GMS INGENIEROS CONSULTORES S.A.S

A2-2602-02-V0

VERSIÓN 0

INFORME DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO VEREDA LA SALADA PARTE BAJA



CONTRATANTE:

edu Antioquia — Alcaldía de Caldas ANTIOQUIA

INFORME FINAL

Carrera 80 No. 39 – 157
Teléfono: 311 756 8035
Medellín, abril de 2026

Correo: proyectos@gmsingenierossas.com
Link: Encuesta de Satisfacción
Reporte PQRS: https://gmsingenierossas.com/contact/

DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO VEREDA LA SALADA PARTE BAJA

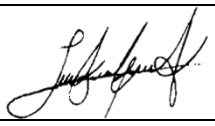
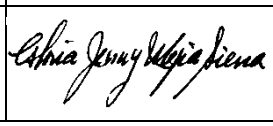
CONTRATO CD-010-2026

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

INDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0			**Documento Original**

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DEL DOCUMENTO:	**INFORME DIAGNÓSTICO VEREDA LA SALADA PARTE BAJA**
DOCUMENTO No.:	**A2-2602-02-V0**

ITEM	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	RESPONSABLE DE LA REVISIÓN	RESPONSABLE DE LA VERIFICACIÓN	RESPONSABLE DE LA APROBACIÓN
NOMBRE:	Dayana Londoño Londoño	Juan Esteban Giraldo	Gloria Jenny Mejía	William de Jesús Ángel Agudelo
CARGO:	Ingeniero de Diseño	Gerente técnico	Directora de proyectos	Secretario de Planeación
FECHA:	2026/04/01	2026/04/06	2026/04/13	
FIRMA:				

GMS INGENIEROS CONSULTORES S.A.S.

INFORME FINAL

13 DE ABRIL 2026

1 CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 10
2 EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA 11
3 CARACTERÍSTICAS DEL MUNICIPIO DE CALDAS 12
3.1 ASPECTOS FÍSICOS 12
3.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 12
3.1.2 LÍMITES 14
3.1.3 INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE 15
3.1.4 RECURSOS HÍDRICOS 19
3.1.5 CLIMATOLOGÍA 22
3.1.6 TIPOS DE SUELOS 24
3.1.7 TOPOGRAFÍA 24
3.1.8 GEOLOGÍA 24
3.1.9 USOS DEL SUELO 26
3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS 27
3.2.1 ESTRATIFICACIÓN SOCIAL 29
3.2.2 SALUD 29
3.3 ZONAS DE RIESGO 30
4 DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO 32
4.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE CAMPO 33
4.1.1 EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO 33
4.1.2 EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA 34
4.1.3 TOTAL EDIFICACIONES Y USOS 34
4.1.4 CAUDALES DEMANDADOS 36
5 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO 39
5.1 ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN 39
5.1.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS 40

5.1.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN 41
5.1.3 ESTADO ESTRUCTURAL 42
5.1.4 DESEMPEÑO OPERATIVO 42
5.1.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS 43
5.1.6 MANTENIMIENTO 43
5.1.7 EVALUACIÓN GENERAL 43
5.2 DESARENADOR 44
5.2.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS 45
5.2.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN 46
5.2.3 ESTADO ESTRUCTURAL 46
5.2.4 DESEMPEÑO OPERATIVO 46
5.2.5 MANTENIMIENTO 47
5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE 47
5.3.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS 48
5.3.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN 48
5.3.3 ESTADO ESTRUCTURAL 49
5.3.4 DESEMPEÑO OPERATIVO 50
5.3.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS 50
5.3.6 MANTENIMIENTO 51
5.3.7 EVALUACIÓN GENERAL 51
5.3.8 PROYECCIÓN DE DEMANDA Y CAPACIDAD DEL SISTEMA 52
5.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN 52
5.4.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN 57
5.4.2 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA 68
5.4.3 DESEMPEÑO HIDRÁULICO 68

5.4.4 PÉRDIDAS Y CONEXIONES IRREGULARES 69
5.4.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS 69
5.4.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN 70
5.4.7 EVALUACIÓN GENERAL 70
6 CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO ACUEDUCTO LA SALAD PARTE BAJA 71
7 RECOMENDACIONES TÉCNICAS 73
7.1 INTERVENCIONES INMEDIATAS 74
7.2 INTERVENCIONES A CORTO PLAZO 75
7.3 CONSIDERACIÓN FINAL 75
8 BIBLIOGRAFÍA 77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Revisión de información secundaría 12
Tabla 5. Consumos correspondientes a los usos no residenciales 38
Tabla 7. Factores de consumo..... 55
Tabla 8. Demandas y presiones en la hora de mínimo consumo 0:00 Horas..... 59
Tabla 9. Longitud, diámetro, caudal y velocidad de las tuberías a la hora de mínimo consumo. 61
Tabla 10. Demandas y presiones en las horas de máximo consumo. 8:00 Horas..... 64
Tabla 11. Longitudes, diámetros, caudales y velocidad de tuberías en la hora de máximo consumo. 66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización Geográfica La Salada Parte Baja 14
Figura 2. Infraestructura vial Centro Poblado la Salada Parte Baja..... 17
Figura 3. Drenaje doble y sencillo del centro poblado la Salda Parte Baja..... 20
Figura 4. Uso del suelo centro poblado la Salada Parte Baja..... 27
Figura 5. Clasificación de riesgo según PBOT 31
Figura 6. Clasificación de usuarios por sector..... 35
Figura 7. Clasificación de usuarios por inmueble 36
Figura 8. Ubicación bocatoma y desarenador 39
Figura 9. Bocatoma y caja de derivación 40
Figura 10. Detalle caja de derivación 41
Figura 11. Vista en planta desarenador 45
Figura 12. Perfil desarenador..... 45
Figura 13. Catastro de redes acueducto Centro Poblado la Salada Parte Baja..... 54
Figura 14. Curva de consumo..... 56
Figura 15. Presiones a la hora de mínimo consumo. 0:00 Horas 58
Figura 16. Presiones a la hora de máximo consumo. 8:00 Horas. 63

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Fuente de captación del Acueducto la Salada Parte Baja, Quebrada la Mina 22
Foto 2. Bocatoma. 41
Foto 3. Desarenador 44
Foto 4. Planta de tratamiento de agua potable 47
Foto 5. Planta de tratamiento de agua potable 49

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01. Censo Sanitario
ANEXO 02. Proyección Población y Caudales
ANEXO 03. Catastro redes de acueducto
ANEXO 04. Modelo hidráulico de diagnóstico
ANEXO 05. Plano diagnóstico

1 INTRODUCCIÓN

El Programa Agua y Saneamiento para la Prosperidad – PAP y los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento –PDA se constituye como una política pública nacional orientada a atender las necesidades de agua potable y saneamiento básico en el país, mediante la implementación de esquemas eficientes, sostenibles y articulados para la prestación de los servicios públicos domiciliarios. En concordancia con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015, este programa integra estrategias de planeación y coordinación interinstitucional que buscan armonizar los recursos disponibles, fortalecer la capacidad institucional de las entidades territoriales y promover esquemas de regionalización acordes con las condiciones locales.

En este contexto, y en articulación con los lineamientos del PAP – PDA, se desarrolla el Contrato CD-010-2026, cuyo objeto es la elaboración de los estudios y diseños del sistema de acueducto para La Salada Parte Baja, en la zona rural del municipio de Caldas, Antioquia, con el propósito de mejorar las condiciones de acceso, continuidad y calidad del servicio de agua potable. Este proceso se enmarca en la necesidad de avanzar hacia soluciones técnicas que respondan a las particularidades territoriales de la vereda La Salada Parte Baja, contribuyan a la sostenibilidad ambiental y fortalezcan la gestión integral del recurso hídrico.

El presente diagnóstico constituye la base técnica para la formulación de dichos diseños, integrando información secundaria disponible, insumos suministrados por la administración municipal y el análisis de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento en el área de influencia en la vereda La Salada Parte Baja. Asimismo, incorpora la validación en campo mediante visitas técnicas, permitiendo identificar problemáticas asociadas a la disponibilidad del recurso, la infraestructura existente, la proyección de la demanda y las condiciones operativas del sistema de acueducto.

De esta manera, el diagnóstico se orienta a establecer un panorama claro y actualizado que permita definir alternativas de diseño viables, coherentes con las necesidades de la población de La Salada Parte Baja y alineadas con los objetivos de eficiencia, sostenibilidad y mejoramiento de la calidad de vida. Asimismo, se busca aportar a la protección de las

fuentes hídricas y al fortalecimiento de la prestación del servicio público de acueducto en este sector rural del municipio de Caldas.

2 EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Como parte del desarrollo, cuyo objeto es la elaboración de los estudios y diseños del sistema de acueducto para la vereda La Salada Parte Baja, en la zona rural del municipio de Caldas (Antioquia), se llevó a cabo la recopilación, revisión y evaluación de la información secundaria disponible, con el fin de soportar técnicamente la construcción del diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua en este sector.

En este sentido, la evaluación de información secundaria comprendió la compilación y análisis de documentos técnicos, estudios previos, registros institucionales y demás fuentes existentes relacionadas con los componentes e infraestructura del sistema de acueducto de La Salada Parte Baja. Esta información resultó fundamental para complementar el levantamiento de datos en campo y permitir una caracterización integral de las condiciones actuales del sistema, incluyendo aspectos técnicos, operativos, ambientales y de cobertura del servicio.

