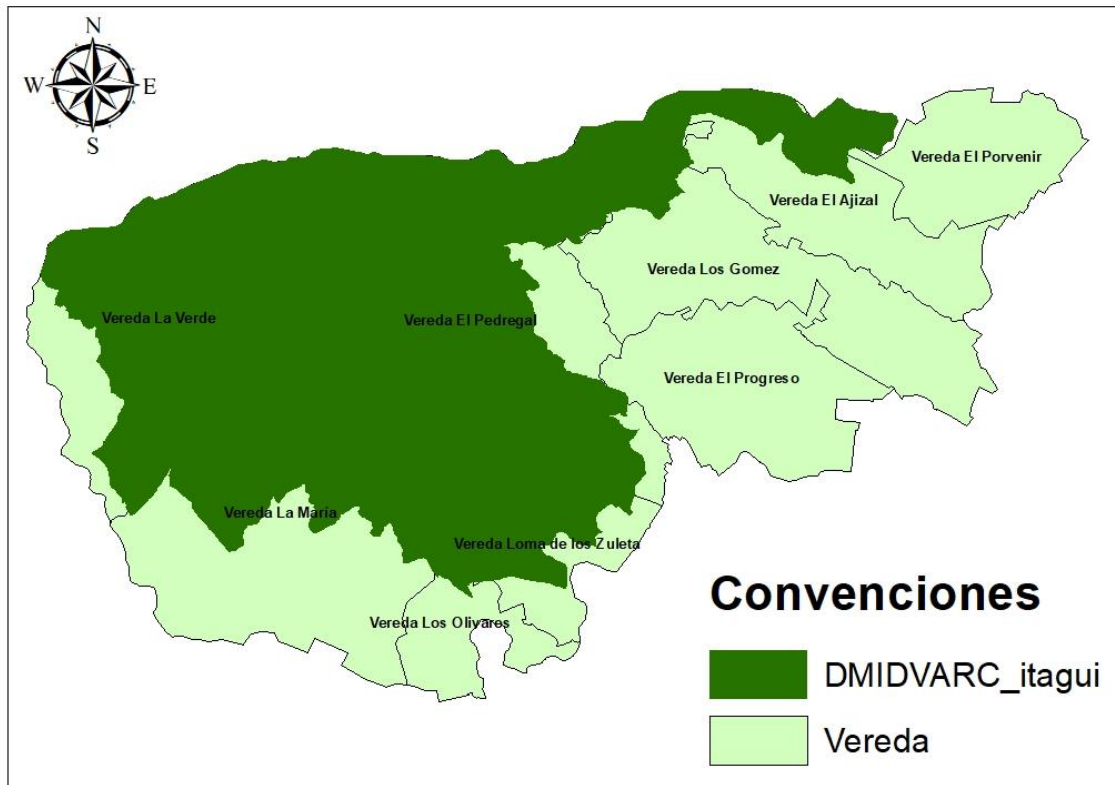


Figura 10: Ubicación geográfica del DMI-DVRC en el Municipio de Itagüí. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí].

El DMI-DVRC en jurisdicción del municipio de Itagüí está conformado por 220 predios aproximadamente, de los cuales hay seis institucionales (cinco del municipio de Itagüí y uno de propiedad de Corantioquia) y 114 predios cuyos dueños son particulares. Los dos últimos predios adquiridos por el municipio, fueron en el año 2018, uno de ellos dentro del DMI-DVRC, en cumplimiento de las Leyes 99 de 1993, 1151 de 2007 y 1450 de 2011, y el Decreto Reglamentario 953 de 2013: “los municipios y departamentos tienen la obligación legal de destinar, al menos, el 1% de sus ingresos corrientes para la compra de predios que contengan áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos”. Los predios adquiridos en 2018 son de alta importancia eco-estratégica que garantizarán la protección en el tiempo de los recursos hídricos, de fauna y flora para todos los ciudadanos, adhiriendo 7,6 nuevas hectáreas de áreas protegidas en el corregimiento Manzanillo, las cuales resguardarán los afluentes del municipio, que surten de agua los acueductos municipales y distritales.

Mediante la adquisición de estos predios la Administración Municipal, apunta a fortalecer y mantener la regularidad de los flujos bióticos, con el fin de garantizar la conectividad ecosistémica entre las diferentes áreas del Valle de Aburrá, mediante la intervención por diferentes proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDA), los cuales se deben centrar en desarrollar los aspectos fundamentales del DMI-DVRC, la normativa, el contexto geográfico, usos del suelo que se definen, según lo reglamentado para los Distritos de Manejo Integrado (DMI). Es importante mencionar que, el predio adquirido en la vereda El Porvenir presenta potencial conectividad con sistemas orográficos de importancia paisajística y cultural, que a su vez crean una barrera de control al crecimiento urbano subnormal.

El lugar donde nace el “Caño porvenir” está ubicado en el área protegida Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle del Aburra - Río Cauca (DMI-DVARC). Las características ambientales y ecológicas en esta zona son de rastrojo alto y zona de vida bosque pre montano; los servicios ecosistémicos que tiene esta área protegida son fundamentales para la sostenibilidad hídrica de los acueductos veredales y especialmente el acueducto veredal la esperanza de El Porvenir que, como se observa en la *Figura 11*, sus dos captaciones; El Porvenir (captación por medio de gravedad) que se encuentra dentro del DMI-DVARC. y El Porvenir Bombeo.

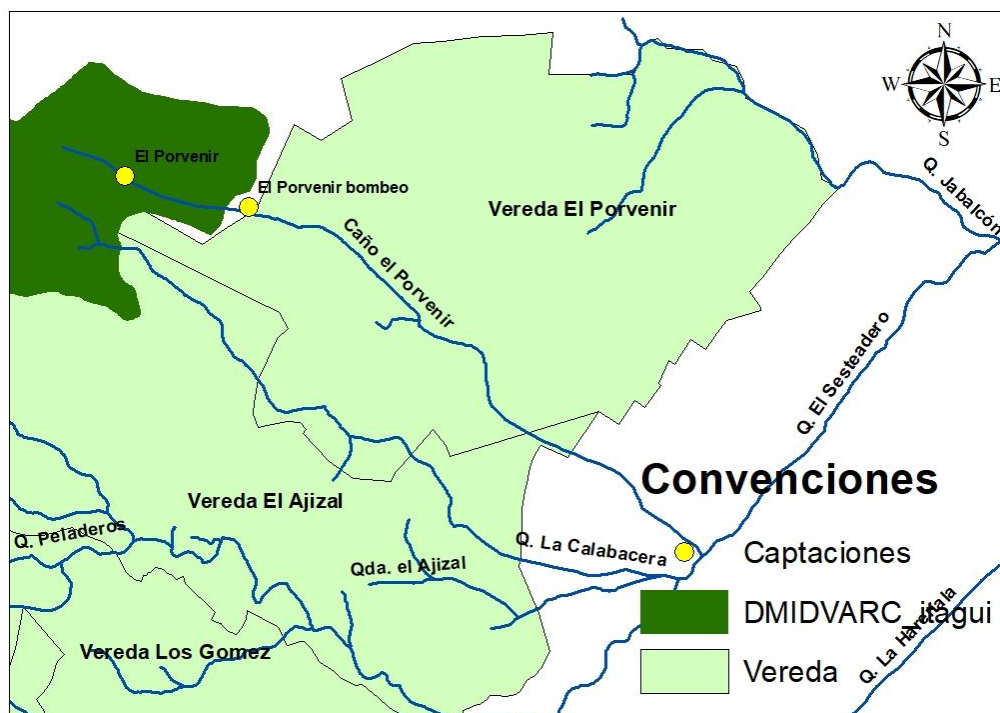


Figura 11: Ubicación geográfica de las captaciones de agua del “Caño porvenir” en el Municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia. Fuente: [POT 2007-2019 Itagüí, Adaptación propia.

Es por esta razón que se destaca la importancia de desarrollar actividades de reforestación para mejorar la regulación del recurso hídrico, la implementación de un programa de macro medición y micro medición para generar una sostenibilidad en el suministro del recurso hídrico a los usuarios.

A través de diferentes convenios entre el municipio de Itagüí y Corantioquia, en el mes de diciembre de 2013, se establecen diferentes esfuerzos para la administración de esta área protegida en jurisdicción del municipio de Itagüí. En el convenio 863 de 2012, se plantean diferentes objetivos: la implementación de acciones del Plan de Manejo para la administración; el mantenimiento a predios, delimitación, cerramiento y amojonamiento georreferenciado a propiedades de la Corporación Autónoma del Centro de Antioquia (Corantioquia) y del municipio de Itagüí en el DMI-DVARC; la implementación de procesos de reconversión productiva (Agroecológica), en predios del DMI-DVARC en el municipio de Itagüí; y el desarrollo de una estrategia de divulgación y de comunicaciones que generen sentido de pertenencia, a la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto, a través de diferentes proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDA).

- Se espera realizar el proyecto de amojonamiento el predio que delimita la sub-cuenca del “Caño porvenir”; para esto se requiere la identificación de linderos para poder instalar los mojones.
- Toma de coordenadas de localización: de acuerdo a las especificaciones dadas por Corantioquia, cada mojón debe contar con coordenadas de localización, por lo tanto, se deben tomar los puntos cartográficos norte, este y la altura sobre el nivel del mar (msnm).
- Proceso de acercamiento, socialización, caracterización socioeconómica, sensibilización y formación en los componentes DMI-DVARC en las diferentes juntas de acción comunal.
- Proceso de reforestación para garantizar la permanencia de la fuente hídrica en el tiempo, mediante la siembra de árboles nativos.

Estos proyectos ciudadanos de educación ambiental se han venido realizando en la medida que el municipio adquiere predios, por esta razón, estas acciones están incluidas dentro de este programa como indicadores de resultado del proyecto asociado de: Protección de la microcuenca abastecedora. (Página 48).