La revisión se orientó al análisis detallado de los documentos desarrollados hasta la fecha por diferentes entidades, los cuales abordan de manera directa e indirecta elementos asociados a la captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución del recurso hídrico. De igual forma, se consideraron insumos relacionados con proyecciones de demanda, condiciones de las fuentes abastecedoras y antecedentes de intervención en el sistema.

Adicionalmente, durante el proceso de revisión de la información secundaria y su contraste con las visitas de campo y el censo realizado, fue posible identificar el estado actual de los diferentes componentes del sistema de acueducto, así como brechas de información, inconsistencias y necesidades de actualización que inciden en la formulación de soluciones técnicas adecuadas para La Salada Parte Baja.

En la **Tabla 1** se presenta la relación y evaluación de los documentos suministrados por las diferentes entidades, los cuales fueron considerados como insumo base para la elaboración del diagnóstico en el marco del presente contrato para La Salada Parte Baja.

Tabla 1. Revisión de información secundaría

NOMBRE DEL DOCUMENTO	AUTOR	CONTENIDO	AÑO	TIPO DOC.	FORMATO
PBOT Municipio de Caldas	Municipio de Caldas	Acuerdo 002 de 2025	2025	Técnico-Administrativo	Digital
Reportes IRCA	DSSA	Reporte de consolidado IRCA	2024	Técnico	Digital
Plan de Desarrollo	Municipio de Caldas	Plan de Desarrollo Municipal: “Creamos 2024-2027”	2024	Técnico-Administrativo	Digital
Contrato Interadministrativo N°2035 de 2022	Municipio de Caldas	Consultoría a nivel de actualización y ajustes de diseños para obras de abastos en el acueducto la Salada Parte Baja en el municipio de Caldas	2022	Técnico	Digital

3 CARACTERÍSTICAS DEL MUNICIPIO DE CALDAS

3.1 ASPECTOS FÍSICOS

A continuación, se realiza la descripción de los principales aspectos físicos del municipio de Caldas:

3.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El centro poblado La Salada Parte Baja se localiza en la zona rural del municipio de Caldas, en la subregión del Valle de Aburrá, departamento de Antioquia, formando parte del sistema territorial asociado al sur del área metropolitana de Medellín. Este sector se encuentra en un entorno caracterizado por condiciones climáticas templadas, con una altitud cercana a los 1.700–1.800 m s. n. m. y temperaturas promedio entre los 17°C y 24°C, factores que

inciden directamente en la disponibilidad del recurso hídrico y en el comportamiento de los sistemas de abastecimiento de agua.

La localización geográfica del centro poblado adquiere especial relevancia al permitir contextualizar las condiciones físicas, territoriales y ambientales del área de intervención. Este centro poblado se emplaza en un territorio con predominio de topografía de ladera, lo cual influye de manera directa en la configuración, operación y sostenibilidad del sistema de acueducto.

La ubicación del centro poblado, así como su relación con las fuentes hídricas disponibles y la infraestructura existente, constituyen elementos clave para el desarrollo del diagnóstico. En este sentido, se hace necesario considerar aspectos como el relieve, las condiciones de acceso, la conectividad y la distribución espacial de la población, los cuales inciden en la prestación del servicio de agua potable.

De esta manera, la caracterización geográfica de La Salada Parte Baja permite establecer un marco de referencia para la planificación y definición de soluciones técnicas acordes con las condiciones del territorio, orientadas al mejoramiento de la cobertura, calidad y continuidad del servicio de acueducto, en concordancia con los lineamientos establecidos para el sector rural del municipio de Caldas.

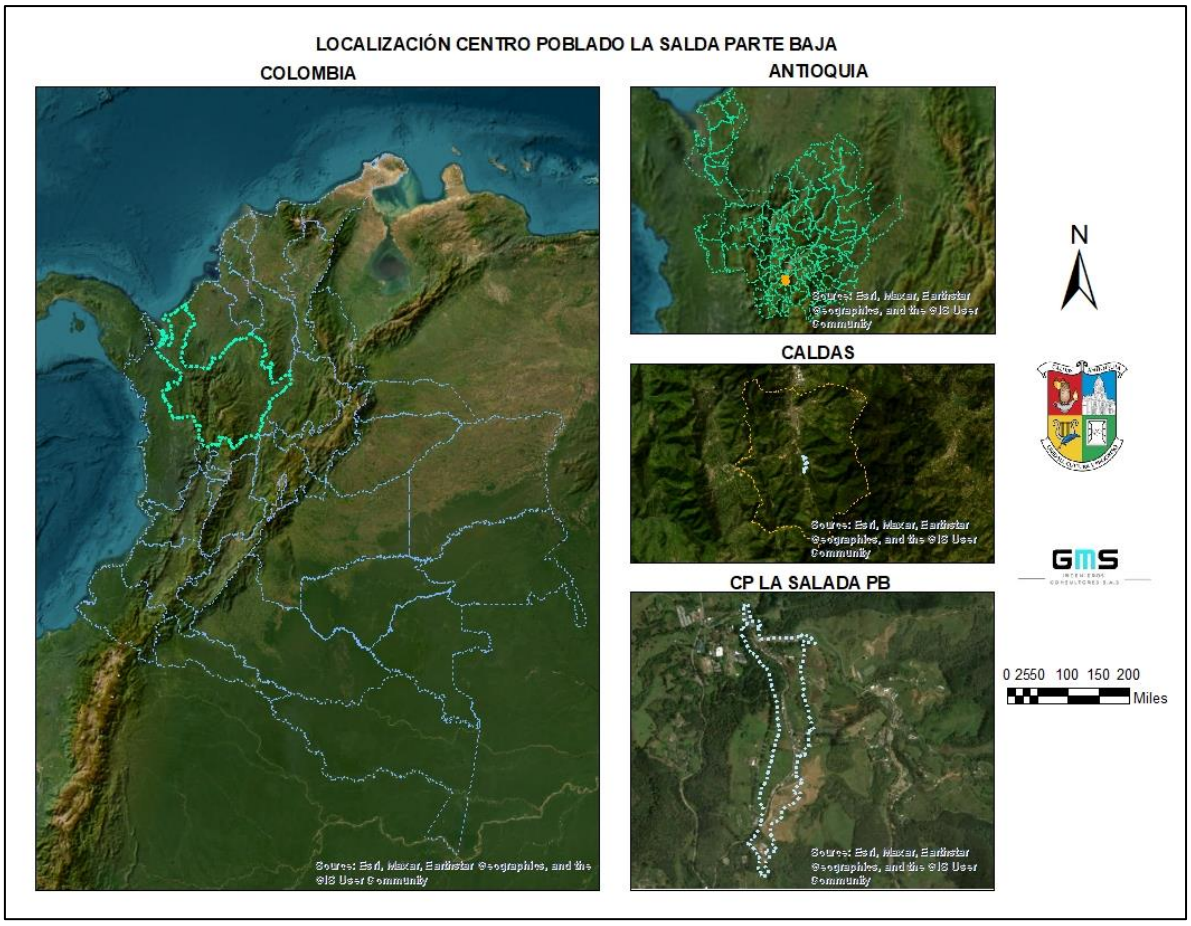


Figura 1. Localización Geográfica La Salada Parte Baja
Fuente: Elaboración propia GMS

3.1.2 LÍMITES

El municipio de Caldas se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia y presenta los siguientes límites geográficos: al norte con los municipios de La Estrella y Sabaneta; al oriente con el municipio de Envigado; al sur con el municipio de Amagá; y al occidente con los municipios de Angelópolis y nuevamente Amagá. Esta localización estratégica dentro del sur del Valle de Aburrá permite comprender su articulación territorial y las dinámicas que inciden en el desarrollo de los sistemas de acueducto en su zona rural.

3.1.3 INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE

De acuerdo con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) 2025 del municipio de Caldas, la infraestructura vial se estructura como un sistema jerarquizado que permite garantizar la conectividad interna, la articulación con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la accesibilidad hacia las zonas rurales. Este sistema está conformado por vías arteriales, colectoras y locales, tanto en el área urbana como rural, las cuales cumplen funciones diferenciadas según su capacidad, nivel de servicio y cobertura territorial.

El PBOT establece que la jerarquización vial permite organizar la movilidad del municipio, determinando corredores de mayor conectividad y accesibilidad, así como vías con restricciones o funciones específicas, en coherencia con los usos del suelo y la dinámica territorial.

3.1.3.1 Principales corredores viales del Municipio de Caldas

Según el PBOT, los principales corredores viales corresponden a las vías arteriales, las cuales estructuran la movilidad municipal y su conexión con otros municipios del sur del Valle de Aburrá. Entre los más relevantes se destacan:

- Carrera 50 (Autopista Sur): principal eje estructurante del municipio, que articula a Caldas con Medellín y los municipios del sur del valle, formando parte del corredor regional del río.
- Carrera 48 (variante o vía paralela): corredor complementario que soporta el flujo vehicular y mejora la conectividad longitudinal.
- Calles 107 Sur, 127 Sur y 146 Sur: ejes transversales que conectan diferentes sectores urbanos y permiten la integración con municipios vecinos como La Estrella.

Estos corredores se caracterizan por su alta importancia en términos de movilidad, competitividad territorial y articulación regional, siendo parte de sistemas de transporte multimodal del área metropolitana.

3.1.3.2 Vías internas del Municipio

El sistema vial interno está compuesto principalmente por:

- **Vías colectoras:**

Son las encargadas de distribuir el tráfico desde las vías arteriales hacia los sectores urbanos. Entre ellas se destacan:

- Carrera 40 y sus conexiones longitudinales
- Calle 132 Sur, Calle 133 Sur, Calle 134 Sur
- Carrera 43, 44, 45 y 52
- Conexiones internas proyectadas en el corredor oriental

Estas vías permiten la conexión entre barrios, equipamientos y sectores productivos, y en algunos casos se encuentran en proceso de mejoramiento o proyección.

- **Vías locales:**

Corresponden a la red vial de menor jerarquía, encargada de dar acceso directo a predios, viviendas y actividades locales. Estas predominan en la malla urbana y en los centros poblados rurales.

3.1.3.3 Vías de acceso al Municipio

El principal acceso al municipio de Caldas se realiza a través de:

- Autopista Sur (Carrera 50): conexión directa con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, especialmente con Medellín.
- Vías secundarias que lo conectan con municipios como Amagá, Angelópolis y Envigado.

Estos accesos permiten la integración regional y el flujo de bienes, servicios y población entre el municipio y su entorno.

3.1.3.4 Estado de las vías rurales

De acuerdo con el PBOT las vías rurales están conformadas principalmente por vías terciarias, las cuales cumplen un papel fundamental en la conectividad de las veredas y en el acceso a servicios básicos como el abastecimiento de agua.

En términos generales, estas vías presentan las siguientes características:

- Predominio de vías en afirmado o sin pavimentar
- Condiciones variables de transitabilidad, afectadas por factores climáticos y topográficos
- Necesidad de mantenimiento periódico y mejoramiento (placa huella, estabilización)
- Presencia de limitaciones en accesibilidad, especialmente en temporadas de lluvias

El documento resalta la importancia de fortalecer la infraestructura vial rural como elemento clave para el desarrollo territorial, la prestación de servicios públicos y la integración de las comunidades rurales.

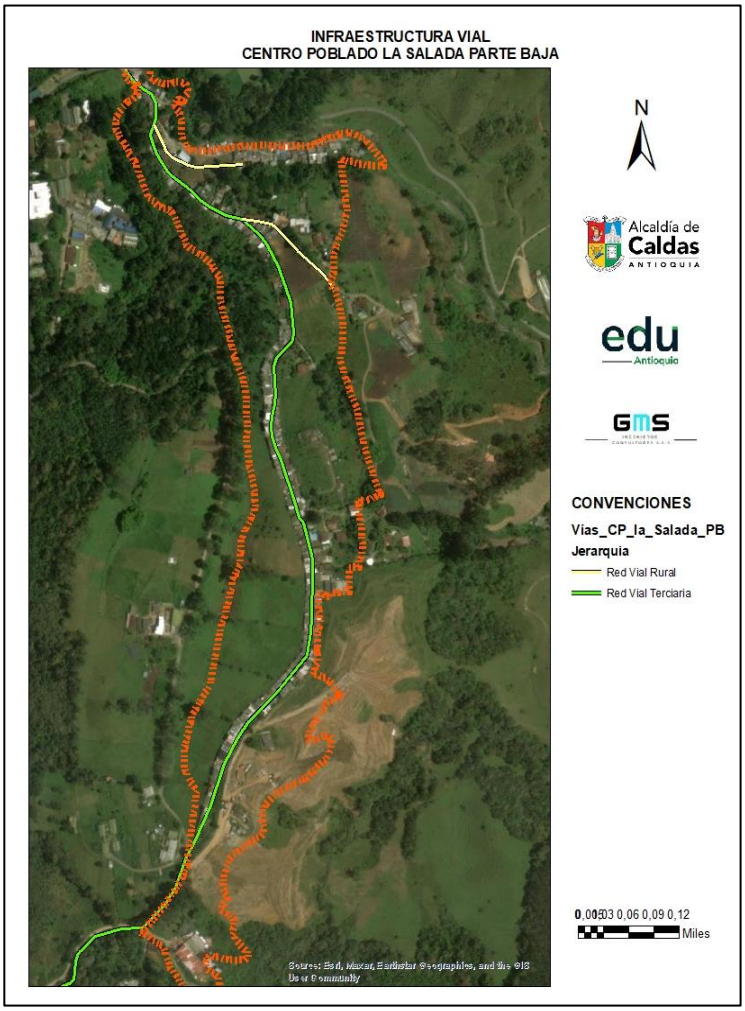


Figura 2. Infraestructura vial Centro Poblado la Salada Parte Baja
Fuente: Elaboración propia GMS

El sistema vial del centro poblado La Salada Parte Baja, ubicado en la zona rural del municipio de Caldas (Antioquia), se encuentra definido conforme a la jerarquización establecida en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), en el cual se identifican principalmente vías pertenecientes a la red vial terciaria y a la red vial rural. Estas categorías corresponden a infraestructuras de bajo volumen de tránsito, cuya función principal es garantizar la conectividad interna del centro poblado y su articulación con la cabecera municipal y demás veredas del entorno.

Dentro de la red vial terciaria se destaca la carrera 40 como el eje estructurante del sistema vial del centro poblado. Esta vía presenta una longitud aproximada de 1,9 km y se encuentra construida en pavimento flexible. Su sección transversal cuenta con un ancho promedio de 3,5 metros, lo que permite el tránsito vehicular en condiciones restringidas, especialmente en tramos donde no se dispone de espacios adecuados para el cruce de vehículos. A pesar de su importancia funcional, la vía presenta limitaciones asociadas a su geometría y capacidad, propias de vías rurales de este tipo.

Adicionalmente, dentro de la red vial rural se identifican tramos correspondientes a la misma carrera 40, así como las vías denominadas calle 175A Sur y calle 175B Sur, las cuales complementan la conectividad interna del centro poblado. Estas vías, en su mayoría, presentan condiciones variables de transitabilidad, con predominio de superficies en afirmado o material granular, lo que las hace susceptibles al deterioro en épocas de lluvia, afectando la movilidad y accesibilidad de los habitantes.

En términos generales, el estado de las vías rurales del centro poblado La Salada Parte Baja evidencia una infraestructura funcional, pero con limitaciones en cuanto a capacidad, condiciones geométricas y calidad del rodamiento. Estas condiciones inciden directamente en la prestación de servicios, el acceso a equipamientos y el desarrollo de actividades económicas, especialmente aquellas relacionadas con el sector agropecuario.

Se hace necesario, por tanto, considerar intervenciones orientadas al mejoramiento de la carpeta de rodadura, optimización de drenajes y, en algunos casos, ampliación de la

sección vial, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de movilidad y seguridad vial para la población del sector.

3.1.4 RECURSOS HÍDRICOS

De acuerdo con lo establecido en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio, el centro poblado La Salada Parte Baja se encuentra influenciado por una red de drenajes naturales de carácter sencillo, localizados principalmente en el perímetro del asentamiento. Estos drenajes corresponden a escorrentías superficiales y cauces menores que cumplen la función de conducir las aguas lluvias y aportes locales.

Es importante señalar que, según la información disponible en el PBOT, dichos drenajes no cuentan con identificación toponímica ni registros oficiales de denominación, lo cual limita su caracterización detallada desde el punto de vista hidrológico e hidrográfico. No obstante, su función hidráulica dentro del sistema natural es relevante, ya que actúan como colectores secundarios dentro de la microcuenca.

En términos de conectividad hídrica, estos drenajes descargan sus caudales en la quebrada La Salada, la cual constituye el principal cuerpo de agua superficial en la zona de estudio. A su vez, esta quebrada es afluente del Río Medellín, integrándose así al sistema hídrico regional.

En este contexto, el recurso hídrico del área se caracteriza por una red de drenaje de baja jerarquía, con aportes directos a una fuente hídrica principal, lo que resalta la importancia de su adecuada gestión y protección, especialmente en relación con los procesos de escorrentía, calidad del agua y posibles afectaciones derivadas de las dinámicas del centro poblado.

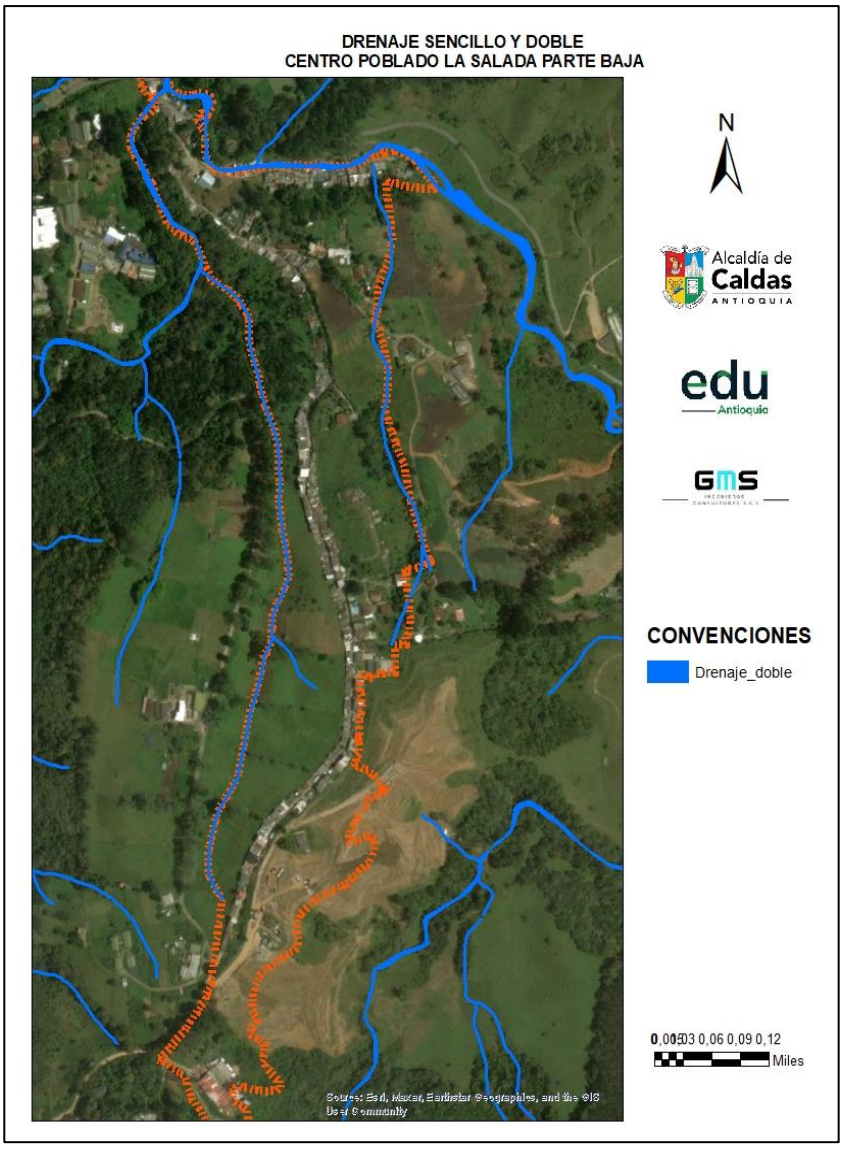


Figura 3. Drenaje doble y sencillo del centro poblado la Salda Parte Baja
Fuente: Elaboración propia GMS