5.2.2. Caracterización Morfométrica de la micro-cuenca del Caño porvenir, abastecedora del acueducto veredal La Esperanza.

- Sub-zona hidrográfica, unidad hidrológica, o sistema de acuífero al cual pertenece: El caño porvenir del cual se abastece el acueducto Veredal la Esperanza de El Porvenir no se localiza en zona de páramos, bosques de niebla ni estrellas fluviales. [ENA, 2014] y pertenece a la siguiente unidad hidrológica: [Actualización POMCA Río Aburrá Medellín 2018].
 - Área hidrográfica (AH): Magdalena – Cauca
 - Zona hidrográfica (ZH): Medio Magdalena
 - Sub-zona hidrográfica (SZH): 2701 Río Porce
 - Cuenca: 270101 Cuenca del río Aburrá
 - Inter-cuenca (Recibe drenaje de microcuencas aguas arriba): 270101-33 Directos río - Aburra ZU Medellín.

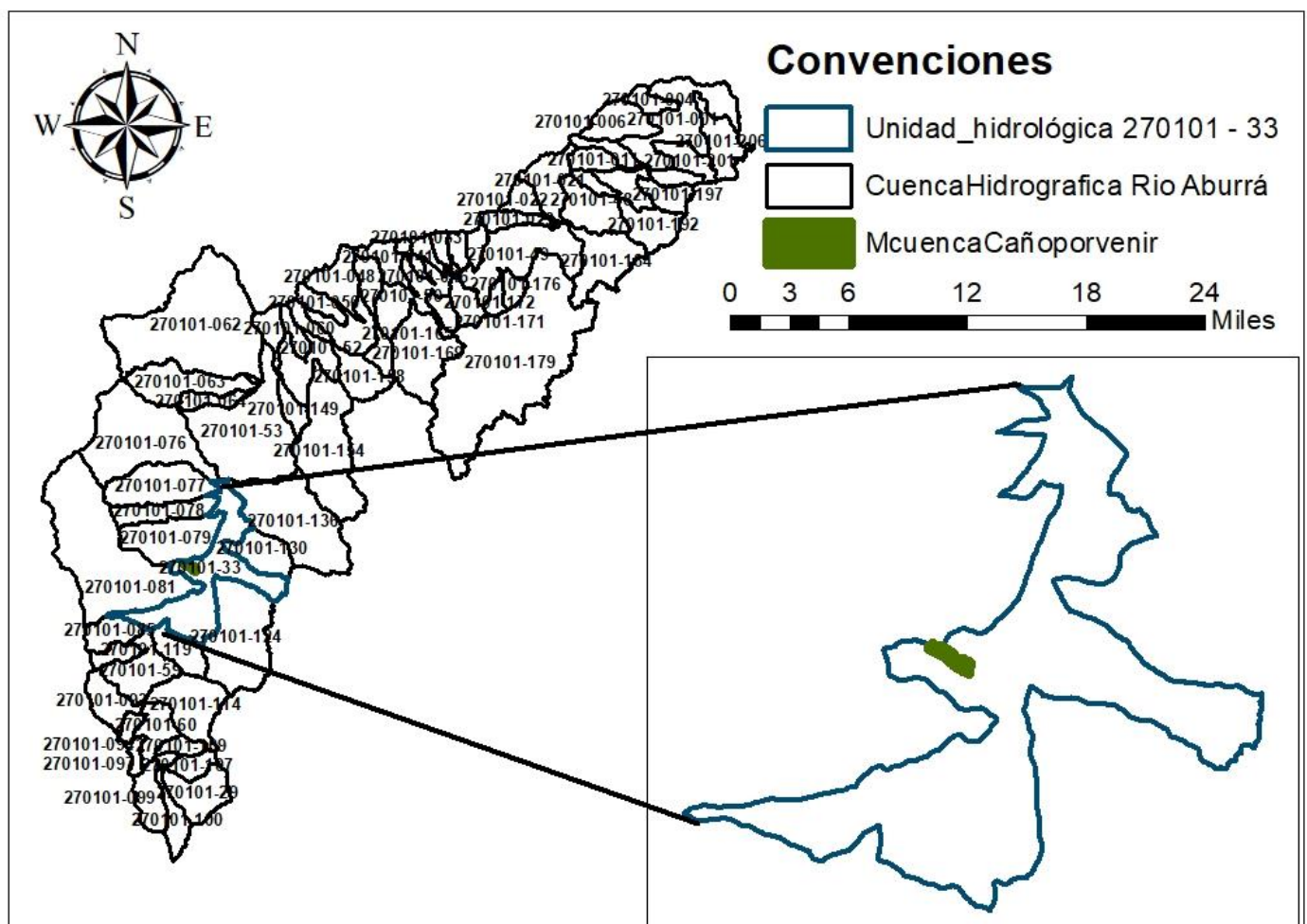


Figura 12: Microcuenca del caño porvenir respecto a la unidad hidrológica a la cual pertenece. Fuente: [Actualización POMCA Río Aburrá Medellín 2018].

- Fuente de agua, georreferenciación de cuenca abastecedora, nacimientos y áreas estratégicas: El sistema de acueducto rural de la vereda El Porvenir - Acueducto Veredal la Esperanza de El Porvenir -, se surte de agua cruda de dos fuentes de abastecimiento instaladas en el Caño porvenir; este caño es una fuente de agua superficial y debido al movimiento predominante en una dirección es un ecosistema lótico.

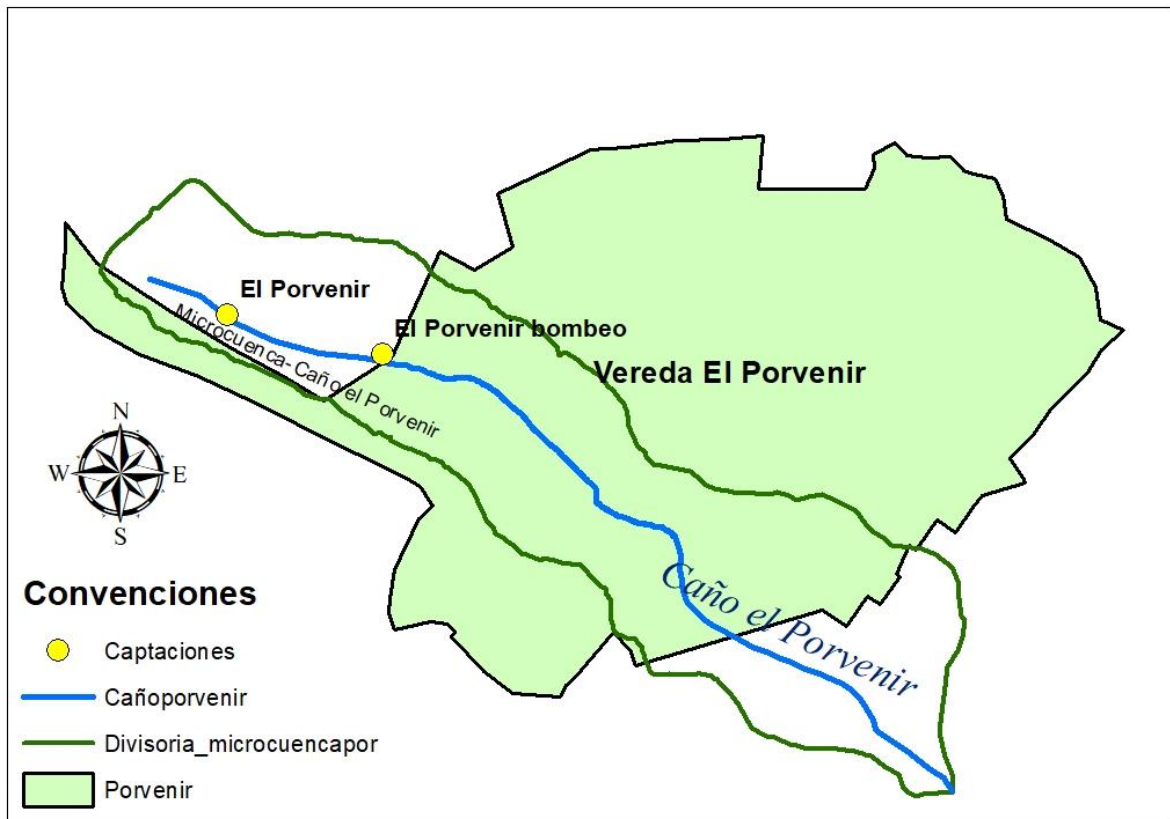


Figura 13: Divisoria y corriente principal "Caño porvenir" con sus respectivas captaciones de agua Fuente: Elaboración propia.

- Parámetros geométricos de la microcuenca del Caño porvenir.

Parámetro Geométrico	Área (A)	Perímetro (P)	Longitud de la cuenca (Lc)	Longitud del cauce principal (Lcp)	Ancho promedio (W)
Resultado	263662,7 m ²	3044,1 m	1264,4 m	1260,8 m	209,2 m

Tabla 3: Parámetros geométricos de la microcuenca del Caño porvenir. Fuente: Elaboración propia.

- Parámetros morfométricos de la microcuenca del Caño porvenir.