3.1.4.1 Fuente de abastecimiento del sistema de acueducto

La fuente de abastecimiento del sistema corresponde a la quebrada La Mina. Según estudio hidrológico realizado en el año 2022, esta presenta una disponibilidad hídrica de 9,51 L/s en condiciones de estiaje, con una oferta hídrica total estimada de 119,14 L/s y un caudal mínimo registrado en época seca de 29,15 L/s.

En relación con la disponibilidad del recurso, es importante considerar que aguas arriba del punto de captación existen derivaciones y consumos de agua que podrían incidir en la oferta disponible, especialmente cuando estos no cuentan con control o autorización por parte de la autoridad ambiental competente. De igual forma, se identifica un riesgo potencial de afectación en la calidad del agua, asociado a posibles vertimientos provenientes de asentamientos residenciales e industriales localizados en la parte alta de la cuenca.

3.1.4.2 Concesión de agua

Para el sistema de acueducto La Salada Parte Baja, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA, a través de su territorial Aburrá Sur, otorgó concesión de aguas sobre la quebrada La Mina mediante el acto administrativo 160AS-ADM1901-190.

En dicho acto se establece un caudal concesionado de 3,0822 L/s a favor de la Junta de Acción Comunal Veredal – JAC La Salada Parte Baja. Asimismo, el Artículo 2° dispone que la concesión tiene una vigencia de diez (10) años contados a partir de su ejecutoria, por lo que el permiso se encuentra vigente hasta el 11 de abril de 2029.

Actualmente la JAC se encuentra realizando el trámite para el aumento de la concesión de caudal a 13,02 l/s.



Foto 1. Fuente de captación del Acueducto la Salada Parte Baja, Quebrada la Mina

3.1.5 CLIMATOLOGÍA

El municipio de Caldas presenta condiciones climáticas propias de la región andina, influenciadas por su ubicación en el Valle de Aburrá y por la variabilidad altitudinal que caracteriza su territorio rural. En particular, la vereda La Salada Parte Baja se localiza en zonas de ladera con condiciones micro climáticas que inciden directamente en la disponibilidad del recurso hídrico y en el comportamiento de las fuentes abastecedoras.

3.1.5.1 Temperatura

La temperatura en el municipio oscila generalmente entre los 17°C y 24°C, con un promedio cercano a los 21°C. En las veredas objeto de estudio, debido a su ubicación en zonas rurales con variaciones altitudinales, se presentan ligeras fluctuaciones térmicas, siendo común encontrar temperaturas más frescas en horas de la noche y madrugadas. Estas

condiciones favorecen procesos de regulación hídrica y conservación de coberturas vegetales.

3.1.5.2 Precipitación

El régimen de lluvias es de tipo bimodal, característico de la región andina, con dos periodos de alta precipitación (abril–mayo y octubre–noviembre) y dos periodos relativamente secos (diciembre–febrero y junio–agosto). La precipitación anual se encuentra en un rango aproximado entre 1.800 y 2.500 mm, lo que garantiza una oferta hídrica significativa para las fuentes superficiales que abastecen los acueductos veredales.

3.1.5.3 Distribución espacial de la Precipitación

La precipitación no es homogénea en todo el territorio municipal; en las zonas rurales de ladera, como La Salada Parte Baja, se pueden presentar mayores acumulados de lluvia debido a efectos orográficos, donde las masas de aire húmedo ascienden y generan condensación. Esto favorece la presencia de nacimientos de agua y quebradas, aunque también puede incrementar riesgos asociados a erosión y deslizamientos.

3.1.5.4 Humedad relativa del aire

La humedad relativa en el municipio es alta durante la mayor parte del año, con valores que oscilan entre el 70% y el 90%, influenciados por la cobertura vegetal, la presencia de corrientes hídricas y el régimen de lluvias. En las veredas de estudio, estas condiciones contribuyen a mantener la disponibilidad hídrica superficial, aunque también pueden incidir en procesos de deterioro de infraestructura si no se consideran adecuadamente en los diseños.

En conjunto, estas condiciones climatológicas son determinantes para la planificación y diseño de los sistemas de acueducto veredal, ya que influyen en la oferta hídrica, la variabilidad de caudales y las condiciones de operación de la infraestructura propuesta.

3.1.6 TIPOS DE SUELOS

De acuerdo con lo establecido en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), La Salada Parte Baja se localiza en una zona con predominio de usos de suelo de carácter rural, donde se combinan áreas destinadas a actividades agrícolas con sectores de cobertura boscosa. En términos generales, las unidades prediales corresponden a fincas de pequeña y mediana extensión, en las cuales se desarrollan principalmente cultivos de pancoger orientados al autoconsumo, tales como productos básicos de la economía campesina. Asimismo, se evidencia la presencia de actividades pecuarias a baja escala. En cuanto a otras dinámicas productivas, no se identifican de manera representativa actividades de extracción de materiales, por lo que el uso del suelo se mantiene mayoritariamente asociado a prácticas agropecuarias tradicionales y a la conservación de coberturas naturales.

3.1.7 TOPOGRAFÍA

El centro poblado La Salada Parte Baja, presenta una topografía característica de zonas de ladera, con un relieve predominantemente ondulado a fuertemente quebrado. Las pendientes varían de moderadas a altas, con sectores donde se evidencian inclinaciones pronunciadas que condicionan tanto la ocupación del territorio como el desarrollo de infraestructura. En cuanto a las vertientes, estas corresponden a laderas que drenan hacia la quebrada La Mina y otros cauces menores asociados, configurando un sistema de escorrentía superficial que converge en dirección a los drenajes principales de la zona. Esta condición topográfica incide directamente en la dinámica hídrica, los procesos erosivos y la estabilidad de los suelos, aspectos relevantes para la planificación y gestión del territorio.

3.1.8 GEOLOGÍA

Desde el punto de vista geológico, La Salada Parte Baja, en el municipio de Caldas, se localiza en una zona influenciada por formaciones rocosas típicas del Valle de Aburrá, compuestas principalmente por materiales de origen ígneo y metamórfico, los cuales han

sido sometidos a procesos de meteorización que dan lugar a suelos residuales de espesor variable. En superficie, es común encontrar depósitos coluviales y aluviales asociados a las dinámicas de ladera y a la acción de corrientes hídricas, lo que genera heterogeneidad en las condiciones del subsuelo. Estas características geológicas, en conjunto con la topografía del sector, favorecen la ocurrencia de procesos de inestabilidad, tales como movimientos en masa y erosión, especialmente en zonas con intervención antrópica o alta pendiente.

3.1.8.1 GEOLOGÍA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CALDAS

La zona urbana del municipio de Caldas se emplaza sobre unidades geológicas pertenecientes al Batolito Antioqueño, un cuerpo ígneo intrusivo de composición predominantemente granítica, conformado por rocas como granodioritas, tonalitas y dioritas. Estas rocas presentan, en condiciones frescas, alta competencia mecánica; sin embargo, en superficie se encuentran ampliamente meteorizadas, dando lugar a perfiles de alteración profundos.

Sobre este basamento rocoso se desarrollan suelos residuales de espesor variable, generalmente de tipo arcilloso a franco-arcilloso, con presencia de arenas y fragmentos de roca, producto de la descomposición in situ del material ígneo. Estos suelos presentan características geotécnicas que dependen del grado de meteorización, la pendiente y las condiciones de drenaje, siendo susceptibles a procesos de erosión y movimientos en masa en sectores de ladera.

Adicionalmente, en áreas cercanas a las rondas hídricas y zonas de menor pendiente, se identifican depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvial, constituidos por materiales no consolidados como gravas, arenas, limos y arcillas, asociados a la dinámica de quebradas que drenan hacia el río Medellín.

Desde el punto de vista estructural, el territorio presenta influencia de fracturamientos y discontinuidades propias del macizo rocoso, así como de lineamientos estructurales

regionales, los cuales condicionan la infiltración de agua, la estabilidad de taludes y el comportamiento geotécnico del suelo.

En conjunto, la geología de la zona urbana de Caldas está dominada por un sustrato ígneo del Batolito Antioqueño cubierto por suelos residuales profundos y depósitos recientes, lo que determina condiciones particulares para el desarrollo urbano y la ejecución de obras de infraestructura, especialmente en lo relacionado con cimentaciones, excavaciones y manejo de aguas superficiales y subterráneas.

3.1.9 USOS DEL SUELO

De acuerdo con lo establecido en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), el centro poblado La Salada Parte Baja se encuentra clasificado dentro de suelo de uso rural. Esta categorización implica que el territorio está destinado principalmente al desarrollo de actividades agropecuarias, de conservación ambiental y de baja densidad poblacional, limitando la expansión urbana y promoviendo un uso del suelo acorde con las condiciones naturales del entorno. No obstante, en el área se evidencia una densidad de viviendas consolidadas superior a la prevista por el PBOT, lo que refleja procesos de ocupación y crecimiento que no necesariamente se ajustan a los lineamientos establecidos en dicho instrumento de planificación territorial.

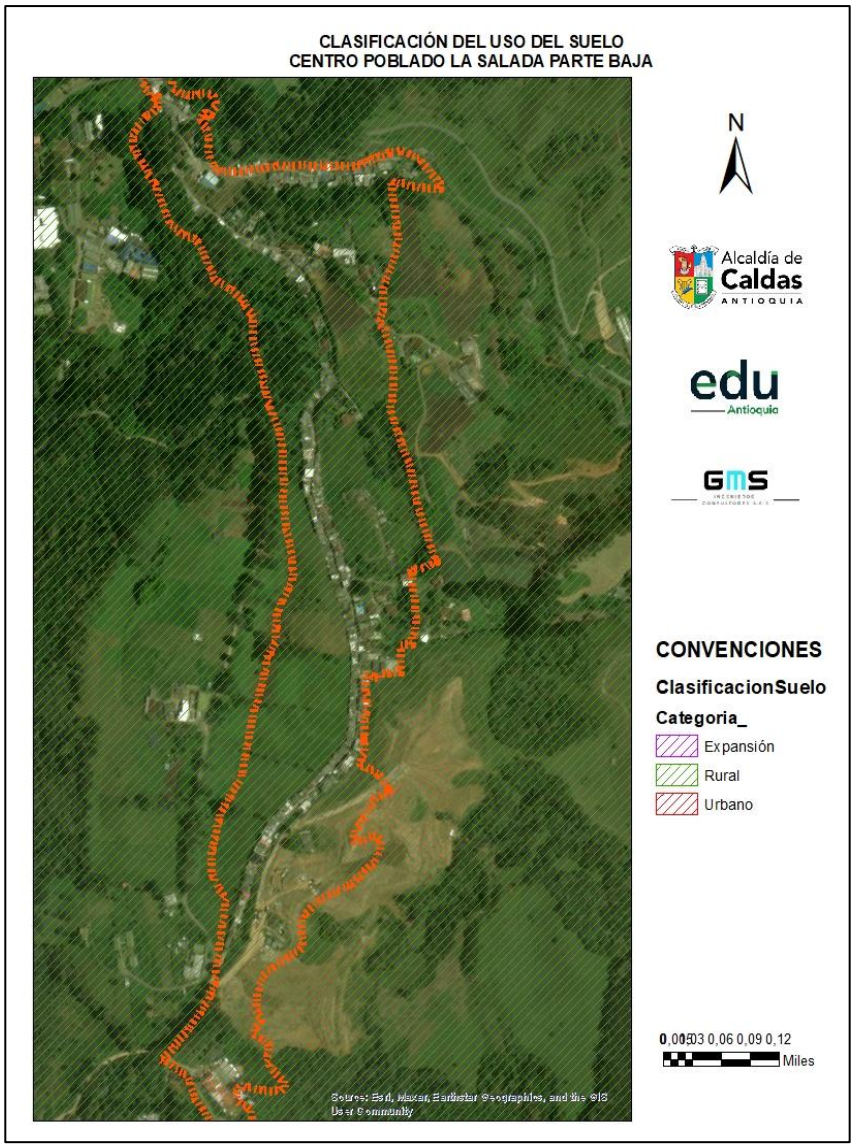


Figura 4. Uso del suelo centro poblado la Salada Parte Baja
Fuente: Elaboración propia GMS

3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

El municipio de Caldas hace parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y presenta una dinámica socioeconómica mixta, en la cual convergen actividades urbanas de tipo industrial, comercial y de servicios, junto con actividades rurales tradicionales. Su cercanía con la ciudad de Medellín favorece procesos de integración económica, movilidad laboral y

acceso a servicios, aunque también genera presiones sobre el territorio, especialmente en la expansión urbana hacia zonas rurales.

En términos generales, la población del municipio se concentra en el área urbana, mientras que en la zona rural se presentan asentamientos dispersos organizados en veredas, donde predominan condiciones socioeconómicas más limitadas en cuanto a acceso a infraestructura y servicios públicos. Las actividades económicas rurales están principalmente asociadas a la agricultura (cultivos de café, plátano, hortalizas y otros productos de pan coger), la ganadería a pequeña escala y, en algunos sectores, actividades extractivas y de transformación básica.

Para el caso específico de las veredas La Salada Parte Baja y El Raizal, las condiciones socioeconómicas se caracterizan por una población de baja densidad, con viviendas dispersas y sistemas de organización comunitaria, en muchos casos a través de juntas administradoras de acueductos veredales. La economía local depende en gran medida de actividades agropecuarias de subsistencia y pequeña comercialización, lo cual influye directamente en la capacidad de pago y sostenibilidad de los servicios públicos.

En cuanto al acceso a servicios, estas veredas presentan limitaciones en cobertura y calidad, especialmente en lo relacionado con el abastecimiento de agua potable, donde predominan sistemas de acueducto veredal con infraestructura básica y, en algunos casos, condiciones operativas deficientes. Asimismo, el acceso a vías, equipamientos y servicios complementarios es variable, dependiendo de la ubicación y condiciones de cada sector.

En este contexto, las características socioeconómicas del área de estudio evidencian la necesidad de implementar soluciones técnicas sostenibles, adaptadas a las condiciones rurales, que permitan mejorar la calidad de vida de la población, garantizando el acceso a agua potable bajo criterios de eficiencia, equidad y sostenibilidad en el marco del Contrato CD-010-2026.

3.2.1 ESTRATIFICACIÓN SOCIAL

Las condiciones socioeconómicas se caracterizan por una dinámica propia de zona rural, con una población que, aunque presenta mayor concentración de viviendas en comparación con otros sectores rurales, mantiene condiciones asociadas a procesos de desarrollo no plenamente planificados. La economía local depende en gran medida de actividades agropecuarias de subsistencia y de pequeña escala, lo cual incide directamente en la capacidad de pago de los usuarios y en la sostenibilidad de los servicios públicos.

En cuanto al acceso a servicios, el centro poblado presenta limitaciones en cobertura y calidad, particularmente en lo relacionado con el abastecimiento de agua potable, donde predomina un sistema de acueducto veredal con infraestructura básica y algunas restricciones en su operación. Asimismo, el acceso a vías, equipamientos y otros servicios complementarios es variable y depende de las condiciones específicas de cada sector.

En este contexto, las características socioeconómicas del área evidencian la necesidad de implementar soluciones técnicas sostenibles, acordes con las condiciones del territorio, que permitan mejorar la calidad de vida de la población y garantizar el acceso al servicio de agua potable bajo criterios de eficiencia, continuidad y sostenibilidad.

3.2.2 SALUD

En el marco del PBOT 2025 del municipio de Caldas, las condiciones de salud en el centro poblado La Salada Parte Baja se entienden como un componente fundamental del bienestar y la calidad de vida de la población, estrechamente relacionado con el acceso a servicios públicos, las condiciones ambientales y la infraestructura disponible en el territorio.

En este sector, la atención en salud depende principalmente de la red municipal, cuya oferta de servicios se concentra en la zona urbana, lo que implica que la población de La Salada Parte Baja debe desplazarse para acceder a servicios de mayor complejidad. Si bien se cuenta con acceso a atención primaria y, en algunos casos, a jornadas o brigadas de salud,

persisten limitaciones en la atención oportuna, especialmente en servicios especializados y de urgencias, situación que se ve influenciada por las condiciones de accesibilidad y localización del centro poblado.

Adicionalmente, se identifican factores de riesgo asociados a condiciones ambientales, tales como la calidad del agua para consumo humano, el manejo de aguas residuales y la disposición de residuos sólidos. En particular, la presencia de un sistema de acueducto veredal con limitaciones en tratamiento y control de calidad puede incidir en la aparición de enfermedades de origen hídrico, especialmente de tipo gastrointestinal.

Asimismo, las condiciones socioeconómicas del centro poblado, caracterizadas por ingresos limitados y restricciones en el acceso a programas de promoción y prevención, influyen en el estado de salud de la población. En este contexto, se hace evidente la necesidad de fortalecer las condiciones de saneamiento básico y el acceso a agua potable, como elementos clave para la reducción de riesgos sanitarios y el mejoramiento de la calidad de vida en La Salada Parte Baja.

3.3 ZONAS DE RIESGO

De acuerdo con la información del PBOT y el análisis cartográfico presentado, en el centro poblado La Salada Parte Baja se identifican diversas zonas en condición de riesgo asociadas principalmente a fenómenos de inundación, avenida torrencial y, en menor medida, movimientos en masa.

En la imagen se observa que las áreas de mayor afectación se localizan a lo largo del cauce principal, donde predominan zonas de amenaza alta y media, las cuales coinciden con sectores habitados, evidenciando una alta exposición de la población. Estas áreas, delimitadas en el PBOT, son consideradas prioritarias para la realización de estudios detallados que permitan definir medidas de mitigación y reducción del riesgo. Asimismo, se identifican otras zonas con condiciones de amenaza que, aunque presentan un nivel menor de riesgo, deben ser objeto de seguimiento y control, especialmente en escenarios de eventos hidrometeorológicos extremos que puedan incrementar su nivel de afectación.