Parámetro morfométrico	Coefficiente de compacidad (Kc)	Coefficiente de forma (Kf)	Índice de alargamiento (Ia)	Índice de asimetría (Ad)
Ecuación	$K_c = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$ $K_c = 0,282 \frac{3044,1m}{\sqrt{263662,7 m^2}}$	$K_f = \frac{w}{Lc}$ $K_f = \frac{209,2 m}{1264,4 m}$	$I_a = \frac{Lc}{a}$ <p>α= ancho mayor</p>	$A_d = \frac{A>}{A<}$ <p>A> área de la vertiente mayor A< área de la vertiente menor</p>
Resultado	$K_c = 1,67$	$K_f = 0,17$	$I_a = \frac{1264,4 m}{315,9 m}$ $I_a = 4,03$	$a = \frac{165793,2 m^2}{97867,8 m^2}$ $Ad = 1,7$

Tabla 4: Parámetros morfométricos de la microcuenca del Caño porvenir. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los resultados morfométricos de la cuenca:

- El Coeficiente de compacidad (Kc) con valores entre 1,51 y 1,75 indica que la microcuenca presenta una forma oval, oblonga o rectangular, esto indica que presenta menor torrencialidad, su corriente no fluye de forma intensa o violenta y no presenta susceptibilidad al desbordamiento.
- Un Coeficiente de forma entre 0,01 y 0,18 indica que la forma de la microcuenca “Caño porvenir” es larga. El escurrimiento resultante de una lluvia sobre una cuenca de forma alargada, no se concentra tan rápidamente, como en una cuenca de forma redonda; además, una cuenca con un factor de forma bajo (forma alargada) es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda su superficie, que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.
- El índice de alargamiento > 1 indica una forma de cuenca con tendencia rectangular y cauce principal bastante largo.
- El índice de asimetría > 1 indica que el colector principal no está centralizado y se presume que hay un recargo de la red hacia una de las vertientes, lo que la hace una cuenca no uniforme, esto puede llevar a posibles respuestas negativas a los fenómenos de crecientes.

– Parámetros de relieve de la microcuenca del Caño porvenir.

Parámetro de Relieve	Pendiente media de la microcuenca (S):	Pendiente media del cauce principal	Densidad de drenaje (Dd):	Sinuosidad (Si):
Ecuación	Determinada mediante la herramienta de Sistemas de Información Geográfica SIG. ArcGis	$Sc = \frac{h1-h0}{L}$ H1: Altura mayor H2: Altura menor L: Longitud del cauce	$Dd = \frac{L}{A}$ L: Longitud total de las corrientes de agua (Km); A: Área total de la cuenca (Km2).	$Si = \frac{L}{Lt}$ L: longitud del río principal (km) / Lt: longitud del valle del río principal (km).
Resultado	30,2%	$Sc = \frac{1778\text{ m} - 1528\text{ m}}{1260,8\text{ m}}$ Sc = 19,8%	$Dd = \frac{1,2608\text{ Km}}{0,2636\text{ Km}^2}$ Dd = 4,78	$Si = \frac{1260,8\text{ m}}{1206,9\text{ m}}$ Si = 1,05

Tabla 5: Parámetros de relieve de la microcuenca del Caño porvenir. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los resultados de resultados del relieve de la Microcuenca

- Pendiente media de la microcuenca (S): Como se puede observar en la figura 20, La microcuenca en su parte alta, presenta zonas de alta pendiente, y en la parte aguas abajo de la quebrada, presenta bajas pendientes. La pendiente media de la microcuenca es: 30,2%; un valor de pendiente entre 20% y 35% indica que se presenta un terreno fuertemente accidentado. La escorrentía presenta una pendiente considerable a los fenómenos de erosión y de infiltración, ya que brinda un índice alto de velocidad media de la escorrentía y un poder de arrastre considerable.

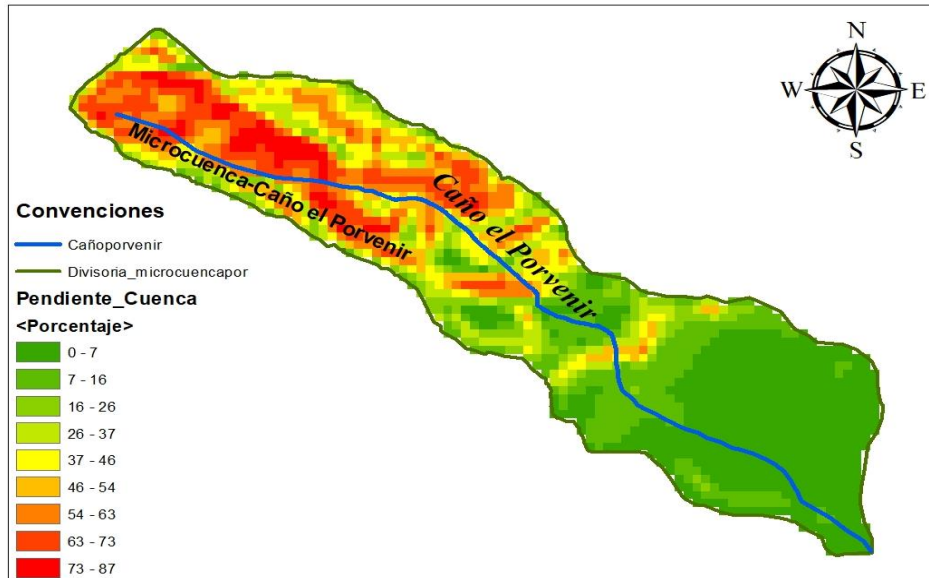


Figura 14: Mapa de pendientes de la microcuenca “Caño porvenir” Fuente: Elaboración propia.

La densidad de drenaje con valores entre los 3,7 y 5,6 es alta. Este valor provee una liga entre los atributos de forma de la cuenca y los procesos que operan a lo largo del curso de la corriente, lo cual refleja controles topográficos, litológicos, pedológicos y vegetacionales. Una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, es decir, la respuesta hidrológica de ésta ante una precipitación es rápida, existe mayor potencial de erosión e indicando una región con suelos algo impermeables, poca vegetación y de relieve montañoso.

- Un valor de sinuosidad menor o igual a 1.25 indica baja sinuosidad, es decir esta microcuenca presenta baja velocidad de la escorrentía y un cauce recto.
- Perfil altimétrico del Caño porvenir: Como se observa en la *figura 21*, la longitud (m) del cauce principal del caño porvenir se distribuye uniformemente entre los 1778 msnm y los 1528 msnm. Se observa un cambio significativo de pendiente en el punto (1575msnm, 630m); por lo demás, no se observan otros cambios abruptos de pendiente en todo el recorrido. Se puede observar que en un tramo tan corto longitudinalmente hay una buena variación de pendiente respecto a la altura.

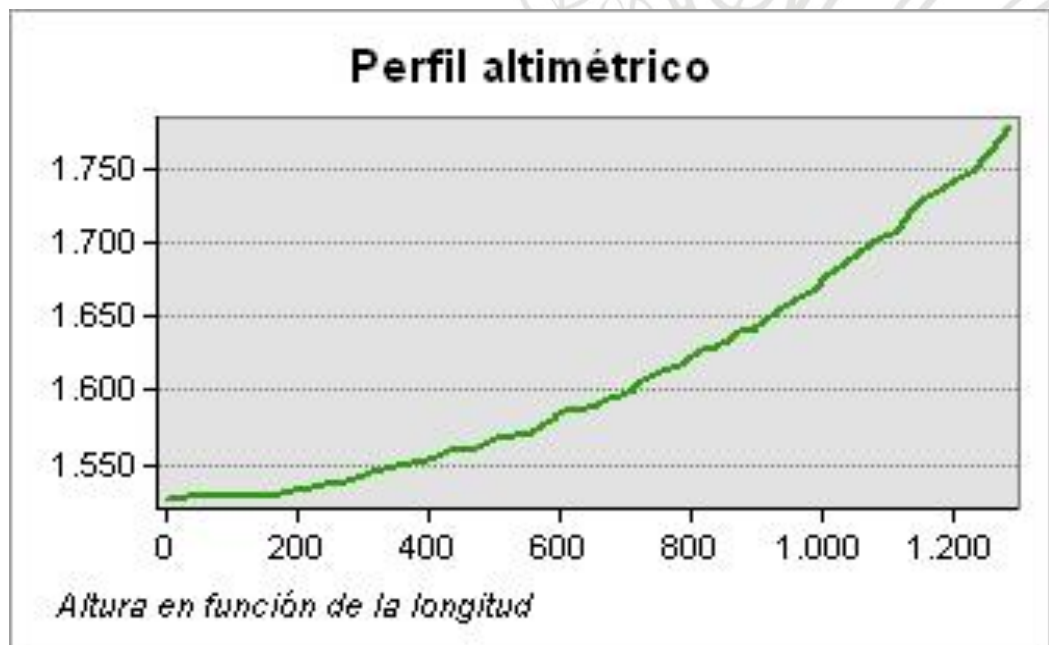


Figura 15: Perfil altimétrico de la corriente "Caño porvenir" Fuente: Elaboración propia.

- Clima: El Valle de Aburrá cuenta con el sistema de alerta temprana (SIATA), el cual, posee diferentes estaciones mediante las cuales monitorea la calidad del aire, precipitación y aporta datos de las condiciones ambientales en tiempo real.

Las estaciones de precipitación más cercanas a la microcuenca de el “Caño porvenir” son:

- I.E Juan Echeverry Abad (Código: 19) ubicada en la sub cuenca de la quebrada Doña María, ubicada en (Latitud: 6.178320383, Longitud: -75.60373822) y en sistema de coordenadas WGS 84 se ubica a los 6°10'42.087” N 75°36'15.134” W. Y registra la siguiente gráfica de precipitación acumulada para el año 2018.
- Escuela capilla del rosario (Código: 22) ubicada en la sub-cuenca de la quebrada Altavista en (Latitud: 6.20602819, Longitud: -75.60312985).
- Tecnológico de Antioquia (Código 19) ubicada en la sub-cuenca de la quebrada Doña María en (Latitud: 6.178320383, Longitud: -75.60373822).