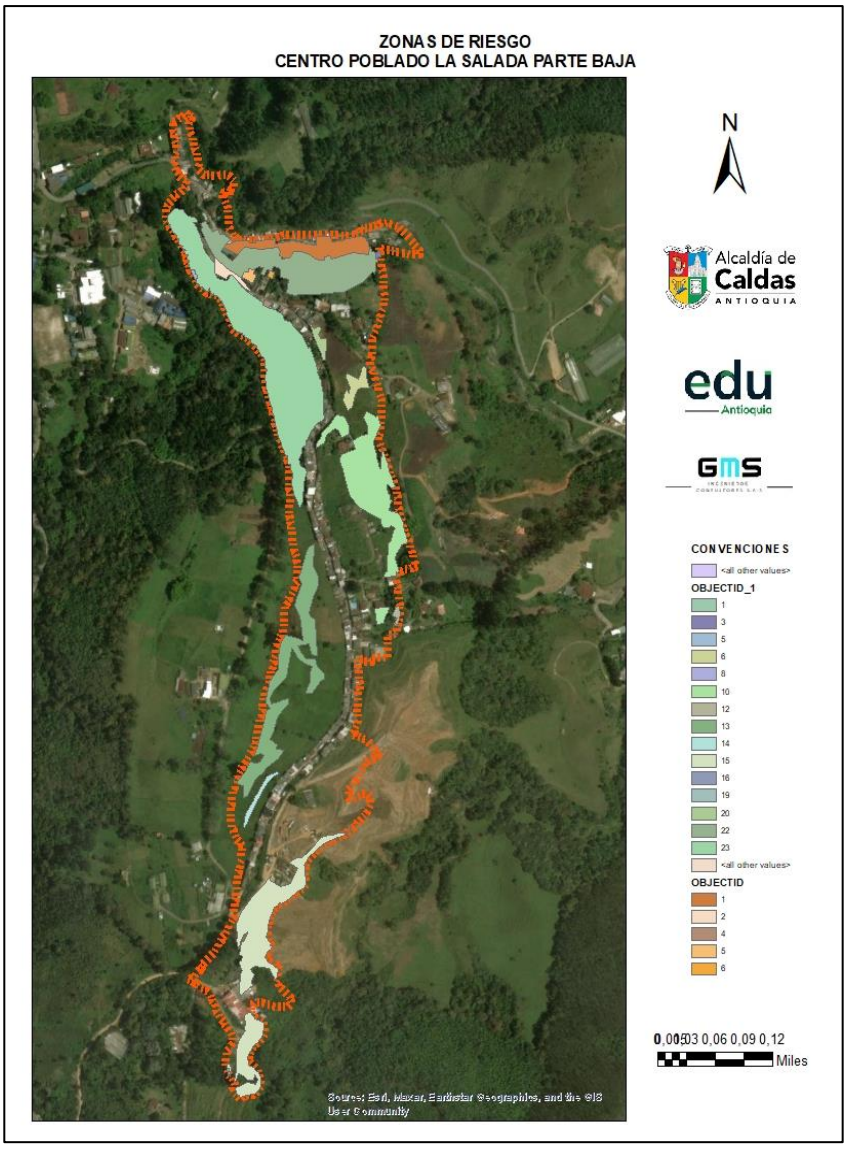


Figura 5. Clasificación de riesgo según PBOT
Fuente: Elaboración propia GMS

4 DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ACUEDUCTO

El presente capítulo desarrolla el diagnóstico del sistema de acueducto del centro poblado La Salada Parte Baja, constituyéndose en un componente fundamental para la comprensión integral de las condiciones actuales de prestación del servicio de agua potable. En este apartado se establece el marco metodológico adoptado para la ejecución del trabajo de campo, así como las actividades de reconocimiento técnico realizadas, orientadas a la recolección, validación y análisis de la información necesaria para la caracterización del sistema.

En este sentido, se describe la metodología de levantamiento de información en campo, incluyendo inspecciones técnicas, georreferenciación de los componentes, registro fotográfico y verificación del estado operativo de la infraestructura. Estas actividades permitieron identificar de manera detallada las condiciones reales de funcionamiento del sistema, así como las principales problemáticas asociadas a su operación, mantenimiento y capacidad de respuesta frente a la demanda actual.

El capítulo aborda igualmente la caracterización de las fuentes de abastecimiento que surten el acueducto, analizando aspectos relacionados con su localización, disponibilidad hídrica y condiciones ambientales. Asimismo, se evalúan los diferentes componentes del sistema, tales como la estructura de captación, el desarenador, las redes de aducción y conducción, y la planta de tratamiento de agua potable, considerando su estado físico, capacidad instalada y nivel de servicio.

De manera complementaria, se presenta la evaluación de las redes de distribución existentes, junto con el análisis de la proyección de la población, elemento clave para estimar la demanda futura del servicio. Este análisis permite identificar posibles déficits de cobertura, limitaciones en la infraestructura y la necesidad de ampliaciones o mejoras en el sistema.

Finalmente, el capítulo incluye el desarrollo del chequeo hidráulico en condición de diagnóstico, mediante el cual se analizan variables como caudales, pérdidas de carga y

comportamiento de presiones en escenarios de máximo y mínimo consumo. A su vez, se incorpora la simulación hidráulica del sistema de acueducto, herramienta que permite evaluar su desempeño bajo diferentes condiciones operativas y soportar la formulación de alternativas técnicas orientadas al mejoramiento de la eficiencia, continuidad y calidad del servicio en el centro poblado La Salada Parte Baja.

4.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE CAMPO

Se describe cada uno de los pasos realizados y técnicas empleadas para el desarrollo del proyecto.

La metodología planteada para el desarrollo del trabajo fue la siguiente:

4.1.1 EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

La primera etapa del proceso correspondió a la revisión bibliográfica y documental, con el fin de recopilar y analizar información secundaria relacionada con las condiciones demográficas, económicas, hidrológicas y de uso del suelo del área de estudio. De manera complementaria, se realizó la revisión de la normatividad vigente aplicable al diseño de sistemas de acueducto, así como de documentación técnica de referencia que sirvió de soporte para el desarrollo de los análisis y propuestas planteadas.

Posteriormente, se llevaron a cabo visitas de campo periódicas en el centro poblado La Salada Parte Baja, orientadas a la recolección de información primaria y a la verificación de las condiciones actuales del sistema. Durante estas jornadas se desarrolló el censo sanitario del área de influencia y se efectuó la inspección detallada de la infraestructura existente, incluyendo la bocatoma, el desarenador, la planta de tratamiento de agua potable, el tanque de almacenamiento y las redes de distribución, con el propósito de evaluar su estado, funcionamiento y capacidad operativa.

Adicionalmente, se realizó el seguimiento, revisión y validación de los levantamientos topográficos disponibles para los sistemas evaluados, con el fin de reconocer las

condiciones actuales del terreno y analizar posibles alternativas de trazado. Este proceso permitió identificar las opciones más viables en términos de cobertura, eficiencia hidráulica y proyección de atención a la población beneficiaria, considerando tanto las condiciones presentes como los escenarios futuros de expansión.

4.1.2 EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Se realizó la identificación y caracterización de cada uno de los componentes del sistema de acueducto existente, evaluando su capacidad hidráulica, condiciones de operación, estado físico y funcionalidad, con el fin de determinar su desempeño actual y posibles limitaciones frente a la demanda del servicio.

A partir de la información recopilada mediante el censo sanitario, así como de fuentes secundarias como el DANE y el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), se efectuaron las proyecciones de población del área de estudio. Con base en estos resultados, se estimaron los caudales de consumo requeridos, los cuales constituyen el insumo fundamental para el dimensionamiento y diseño de las redes del sistema de acueducto.

4.1.3 TOTAL EDIFICACIONES Y USOS

El centro poblado La Salada Parte Baja se encuentra conformado por cinco sectores: El Garaje, La Calle, La Playita y Los Isaza. De acuerdo con la información obtenida en el censo sanitario, el sector La Calle concentra la mayor cantidad de viviendas, representando aproximadamente el 60% de los usuarios del sistema de acueducto. Le siguen en participación el sector La Playita con un 23%, El Garaje con un 11% y Los Isaza con un 1%. Adicionalmente, se identifica un 4% de usuarios clasificados sin información de sector, correspondientes a suscriptores que han realizado el pago de los derechos de conexión al acueducto, pero para los cuales aún no se ha definido la ubicación específica de la vivienda dentro del centro poblado.

En relación con los usos de los inmuebles censados, asociados al total de usuarios del sistema de acueducto, se evidencia un marcado predominio del uso residencial, con 769 usuarios, lo que corresponde al 98,15% del total. En menor proporción, se identifican usos de tipo comercial, representados principalmente por tiendas y minimercados, con un total de 11 usuarios (1,36%). Asimismo, se registran tres usuarios de carácter institucional (0,37%), correspondientes a la escuela rural ubicada en el sector La Calle, un lugar de paso y la caseta comunal. Finalmente, se identifica un usuario con uso recreacional, asociado a una finca de recreo que cuenta con servicios complementarios como piscina y restaurante.

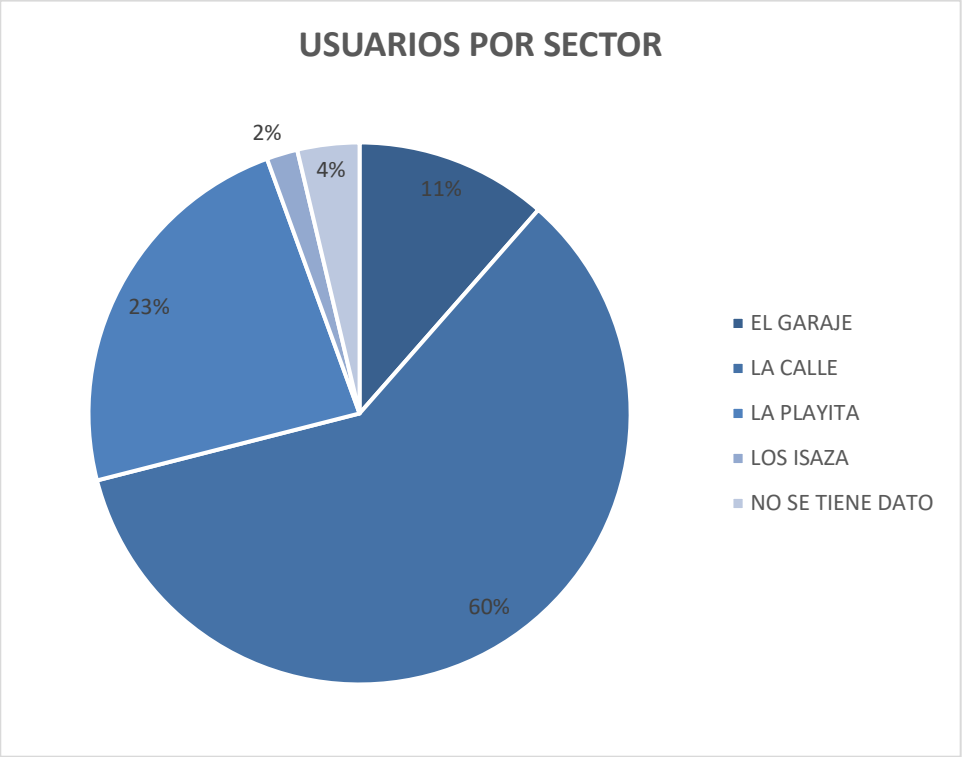


Figura 6. Clasificación de usuarios por sector
Fuente: Elaboración propia GMS

Desde el punto de vista técnico, esta distribución de usos indica que la demanda del sistema de acueducto está dominada por el consumo doméstico, con aportes puntuales de consumos no residenciales que, si bien son minoritarios en número, pueden generar variaciones en los patrones de demanda, especialmente en horarios pico o en temporadas específicas. En este sentido, resulta importante considerar estos usuarios en el dimensionamiento del sistema, particularmente en la estimación de caudales máximos y en

la evaluación de la capacidad de almacenamiento y distribución, con el fin de garantizar la continuidad y calidad del servicio para la totalidad de la población atendida.

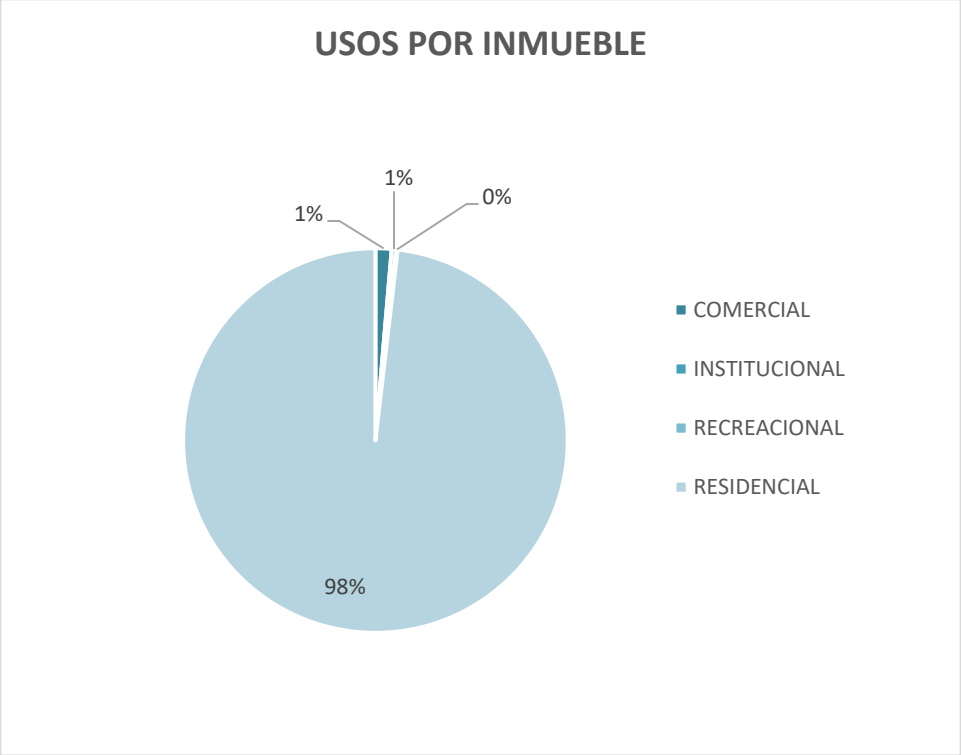


Figura 7. Clasificación de usuarios por inmueble
Fuente: Elaboración propia GMS

4.1.4 CAUDALES DEMANDADOS

De acuerdo con el análisis realizado, se estimó que la población total del centro poblado de la Salada Parte Baja para el año 2026 corresponde a 2.389 habitantes, con una población flotante de 332 habitantes. Para la determinación de la demanda de agua, se adoptó una dotación neta de 130 litros por habitante por día, conforme a lo establecido en la Resolución 0330 de 2017. Así mismo, considerando un porcentaje de pérdidas del 25%, se obtuvo una dotación bruta de 173,3 litros por habitante por día.

Con base en estos parámetros, se calcularon los caudales de diseño para uso doméstico y para los usos no residenciales. El caudal medio diario de 6,15 L/s, un caudal máximo diario de 7,99 L/s y un caudal máximo horario de 11,99 L/s. Para estos cálculos se emplearon

coeficientes de variación k1 de 1,3 y k2 de 1,5, en concordancia con los lineamientos establecidos en la Resolución 0330 de 2017. Seguidamente se procedió a estimar las dotaciones y consumos correspondientes a los usos no residenciales, específicamente los de tipo comercial, institucional y recreacional, los cuales se describen a continuación.

- **Uso comercial:**

Para la estimación de la demanda asociada a este uso, se adoptó una dotación de 30 litros por comercio por día, considerando que los establecimientos identificados corresponden principalmente a tiendas y minimercados que operan en jornada diurna y no cuentan con servicio de baños públicos. Este valor se sustenta en lo establecido en el Título B del RAS y en las condiciones particulares de operación de estos establecimientos, asumiendo además la presencia de un (1) empleado por comercio. De acuerdo con el censo sanitario, se identificaron 11 establecimientos comerciales.

- **Uso institucional:**

Para la estimación de la demanda asociada a este uso, se consideraron las diferentes instalaciones de carácter institucional identificadas en el área de estudio. En el caso de la escuela rural, se cuenta con una población de 90 estudiantes, cinco (5) docentes, una (1) persona encargada de servicios generales y una (1) manipuladora de alimentos, dado que dispone de servicio de restaurante escolar. Conforme a lo establecido en la Tabla B.2.8 del Título B del RAS, se adoptó una dotación de 20 litros por alumno por jornada para educación básica.

Por su parte, para el hogar de paso Casa Claret se consideró una población de 41 personas, incluyendo residentes y personal de atención. De acuerdo con la Tabla B.2.9 del Título B del RAS, correspondiente a consumos institucionales, se adoptó una dotación de 300 litros por persona por día.

En cuanto a la caseta comunal, se estimó una asistencia promedio de 35 personas por evento, para los cuales se adoptó una dotación de 25 litros por persona por día, conforme a los lineamientos del RAS.

- **Uso recreacional:**

En el centro poblado La Salada Parte Baja se dispone de un inmueble destinado a la prestación de servicios recreacionales, con una capacidad máxima de 35 personas. De acuerdo con la Tabla B.2.4, la dotación establecida es de 150 litros por día por asistente. Cabe resaltar que en este establecimiento no se ofrece servicio de hospedaje.

A continuación, se muestran los consumos correspondientes a los usos no residenciales:

Tabla 2. Consumos correspondientes a los usos no residenciales

TIPO DE USUARIO	N° USUARIOS	Consumo	Consumo con pérdidas 25%	Unidad	CAUDAL (l/s)
Comercial	11	30,0	40,00	l/trabajador Jornada	0,005
Escuela	97	20,0	26,67	l/alumno/jornada	0,030
Hogar de paso (Casa Claret)	41	300,0	400,00	l/huésped/día	0,190
Caseta comunal	35	25,0	33,33	l/Asistente/día	0,014
Recreacional	35	150,0	200,00	l/Asistente/día	0,081
SENA	1200 m^2	20,0	26,67	l/m^2/día	0,370
TOTAL					**0,690**

Estos valores de dotación residencial más los no residenciales, constituyen la base para el análisis hidráulico y la evaluación de la capacidad del sistema de acueducto frente a la demanda actual.

5 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

5.1 ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN

La captación corresponde a una bocatoma tipo dique con toma lateral, construida en concreto en el año 2024, ubicada sobre la quebrada La Mina.