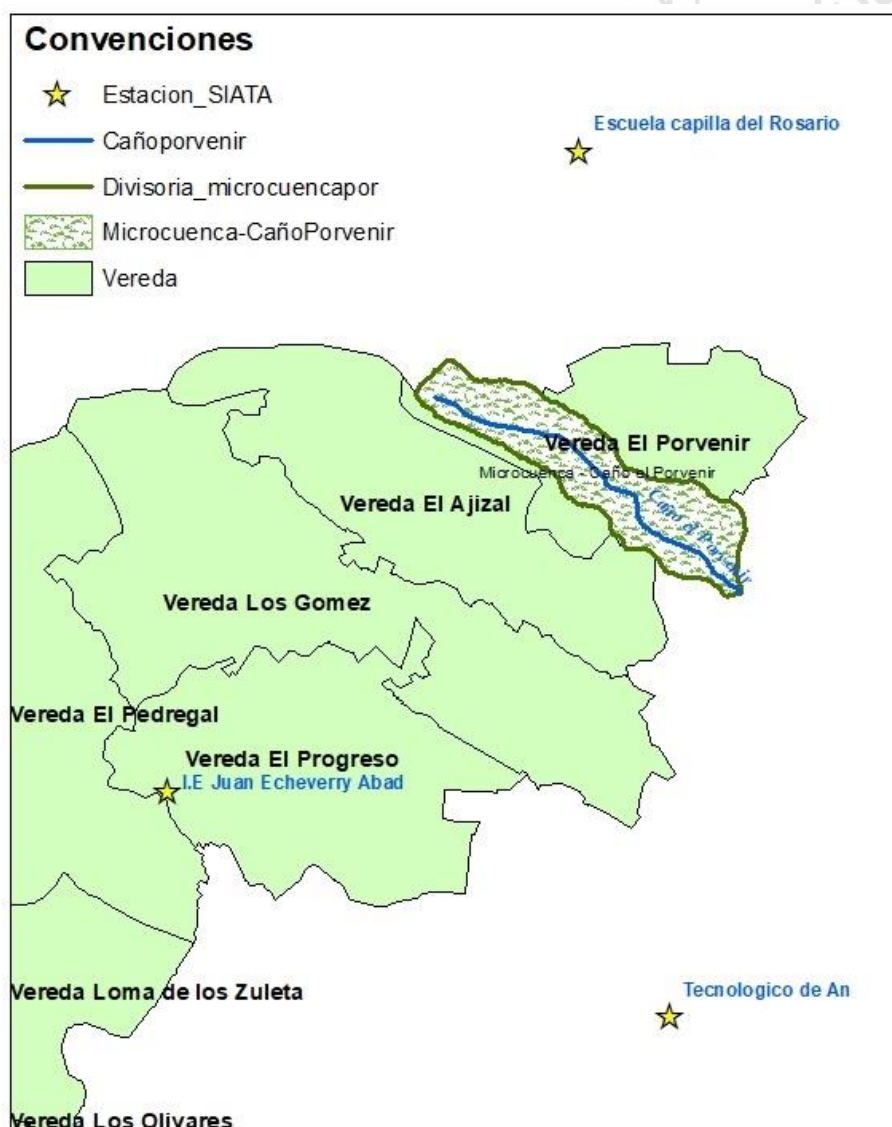


Figura 16. Estaciones del SIATA cercanas a la microcuenca. Fuente: [SIATA]

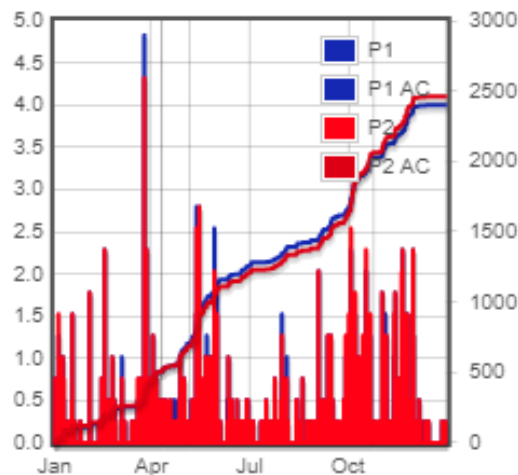


Figura 17. Estaciones del SIATA cercanas a la microcuenca. Fuente: [SIATA]

La figura representa la grafica de precipitaciones acumulada y promedio para la estación I.E Juan Echeverry Abad; la cual indica un comportamiento bimodal, con sus valores mas bajos en los meses de Junio y Diciembre y sus valores mas altos en Abril y Octubre.

La estación de temperatura más cercana a la microcuenca de el “Caño porvenir” es:

- Colegio Concejo de Itagüí, con código de estación: 206), ubicada en (Latitud: 6.1681, Longitud -75.6441) y en sistema de coordenadas WGS 84 se ubica a los 6°10'5.759" N 75°38'37.74" W. La cual, registra una Temperatura promedio de: 19.8°C.

5.2.3. Diagnostico técnico y operativo de las condiciones de captación, y planta de tratamiento / Sistema de abastecimiento y uso del agua

– Resolución que otorga la concesión y caudal otorgado por actividad en L/s:

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia otorga concesión de agua superficial para la actividad de potabilización y abastecimiento de agua contemplada en el numeral 2.4 del presente documento; según la RESOLUCIÓN AS 14038241 DEL 27 DE MARZO DE 2014; el caudal total otorgado es de: 1,0812 L/s vigente hasta el año 2023.

– Puntos de captación

El sistema de acueducto rural de la vereda El Porvenir, se abastece de dos puntos de captación con caudal otorgado por la Corporación autónoma regional en jurisdicción (Corantioquia), con vigencia hasta el año 2023, estos dos puntos se encuentran dentro del último predio adquirido por la administración del municipio de Itagüí.

Nombre del afluente	Caudal aportado al acueducto	Forma de captación	Ubicación Geográfica en sistema de coordenadas WGS 84 en Grados (°), minutos (') y segundos (").	Estado actual
El Porvenir	0,11 L/s	Gravedad	6°11'50.70" N 75°36'20.30" W	En desuso
El Porvenir - Bombeo	0,4 L/s	Bombeo	6°11'49" N 75°36'13" W	En uso

Tabla 6: Información general de los puntos de captación de agua superficial de la microcuenca del Caño porvenir. Fuente: Elaboración propia.

El primer punto de captación del caudal es realizado mediante un sistema gravitacional, en el momento se encuentra en des-uso debido al bajo caudal que ha presentado este afloramiento en la actualidad y a que el ingreso del agua proveniente de esta captación en la planta de tratamiento de Eduardoño entorpece el funcionamiento ya que posee una gran carga de lodo y no permite la limpieza correcta del agua. El segundo punto de captación se ubica aguas abajo del primero y es incorporado a la planta de tratamiento mediante un sistema de bombeo, la vegetación pasa de mediana a baja y el caudal aforado mediante el método volumétrico es de 0,4 L/s.

– Caudal promedio diario anual captado en L/s.

El sistema de acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir, es un sistema que actualmente está en proceso de conformación como prestador de servicio público de acueducto. Como pudo ser evidenciado en el diagnóstico, aún no posee un sistema de macro medición o control de caudal captado mediante los cuales se puedan determinar registros históricos del caudal captado y un consumo global de agua por parte del acueducto, por ende, tampoco es posible determinar las pérdidas con exactitud. Por tal motivo, se plantea para la vigencia de este programa un proyecto para la mejora de su eficiencia mediante la instalación de sistemas de macro medición y control del caudal captado acorde al permiso de concesión de agua superficial otorgado por la autoridad ambiental.

– Descripción técnica del sistema utilizado para la captación, transporte, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua:

- a) Estructuras de captación: El sistema cuenta con dos estructuras de captación en concreto.
- Sistema de captación por método gravitacional: Actualmente, este sistema de captación se encuentra en des-uso debido al bajo caudal que ha presentado este afloramiento en la actualidad y a que el ingreso del agua proveniente de esta captación en la planta de tratamiento de Eduardoño entorpece el funcionamiento ya que posee una gran carga de lodo y no permite la limpieza correcta del agua. Se hace captación en temporadas de sequía, momento en el cual la fuente de captación

por bombeo no puede llenar el tanque de almacenamiento. La estructura de captación por gravedad es no convencional, puesto que no presenta rejilla de retención de sólidos. Las dimensiones de la estructura son: área de 2,952 m² y profundidad de 0,85m. Antes de la captación existe un filtro con lecho en grava de dimensiones: 0.8m ancho, 0.8m de ancho y 1m de profundidad.

El sistema no presenta fugas visibles, las válvulas de lavado y distribución del agua fueron reemplazadas en el año 2017, debido al deterioro de las anteriores.

La estructura no posee tapa, actualmente está cubierta con material poli-sombra con el fin de mitigar la caída de material vegetal. No presenta señalización y tampoco se encuentra cercada para impedir ingresos de animales o personas que generen contaminación en la fuente, el pez conocido como Barbudo ha generado problemas de obstrucción en la tubería de aducción al desarenador y de conducción a la planta. Su lavado completo se realiza cada 15 días por el fontanero del acueducto.



Figura 18: Sistema de captación por método gravitacional. Fuente: [Obtención propia].

- Sistema de captación por método de bombeo: La captación o toma de agua que se realiza en el sistema de bombeo es convencional. Se bombea agua por medio de una bomba sumergida que posee dos caballos de fuerza, es dirigida desde la toma de agua en presa generada con la estructura de cerramiento del sistema de bombeo hasta una estructura de control que conduce el agua al desarenador. Se bombea agua 8 minutos, con intervalos de tiempo cada 20 minutos; esto se realiza de forma continua; y las únicas formas de que se detenga el bombeo serían: por un daño en el sistema eléctrico o el tanque de almacenamiento se encuentra completamente lleno. El sistema se encuentra en buen estado.

Presenta una rejilla para la retención de sólidos. El punto de represamiento del agua se encuentra con cerramiento en material polisombra, con el fin de impedir cualquier tipo ingreso que genere la contaminación de la misma, no existe señalización y la presa se encuentra entre el muro de cerramiento del desarenador. El tanque de impulsión que está en conexión con el terreno de escorrentía de la montaña. Las dimensiones son 1,530 m² y 1m de profundidad (nivel de agua). El desarenador y la bomba se lavan cada 15 días convencionalmente con agua y jabón por el fontanero del acueducto, puesto que se generan lodos en las paredes de esta estructura, además de que posee cavidades de tamaño reducido, las cuales recogen mucho sedimento. No requiere de aceites. El sistema eléctrico, bomba y capacitor requieren de mantenimiento cada 6 meses y los fondos del acueducto cubren estos gastos.



Figura 19 (a)(b): Sistema de captación por método de bombeo Fuente: [Obtención propia].

b) Estructura de control:

El sistema de acueducto rural de la vereda El Porvenir en el sector 3, solo posee una estructura de control para el sistema de bombeo. La caja está construida en materia de concreto, con entrada y salida en tubería de PVC con presión de $\varnothing 2''$ y posee una lámina de control tipo vertedero triangular y delgada con ángulo de 60% en material de acero, la cual permite regular el caudal que fue otorgado por la Corporación Autónoma Regional Corantioquia. La estructura posee tapa metálica y las siguientes dimensiones: Ancho 0,75m; Longitud 0,70m. Posee una lámina de agua de 3.924cm. Se le realiza mantenimiento de lavado cada 15 días por el fontanero del acueducto.



Figura 20: Estructura de control del sistema de captación por el método de bombeo. Fuente: [Obtención propia].

c) Estructura de bombeo: El sistema posee un tanque de bombeo, el cual está compuesto por una bomba tipo lapicero, monofásica, de 220 voltios, que bombea agua cruda a otro tanque ubicado en la parte más alta de la vereda sobre una estructura metálica de tipo cercha. Las dimensiones son: Ancho 1,92m, Longitud 1,90m y Profundidad 1,50m.

La bomba se acciona 20 minutos teniendo en cuenta que la impulsión de agua es controlada por dos flotadores automáticos que se encuentran instalados; uno en el tanque de salida y el otro en el tanque de entrada. El tanque no posee tubería de desagüe, no se encuentra cimentado, posee tapa, no presenta señalización y no posee tuberías de desagüe, lo cual no permite el lavado del tanque.

d) Aducción hasta el desarenador:

– La tubería de aducción de la captación por método gravitacional, se instaló en el año 2006, compuesta en material PVC y posee una presión de Ø2" (Diámetro 2 pulgadas) mide 5m aproximadamente y está en buen estado. En este tramo no se encontraron ventosas, válvulas de purga ni tanques de quiebre.

– La tubería de aducción de la captación por bombeo es compuesta también, en material PVC, presión de Ø2" y posee una longitud 3m aproximadamente. En este tramo no se encontraron ventosas, válvulas de purga ni tanques de quiebre. El sistema se encuentra en buen estado.

e) Estructura de desarenación:

– Desarenador para el sistema de captación por el método gravitacional:

Este se encuentra de manera subterránea, pero no se encuentra cimentado. El sistema no posee tolva de lodos, lo cual genera una problemática, ya que la velocidad horizontal del agua en el fondo no se reduce y hace que las partículas asentadas ingresen de nuevo en el flujo y sean llevadas al afluente. El sistema tiene cámara de entrada y salida con filtro ascendente en triturado el cual no ha sido agregado en el momento, presenta By Pass en PVC con presión de Ø2". No presenta fugas visibles, posee tapas, no se encuentra aliderado y no hay presencia de señalización. Las dimensiones 3,42m de longitud, 1,20m de ancho y 1,20m de profundidad. Este sistema actualmente se encuentra en des-uso.



Figura 21: Estructura de desarenador para el sistema de captación por el método gravitacional. Fuente: [Obtención propia].

- Desarenador para el sistema de captación por el método de bombeo:

Se encuentra de manera superficial, el sistema no posee tolva de lodos, lo cual genera una problemática, ya que la velocidad horizontal del agua en el fondo no se reduce y hace que las partículas asentadas ingresen de nuevo en el flujo y sean llevadas al afluente. El sistema tiene cámara de entrada y salida con filtro ascendente en triturado el cual no ha sido agregado en el momento, presenta By Pass en PVC con presión de Ø2”.

No presenta fugas visibles, posee tapas, no se encuentra alinderado y no hay presencia de señalización. El sistema posee las siguientes dimensiones: longitud 3,50m, ancho 1,20m y profundidad 0,8m. Su limpieza se realiza cada 15 días por el fontanero del acueducto.



Figura 22: Estructura de desarenador para el sistema de captación por el método de bombeo. Fuente: [Obtención propia].

- f) Aducción al tanque elevado de almacenamiento:

La tubería de conducción por gravedad llega hasta un tanque elevado en estructura metálica, que presenta un volumen 500L en material de polietileno. Se compone de tubería en material de PVC con presión de Ø2”.

En el tramo de recorrido desde el desarenador hasta el tanque elevado no se encuentran válvulas de ventosa, válvulas de purga o tanques de quiebre.

La longitud de la tubería es de aproximadamente 500m. La tubería de conducción o impulsión, que transporta el agua hasta el tanque elevado, mediante la cual se controla la entrada por medio de un flotador automático, está compuesta en material PVC; posee presión de Ø1 ½” y posee una longitud de aproximadamente 130m de altura; ésta de igual forma no presenta ningún tipo de válvulas de ventosa o purga. Se le realiza mantenimiento de lavado cada 15 días.



Figura 23: Estructura tanque elevado de almacenamiento antes de ser ingresado al sistema de tratamiento. Fuente: [Obtención propia].

g) Sistema de Tratamiento:

El sistema de tratamiento de agua, posee dos plantas de tratamiento de diferentes fabricantes; una es de INGEAGUAS y la otra es de EDUARDOÑO. La PTAP INGEAGUAS es convencional, compacta de tipo ascendente de 2 cavidades filtrantes, con capacidad de suministro de caudal de hasta 1L/s, posee un filtro de arena triturada en varias dimensiones. La PTAP EDUARDOÑO, es convencional y compacta, en carbón activado, para eliminación de olores, absorción de químicos, gases, metales pesados, proteínas, desechos y toxinas. Posee cavidades filtrantes por separado donde el filtro de sedimentación es ascendente y los módulos filtrantes son en antracita descendentes. Están encerradas en malla eslabonada y techo de material Zinc, la cual, no posee electricidad.

Se suministran como químicos para el tratamiento, $\frac{1}{4}$ libra de Sulfato de Aluminio tipo B cada 3 días, $\frac{1}{4}$ libra de Cal hidratada tipo N cada 3 días y 1 pastilla de cloro al 75% cada 4 días; cada una de las plantas tiene sus propios dosificadores. Ambas plantas poseen coagulación, floculación, filtración, sedimentación y desinfección.

Estas plantas trabajan en paralelo y no se realiza tratamiento de lodos o proceso de recirculación. El sistema de tratamiento no presenta ningún tipo de señalización, se realizan análisis de pH y Cloro al agua tratada diariamente y el mantenimiento de lavado es realizado un día de por medio. El mantenimiento correctivo es realizado cada año, en el cual se corrige su hidráulica, el sistema de válvulas también, en este mantenimiento se realiza lavado de lechos.

Actualmente el acueducto no cuenta con un sistema de macro-medición por lo cual no es posible realizar la cuantificación del caudal que ingresa a la planta para su tratamiento, dentro de los proyectos asociados para la mejora de la eficiencia del sistema se encuentra la implementación de un plan de reducción de pérdidas y fugas el cual tiene como indicador de resultado los sistemas de micro medición instalados.



Figura 24: Sistema de plantas de tratamiento que funcionan en paralelo (a) INGEAGUAS (b) EDUARDOÑO. Fuente: [Obtención propia].

h) Tanque de almacenamiento:

El tanque de almacenamiento está ubicado debajo de la planta de tratamiento, está construido en material concreto y se encuentra de manera subterránea pero no se encuentra cimentado, posee dimensiones de: 3.7m de ancho, 3.8m de longitud y 2.3m de profundidad. Posee un volumen de 11.000L. En caso tal de que esté vacío, tarda en llenarse completamente de 36 a 40 horas.

Posee válvula de flotador, el cual genera el cierre en el sistema impidiendo el rebose y la pérdida de químicos.

No posee macro medidor, el acceso a la válvula de cierre podría ser peligroso, puesto que la escalera es de madera y se encuentra en muy mal estado.

El tanque no presenta fugas visibles, tiene escales de acceso en material acero, la tapa no es utilizada, puesto que es muy pesada y de difícil manipulación. Su mantenimiento de lavado se realiza en temporada seca máximo cada 6 meses y en temporada de lluvias, mínimo cada 3 meses.

i) Caseta de operaciones:

El sistema de acueducto Veredal, no presenta caseta de operaciones, ni bodega de almacenamiento para los químicos y herramientas.

j) Sistema de distribución:

La red de distribución principal posee presión de Ø2" compuesta en PVC en buen estado, no posee fugas visibles. La red posee 5 válvulas de control, no posee válvulas de ventosa, válvulas de purgas o válvulas reguladoras de presión.

El sistema posee micro medidores, los cuales son utilizados para realizar los cobros del servicio prestado acorde al consumo. Se distribuye agua las 24 horas del día, certificando la continuidad y las presiones; no hay herramientas para reparar los daños ni registro o manual de reparaciones. No hay puntos de muestreo en la red y por esto las muestras de agua se toman en viviendas.

La red carece de hidrantes los cuales proveen de agua a la comunidad en caso de incendios o alguna otra catástrofe.

– Calidad de Agua Captada

El análisis fisicoquímico y microbiológico se realiza cada año por medio de contratación por parte de la secretaria de infraestructura del municipio de Itagüí y cubierto con el fondo y cargo fijo del acueducto, al laboratorio TECNIMICRO Laboratorio de análisis S.A.S. El cual cuenta con las siguientes acreditaciones:



Figura 25: Acreditación del laboratorio Tecnimicro S.A.S. Fuente: [Laboratorio Tecnimicro S.A.S.].

Las tomas de las muestras se realizan a temperatura ambiente, en la última vivienda respecto a la ubicación del acueducto. Se toman dos muestras: una de 300 mL y otra de 600 mL.

- a) En la muestra de 300 mL, la cual se almacena en una bolsa plástica con tiosulfato, se realiza:
- Análisis físico: Se analiza su aspecto: un líquido, homogéneo, libre de partículas extrañas, se analiza el olor y el color.
 - Análisis microbiológico: Se analiza la detección de *Escherichia coli* / 100 mL /. Se realiza el recuento de Coliformes totales UFC / 100 mL / y se realiza el recuento de microorganismos Aerobios mesófilos UFC /100mL/.

En el último análisis, realizado el 20 de junio del año 2018 y entregada el 22 de agosto del año 2018, se obtuvo como conclusión lo siguiente: “La muestra recibida y analizada en el laboratorio, cumple con las especificaciones microbiológicas establecidas”.

b) En la muestra de 600 mL, la cual se almacena en un recipiente plástico con tapa se realiza el análisis químico:

- Alcalinidad total como CaCO_3 , Aluminio, Calcio, Carbono Orgánico Total, Cloro Residual, Cloruros, Dureza como Dureza como CaCO_3 , Fluoruros, Fosfatos, Hierro, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Nitratos, Nitritos, pH, Sulfatos, Turbiedad y Zinc.

En el último análisis realizado el 20 de junio del año 2018 y entregada el 22 de agosto del año 2018, se obtuvo como conclusión lo siguiente: “La muestra recibida y analizada en el laboratorio cumple con los parámetros evaluados, según la resolución 2115 del 2007 Ministerio de protección social, Ministerio de medio ambiente y desarrollo territorial para la calidad del agua para consumo humano; [de Protección social. (2007)]; el valor obtenido de acuerdo con la clasificación del porcentaje de riesgo de la calidad del agua (IRCA) es: 0 % lo cual significa que está en la clasificación, sin riesgo en salud”.

c) Todos los días, el fontanero toma medidas con el kit DPD - 1 adquirido con el cobro del fondo y cargo fijo del acueducto, este kit consta de rojo fenol para determinación del pH y tabletas DPD - 1 de disolución rápida para la determinación de cloro libre y total en agua, con el fin de determinar la acidez o alcalinidad y la desinfección con la cual está siendo suministrada el agua. Esta prueba se realiza en diferentes casas del sector, especialmente en las más lejanas al acueducto.



Figura 26: Kit DPD – 1 para determinación de Cloro y pH total y residuales. Fuente: [Obtención fabricante].

Teniendo en cuenta la Resolución 2115 de 2007 establecida por el ministerio de protección social, el agua para consumo humano debe tener un valor para el cloro residual en un intervalo de [0,3 mg/L - 2 mg/L] y pH en un intervalo de [6,5 - 9] [de Protección social. (2007)]; los valores promedio obtenidos para el agua suministrada por el acueducto La Esperanza de El Porvenir sector 3 son:

Valores promedio de Cloro y pH			
Cloro Total	Cloro Residual	pH Total	pH Residual
1,5	1,0	7,6	7,2

Tabla 7: Valores promedio de Cloro y pH medido en la vereda El Porvenir sector 3 en viviendas alternas. Fuente: Elaboración propia.

5.6.3. Línea base de oferta de agua

5.3.1. Riesgos sobre la oferta hídrica de la fuente abastecedora relacionados con infraestructura de captación de agua ante amenazas naturales o antrópicas que afecten la disponibilidad hídrica.

Según la información obtenida y lo evidenciado en campo, existen riesgos por amenazas naturales en ambas fuentes de captación, toda vez que las mismas se ubican en áreas de influencia de terrenos zonificados como amenaza no mitigable por movimiento en masa y/o avenidas torrenciales. De materializarse alguno de los escenarios de riesgo identificados, podría afectar directamente la oferta hídrica que ambas fuentes de captación ofrecen al acueducto.

La principal fuente de pérdidas identificadas en el sistema de acueducto es la conexión entre las válvulas de las plantas de tratamiento, pues se evidencian fugas continuas en las mismas. Igualmente, existen tramos de las tuberías de conducción vulnerables a daños accidentales o intencionales debido a que se encuentran expuestos. En el diagnóstico realizado al sistema de acueducto, se identificó la problemática social que amenaza la oferta hídrica antrópica puesto que, diferentes actores han intervenido con anterioridad en daños al sistema, como el robo de sus válvulas y agrietamiento intencional de sus redes.

5.3.2. Identificación de otras fuentes alternas (aguas lluvia, reúso u otras que se consideren sean viables técnica y económicamente).

La vereda El Porvenir parte alta se caracteriza por surgir de un proceso continuo de asentamiento irregular de personas, motivo por el cual las viviendas y vías de acceso no cuentan con los sistemas de recolección, conducción y descarga de aguas lluvias adecuados, además que, el sitio se caracteriza por ubicarse en terrenos de alta pendiente y como se ha evidenciado en el diagnóstico de este programa, un terreno vulnerable a movimientos en masa. Por lo anterior, en las condiciones actuales que se presentan en este sector se considera técnicamente inviable la implementación de sistemas de reúso de aguas lluvias, por lo menos para el horizonte del programa que se elabora.

5.3.3. Oferta de hídrica para la microcuenca del “Caño porvenir”

Los caudales mínimos de una cuenca se pueden calcular a partir de un modelo hidrológico lluvia-escorrentía de parámetros físicos agregado diario denominado Modelo de Tanques. [Vélez Upegui, 2001]. Este modelo se calibró a partir de una serie de caudales por medio de estaciones de caudal localizadas sobre el Río Aburrá - Medellín, en puntos cercanos a la microcuenca. A partir de la serie de caudales simulados se calcularon parámetros como la media (μ) y la desviación estándar (σ) de los caudales mínimos anuales, los cuales dependen del área, la precipitación y la evapotranspiración. Para obtener un modelo de regionalización que permita calcular la oferta hídrica en cuencas, subcuencas y microcuencas pertenecientes a la cuenca mayor del Río Aburrá-Medellín. [UNAL, 2004].

Este modelo hidrológico de regionalización de características medias, consiste en calcular para el caudal mínimo de la microcuenca los siguientes parámetros que dependen del área de la misma: la media (μ) y la desviación estándar (σ).

$$\mu_{min} = 0,013158A \text{ [L/s]}$$

Ecuación 1. Media (μ) para el caudal mínimo en la microcuenca perteneciente al Río Aburrá-Medellín.

$$\sigma_{min} = 0,003648A \text{ [L/s]}$$

Ecuación 2. Desviación estándar (σ) para el caudal mínimo en la microcuenca perteneciente al Río Aburrá-Medellín.

Donde A es el área en Km².

De acuerdo con la **ecuación 3**: [Chow, et al] el caudal mínimo en L/s para un periodo de retorno Tr, está dado por la $Q_{Tr} = \mu_{min} + K\sigma_{min}$ [L/s] **Ecuación 3.**

$$Q_{Tr} = \mu_{min} + K\sigma_{min} \text{ [L/s]}$$

Ecuación 3. Caudal mínimo para un periodo de retorno Tr.

Donde K es el factor de frecuencia que depende y se ajusta a la función de distribución de probabilidad de valores extremos Gumbel y del periodo de retorno Tr.

$$K_{Tr} = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[-\ln \left(\frac{1}{Tr} \right) \right] \right\}$$

Ecuación 4. Factor de frecuencia K para un periodo de retorno Tr.

Para calcular un factor de frecuencia confiable se aconseja incluir un periodo de retorno de 10 años, dado que es un intervalo de tiempo en donde al menos, se garantiza la ocurrencia de un fenómeno ENSO, el cual, garantiza un caudal mínimo del mínimo, es decir, se garantiza la ocurrencia de una condición de escasas importante.

Con las ecuaciones descritas anteriormente, se calculó la oferta hídrica para la microcuenca del "Caño porvenir" y se obtuvo:

A(m2)	263662,7
A(Km2)	0,2636627
μ (L/s)	0,00346927
σ (L/s)	0,00096184
K	-1,23
Q (L/s)	0,00228621

5.6.4. Línea base de la demanda de agua

5.4.1. Número de suscriptores:

Según el Censo e informe final elaborados por la Secretaría de Infraestructura; con cohorte Diciembre del año 2018, el acueducto veredal La esperanza de El Porvenir cuenta con 79 suscriptores; con un total de 296 personas; de las cuales; la población menor de edad corresponde al 37% de la población total; la población que se encuentra entre los 18 y 64 años corresponde al 57,02% de la población total y la población adulta mayor corresponde a un 5,37% de la población total.

5.4.2. Consumo de agua por usuario o suscriptor:

Junta Administradora del acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir controla el consumo del agua por vivienda, asignando un consumo de 2m³ mensuales por persona entonces, el consumo asignado por vivienda dependerá del número de personas por vivienda. El último censo realizado por la secretaria de infraestructura, arroja un resultado de 296 habitantes de la vereda El Porvenir sector 3. Lo cual, en teoría indica que la población está consumiendo alrededor de 592 m³ mensuales. Actualmente existe un conflicto poblacional, debido a la migración de personas de Venezuela al país, quienes se están asentando sin permisos, construyendo viviendas en baja calidad y están utilizando el recurso hídrico del acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir.

Los registros de consumo de agua real medido por los micro-medidores en vivienda presentados en el marco de elaboración de este proyecto, teniendo en cuenta que existen 5 viviendas con micro-medidores en mal estado, son:

Consumo de agua real medido en la vereda El Porvenir sector 3	
Mes	Consumo total de agua
Octubre 2018	560 m ³
Noviembre 2018	583 m ³
Diciembre 2018	606 m ³
Enero 2019	629 m ³
Febrero 2019	692 m ³

Tabla 8: Consumo de agua mensual medido en la vereda El Porvenir sector 3. Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Proyección de una demanda anual

Mediante herramientas básicas de Excel y los datos obtenidos se puede hacer una proyección de la demanda hídrica anual:

Consumo de agua real medido en la vereda El Porvenir sector 3	
Mes	Consumo total de agua
Octubre 2018	560 m ³
Noviembre 2018	583 m ³
Diciembre 2018	606 m ³
Enero 2019	629 m ³
Febrero 2019	692 m ³
Marzo 2019	707 m ³
Abril 2019	738 m ³
Mayo 2019	769 m ³
Junio 2019	800 m ³
Julio 2019	831 m ³
Agosto 2019	862 m ³
Septiembre 2019	893 m ³
Octubre 2019	924 m ³

Tabla 9: Tendencia de consumo de agua mensual en un año para el acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir. Fuente: Elaboración propia.

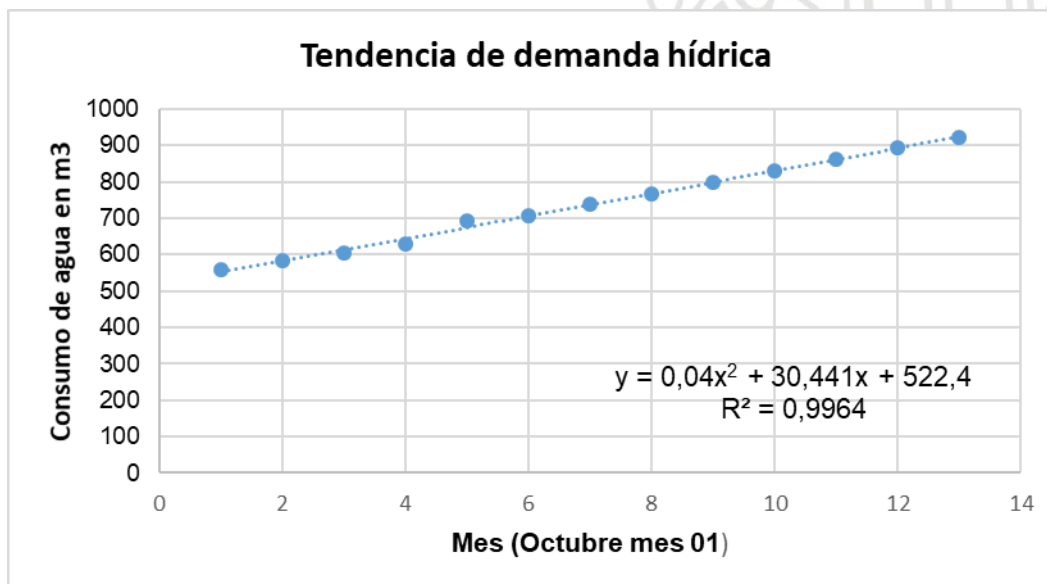


Figura 27. Tendencia de demanda hídrica anual para el acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir. Fuente: Obtención propia.

Lo cual indica un consumo proyectado de 9.594 m³/Año. Es decir, una demanda anual de 0,304223744 L/s.

5.4.4. Índice de uso de agua:

El índice de uso de agua (IUA) es un indicador de presión por uso de agua; relaciona la cantidad de agua usada por los diferentes usuarios en un tiempo y unidad espacial determinados con la oferta hídrica superficial disponible para el mismo tiempo y espacio (IDEAM, 2014). Para lo cual se considera la siguiente ecuación:

$$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Ecuación 5. Índice de uso de agua.

Los resultados obtenidos se clasifican así: (IDEAM, 2014)

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
> 100	Crítico	La presión supera las condiciones de la oferta
50,01 - 100	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10,01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1.0 - 20	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Figura 28. Categorías Índice de uso de agua. Fuente [IDEAM].

El índice de uso de agua calculado para esta microcuenca en el periodo anual octubre 2018-octubre 2019 fue mayor a 100, por lo que, la presión supera las condiciones de la oferta.

5.4.5. Porcentaje de pérdidas respecto al caudal captado y la metodología de cálculo de las pérdidas de agua.

El sistema de acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir, es un sistema que actualmente está en proceso de conformación como prestador de servicio público de acueducto. Como pudo ser evidenciado en el diagnóstico, aún no posee un sistema de macro medición o control de caudal captado mediante los cuales se pueda determinar el consumo global de agua por parte del acueducto, por ende, tampoco es posible determinar las pérdidas con exactitud. Por tal motivo, se plantea para la vigencia de este programa un proyecto para la mejora de su eficiencia mediante la instalación de sistemas de macro medición y control del caudal captado acorde al permiso de concesión de agua superficial otorgado por la autoridad ambiental.

5.4.6. Describir las Fuentes probables de vertimiento de efluentes que se dispongan para futuras expansiones de la demanda.

En el momento, no se identifican fuentes probables de abastecimiento de agua. Dado que la Microcuenca “Caño porvenir” nace en una zona de protección especial como lo es el Distrito de Manejo Integrado Divisoria del Valle de Aburrá-Río Cauca (DMI-DVARC), no se proyectan permisos de uso del suelo diferente al de abastecimiento de agua, puesto que la zona de valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Por lo anterior, no se proyecta una expansión de la demanda para otros sectores (Agrícola, ganadero, etc.). Es importante resaltar que la ubicación de la población en la parte alta de la microcuenca, no permite que el caudal de recarga sea suficiente a la altura de la captación y por ello, sin protección alguna de la vegetación abundante en las cabeceras y zonas de retiro es muy complejo que se logre obtener la suficiente oferta hídrica.

5.6.5. OBJETIVOS

5.5.1. Objetivo General del Programa: Fortalecer la gestión del recurso hídrico para garantizar la calidad de vida de los usuarios del acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir, en el municipio de Itagüí, Antioquia, a través de la identificación, diagnóstico y elaboración participativa del Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua en cumplimiento de la ley 373 de 1997, como herramienta de plan de acción durante los próximos cinco años.

5.5.2. Objetivos específicos del programa:

- Implementar las medidas prioritarias para garantizar el suministro de agua potable a los usuarios actuales y/o proyectados dentro del alcance y horizonte del programa.
- Realizar actividades encaminadas a la sostenibilidad del recurso hídrico de tal manera que el sistema de acueducto veredal la Esperanza de El Porvenir permanezca en el tiempo.
- Promover la cultura de ahorro y uso eficiente del agua basados en los principios de desarrollo sostenible.

5.6.6. PLAN DE ACCIÓN Y PROGRAMAS A PROPONER PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

5.6.1. PROYECTOS PROPUESTOS PARA LLEVAR A CABO EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA

a) Implementación de un plan de reducción de pérdidas y fugas para el sistema de acueducto La Esperanza, vereda El Porvenir de Itagüí.

5.6.1.1. Planteamiento del problema

Los sistemas de captación, conducción y tratamiento de agua del acueducto veredal La Esperanza de la vereda El Porvenir de Itagüí, no cuentan con todos los elementos técnicos necesarios para contabilizar pérdidas de agua por fugas o conexiones fraudulentas, por ende, no es posible enfocar acciones tendientes a la reducción de dichas pérdidas y fugas.

5.6.1.2. Objetivo General

Dotar al acueducto La Esperanza de la vereda El Porvenir de Itagüí, de los instrumentos técnicos y administrativos necesarios para cuantificar las pérdidas de agua en el sistema y así poder plantear acciones para reducir pérdidas y fugas en el mismo.

5.6.1.3. Objetivos específicos

- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos al sistema de tratamiento de agua con el fin de evitar futuras fugas y eliminar las existentes.
- Dotar al acueducto de un sistema de macro medición que permita controlar el consumo de agua global.
- Instalar los micro medidores faltantes para cubrir el 100% de los usuarios del sistema de acueducto.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los sistemas de macro y micro medición del sistema de acueducto.
- Realizar la revisión periódica a toda la red del sistema de acueducto con el propósito de identificar posibles fugas y/o conexiones erradas o fraudulentas.

b) Mejoramiento de la infraestructura física del sistema de acueducto La Esperanza, vereda El Porvenir de Itagüí.

5.6.2.1. Planteamiento del problema

El acueducto veredal La Esperanza no cuenta con instalaciones físicas adecuadas que permitan salvaguardar los insumos, herramientas y demás implementos necesarios para la operación y mantenimiento de los diferentes sistemas que lo componen, así como tampoco dispone de un sistema de control de caudal captado que garantice el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de concesión de aguas superficiales.

5.6.2.2. Objetivo General

Mejorar las condiciones físicas y espaciales que permitan garantizar la captación del caudal concesionado, así como el almacenamiento adecuado de insumos, herramientas y demás implementos necesarios para la operación y mantenimiento de las diferentes unidades que componen el sistema de acueducto.

5.6.2.3. Objetivos específicos

- Mejorar las condiciones de almacenamiento de insumos, herramientas y demás implementos necesarios para la operación y mantenimiento de las diferentes unidades que componen el sistema de acueducto.
- Garantizar la captación del caudal concesionado, en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

c) Implementación de un plan de fortalecimiento técnico y administrativo para la Junta Administradora del acueducto veredal La Esperanza de la vereda El Porvenir de Itagüí.

5.6.3.1. Planteamiento del problema

La Junta Administradora del acueducto veredal La Esperanza de la vereda El Porvenir de Itagüí evidencia problemas administrativos derivados de la falta de continuidad en sus integrantes, que a su vez conllevan falencias en el manejo de la cartera y libros contables de la junta. Así mismo, se evidencian falencias técnicas en la operación y mantenimiento de las diferentes unidades que componen es sistema de acueducto.

5.6.3.2. Objetivo general

Garantizar la continuidad en los procesos administrativos del acueducto veredal La Esperanza a través del buen manejo, ejecución, registro y seguimiento a los recursos, así como garantizar la adecuada operación del sistema que abastece de agua a los usuarios del acueducto.

5.6.3.3. Objetivos específicos

- Mejorar el proceso de administración del acueducto a través de la correcta elaboración y presentación de estados financieros e implementación de conceptos de tesorería eficiente.

- Garantizar la calidad técnica y seguridad del operario en la operación y mantenimiento del sistema de acueducto.

d) Protección de la microcuenca abastecedora del acueducto veredal La Esperanza, vereda El Porvenir de Itagüí.

5.6.4.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la microcuenca del caño porvenir que abastece de agua al acueducto La Esperanza, en su parte alta, presenta un índice de degradación moderado y vulnerabilidad a la ocupación irregular de del predio donde se ubica, toda vez que no se encuentra debidamente alinderado y amojonado. Igualmente, el crecimiento en los asentamientos regulares e irregulares que se evidencia en los alrededores de este predio lo que ofrece la correspondiente presión y afectación antrópica del mismo por una disposición inadecuada de los residuos sólidos y una eventual sobre explotación del recurso hídrico en esta cuenca.

5.6.4.2. Objetivo general

Garantizar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico a través de la protección de la microcuenca abastecedora y sus ecosistemas.

5.6.4.3. Objetivos Específicos

- Mantener el cauce y los retiros de la cuenca libre de residuos sólidos.
- Reforestar los terrenos degradados por actividades ganaderas y/o de cultivo de café.
- Proteger la parte alta de la microcuenca de la invasión y asentamiento de terceros y la captación de fuentes hídricas sin el debido permiso de la autoridad ambiental.

e) Implementación de campañas educativas ambientales para el ahorro y uso eficiente del agua por parte de los usuarios del acueducto La Esperanza de la vereda El Porvenir de Itagüí.

5.6.5.1. Planteamiento del problema

La falta de cultura ambiental por parte de los usuarios del sistema de acueducto y demás personas que habitan su zona de influencia ofrece una presión a los ecosistemas que conforman la microcuenca abastecedora, siendo esta vulnerada por la disposición inadecuada de residuos sólidos, captaciones irregulares de agua, explotación de su suelo con ganadería y sembrados de café e incluso la quema no contralada de residuos especiales. Igualmente, se realiza un uso inadecuado y excesivo del recurso hídrico.

5.6.5.2. Objetivo General: Generar una conciencia ambiental por parte de los usuarios del acueducto para fomentar un desarrollo sostenible desde cada vivienda.

5.6.5.3. Objetivos Específicos

- Sensibilizar a los usuarios del acueducto sobre el uso eficiente y ahorro de agua.
- Generar mecanismos que favorezcan la reducción del consumo de agua por vivienda.
- Implementar estrategias y sensibilización en cuanto al manejo y disposición de residuos sólidos.

5.6.2. INCLUSIÓN DE METAS E INDICADORES DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA

Programa de Ahorro y uso eficiente del agua Acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir					
Objetivo	Indicador de resultado	Unidad	Línea base	Meta	Proyecto asociado
Medidas prioritarias para garantizar el suministro de agua potable a los usuarios.	Mantenimientos preventivos y correctivos realizados a la planta de potabilización.	Número	2	7	Implementación de un plan de reducción de pérdidas y fugas. (Responsable: Junta administradora)
	Sistemas de macro medición instalado.	Número	0	1	
	Sistemas de micro medición instalados.	Porcentaje	94%	100%	
	Mantenimientos preventivos y correctivos de los sistemas de macro y micro medición realizados.	Número	0	5	
	Revisiones periódicas para la identificación de fugas y conexiones irregulares realizadas.	Número	0	20	Mejoramiento de la infraestructura del sistema de
	Caseta de operaciones instalada.	Número	0	1	
	Bodega de almacenamiento de químicos y herramientas de limpieza y reparación de daños	Número	0	1	

	construida.				acueducto. (Responsable: Junta administradora y municipio).
	Estructuras de control de caudal captado por cada una de las fuentes construidas.	Número	0	2	
	Capacitación en mantenimiento de equipos eléctricos (bomba y sistema eléctrico) realizadas.	Número	0	2	Implementación de un plan de fortalecimiento técnico y administrativo para la Junta Administradora del acueducto veredal La Esperanza de El Porvenir
	Capacitación y curso para trabajo en alturas realizadas.	Número	0	2	(Responsable: Junta administradora y municipio).
	Informes de ejecución presupuestal presentados.	Número	0	15	
Actividades encaminadas a la protección y restauración de ecosistemas estratégicos.	Campañas de limpieza realizadas a la cuenca abastecedora.	Número	0	10	Protección de la microcuenca abastecedora (Responsable: Municipio).
	Arboles sembrados con fines de reforestación para la protección de la microcuenca.	Número	0	1.000	
	Mantenimiento de predios adquiridos para la protección de nacimientos que surten acueductos veredales en el municipio de Itagüí. (cercamiento, amojonamiento y seguimiento arbóreo).	Número	0	5	
Promover la cultura de ahorro y uso eficiente del agua basados en los principios de desarrollo sostenible.	Campañas de sensibilización sobre uso racional del agua y manejo de residuos sólidos realizadas.	Número	0	10	Implementación de campañas educativo ambientales para el ahorro y uso eficiente del agua. (Responsable: Junta administradora y municipio).
	Tarifas diferenciales para el consumo por encima del mínimo.	Porcentaje	100	100	

Tabla 10. Metas e indicadores de uso eficiente y ahorro de agua. Fuente: Elaboración en conjunto Secretaría del Medio Ambiente

6. CONCLUSIONES

- Es necesario que el programa de ahorro y uso eficiente de agua sea conocido y acogido por todos los sectores de la vereda beneficiaria del sistema de acueducto, con el fin de que las actividades formuladas se lleven a cabo en su totalidad y con éxito.
- Durante el desarrollo de la práctica se observó la disposición que tienen los miembros de la Junta administradora del acueducto de mejorar la calidad de vida de las personas que son usuarias del servicio de acueducto. Esto se nota con la gestión realizada para la obtención de los recursos financieros para el programa de fortalecimiento de las juntas administradoras de acueductos veredales.
- Los indicadores son herramientas que constituyen un sistema de señales que permite evaluar el progreso y desarrollo de las actividades a lo largo del tiempo, tratándose aún de un ámbito en proceso de desarrollo conceptual, metodológico e instrumental.
- Es necesario que al interior de la Junta administradora se aprenda de las experiencias anteriores, para que las iniciativas planteadas al interior del programa de ahorro y uso eficiente de agua se realicen con la mayor eficiencia, eficacia y efectividad.
- Es necesario optimizar los procesos al interior del acueducto a través de la actualización constante de la información, capacitación de los miembros de la Junta en labores administrativas y con el control y seguimiento continuos de los componentes del sistema de acueducto.
- Es necesario hacer énfasis dentro de los programas de sensibilización y educación ambiental en el uso racional del agua en las diferentes actividades, además de las desventajas a la comunidad debido a las conexiones fraudulentas.
- En lo relativo a los indicadores, es importante realizar un seguimiento continuo de éstos y hacer un tipo de rendición de cuentas con la comunidad y la junta administradora del acueducto para garantizar una buena gestión del mismo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Global Water Paternship (2008). Principios del GIRH bases para el mantenimiento de planes. Global Water Paternship y Red Internacional of Basin Organization.
- De Ambiente. (1997). Ley 373 de 1997 - Programa de uso eficiente y ahorro de agua. Bogotá, 1997.
- De ambiente. (2018). Resolución 1257 de 2018 – Contenido del programa de uso eficiente y ahorro de agua. Bogotá (2018).
- ONU, P. (2016). Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo.
- Savedra, S., Padilla, A., & Plonczak, M. (2004). Escenario estratégico para integrar a las comunidades en la conservación de las cuencas. Revista Forestal Latinoamericana, 35, 9-96.
- GWP, I. (2009). Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. Global Water Partnership and International Network Of Watershed Organizations (eds).
- De ambiente. (2010). Política nacional para la gestión integrada del Recurso hídrico. Bogotá (2010).
- De ambiente. (2018). Resolución 1257 de 2018 – Contenido del programa de uso eficiente y ahorro de agua. Bogotá (2018).
- Bustamante, J. (2012). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades Económicas. Bogotá, Colombia.
- Bedoya López L M, Aguirre Ramírez D A, Carmona Luna M del C, Gaviria López L F; Anuario Estadístico de Itagüí, Municipio de Itagüí, 2017.
- Concejo municipal del municipio de Itagüí, Plan de Ordenamiento Territorial Itagüí – 2007-2019.
- Corantioquia (2012). Plan de manejo DMI DVARC. Medellín, Colombia.
- De ambiente. (2010). Categorías de manejo del sistema de áreas protegidas. Bogotá. 2010.
- De ambiente. (2014). Estudio Nacional del Agua. Bogotá (2014).
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA, CORNARE, Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Aburrá (POMCA Río Aburrá – Medellín); Medellín, 2018.
- de Protección social. (2007). Resolución 2115 del 2007, Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá, Colombia, 2007.
- Vélez Upegui, Jaime Ignacio. Desarrollo de un modelo hidrológico conceptual y distribuido orientado a la simulación de las crecidas. Tesis doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos y Puertos. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, 2001.
- Universidad Nacional de Colombia (UNAL) - Sede Medellín, Universidad de Antioquia (UdeA), universidad pontificia bolivariana (UPB), Universidad de Medellín (UdeM) y área metropolitana del valle Aburrá (AMVA). Diseño y puesta en marcha de la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Medellín en jurisdicción del Área Metropolitana. Medellín, 2004.
- CHOW, Ven Te; MAIDMENT, David R. y MAYNS, Larry W. Hidrología aplicada. Bogotá D.C.: McGraw – Hill, 1994. 299 p.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (2014). Estudio Nacional del Agua. Bogotá: IDEAM.

8. VISTO BUENO DEL ASESOR INTERNO Y ASESOR EXTERNO

Como asesor conozco la propuesta y avalo el contenido de la misma.

Nora Elena Villegas Jiménez
Nombre del asesor interno

Firma del asesor interno

Cristian Camilo Puerta Lopera
Nombre del asesor externo

Cristian C. Puerta L.
Firma del asesor externo