La estructura está compuesta por los siguientes elementos:

- **Vertedero de control y medición:** permite regular y verificar el caudal captado, garantizando el suministro del caudal de diseño.
- **Rejilla de captación:** instalada en la entrada del tanque de derivación y control de caudal, diseñada para retener sólidos gruesos.
- **Canal lateral de conducción:** estructura en concreto que transporta el agua desde la captación hasta la caja de derivación.
- **Caja de derivación:** estructura de control que distribuye el caudal hacia dos líneas de aducción (acueducto La Salada Parte Baja y SENA) e incorpora vertedero de excesos y sistema de rebose.

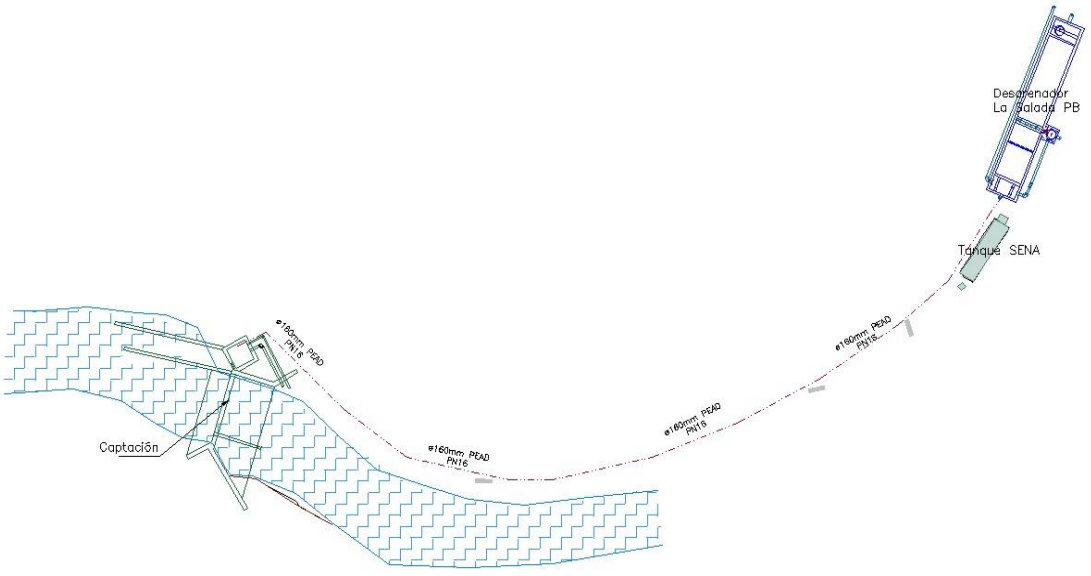


Figura 8. Ubicación bocatoma y desarenador

En general, la infraestructura presenta buen estado estructural, sin evidencias de fallas físicas relevantes.

5.1.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

La bocatoma fue diseñada para un caudal de 19,53 L/s. El sistema de control hidráulico está compuesto por el vertedero de medición y el vertedero de excesos ubicado en la caja de derivación, lo que permite regular el flujo captado y evacuar los caudales excedentes de manera segura. Bajo estas condiciones, el comportamiento hidráulico de la estructura es adecuado y cumple con los criterios de diseño establecidos.

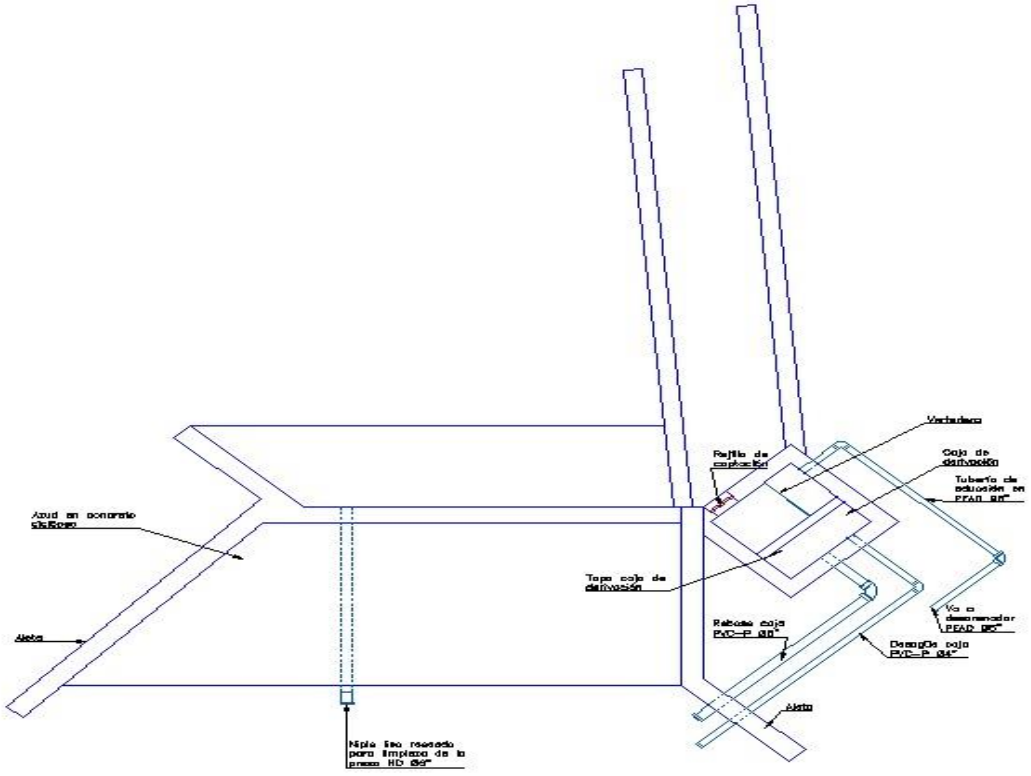


Figura 9. Bocatoma y caja de derivación

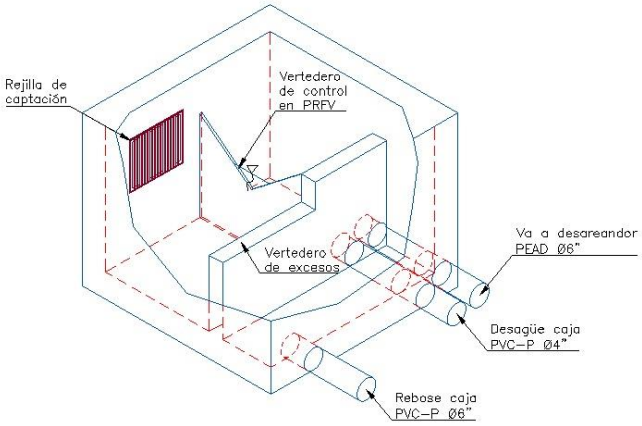


Figura 10. Detalle caja de derivación



Foto 2. Bocatoma.

5.1.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Actualmente, la bocatoma se encuentra en operación y permite la captación del caudal requerido para el abastecimiento de los sistemas asociados. El flujo hacia el canal lateral

se mantiene de forma continua y el sistema cumple su función de derivación en condiciones normales.

No obstante, la operación del sistema está fuertemente condicionada por la acumulación de sedimentos en la zona de captación, lo que genera la necesidad de realizar mantenimientos frecuentes para garantizar su funcionamiento. Esta situación es especialmente crítica durante eventos de lluvia, en los cuales se incrementa significativamente el arrastre de material sólido desde la fuente.

5.1.3 ESTADO ESTRUCTURAL

Desde el punto de vista estructural, la bocatoma se encuentra en buen estado. Durante la inspección visual no se evidencian fisuras, fallas o deterioros relevantes en los elementos de concreto, y las estructuras hidráulicas conservan su integridad.

El azud, el canal lateral, la caja de derivación y las demás estructuras asociadas presentan condiciones adecuadas de estabilidad, lo que permite concluir que no existen problemas estructurales que afecten la operación del sistema.

5.1.4 DESEMPEÑO OPERATIVO

El desempeño de la bocatoma es adecuado en términos hidráulicos bajo condiciones normales; sin embargo, presenta limitaciones importantes asociadas al manejo de sedimentos. La eficiencia del sistema se ve afectada por la acumulación de materiales en el canal lateral de captación, lo cual reduce la capacidad de conducción y puede generar obstrucciones parciales.

5.1.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS

La principal limitación del sistema está relacionada con la ubicación de la bocatoma en una zona de depósito de sedimentos. Esta condición genera una acumulación constante de arena, gravas y material orgánico, especialmente durante eventos de alta escorrentía.

La configuración de toma lateral no resulta la más adecuada para este tipo de condiciones, ya que favorece el ingreso de sedimentos al sistema. Como consecuencia, el canal de captación se colmata rápidamente, disminuyendo la eficiencia hidráulica y aumentando la frecuencia de mantenimiento.

5.1.6 MANTENIMIENTO

El sistema requiere actividades de mantenimiento frecuentes, principalmente asociadas a la limpieza del canal lateral y la remoción de sedimentos acumulados. Estas labores son necesarias para evitar la obstrucción del flujo y garantizar la continuidad del servicio.

Si bien el mantenimiento se realiza de manera periódica, la alta tasa de sedimentación hace que estas actividades deban ejecutarse con mayor frecuencia, especialmente durante temporadas de lluvia. Esto incrementa la carga operativa del sistema y representa un factor de riesgo en caso de que no se realicen las intervenciones de manera oportuna.

5.1.7 EVALUACIÓN GENERAL

En términos generales, la bocatoma es una estructura adecuadamente diseñada para el caudal requerido y presenta un buen estado estructural. El sistema cumple su función de captación en condiciones normales y cuenta con los elementos hidráulicos necesarios para su operación.

Sin embargo, su desempeño operativo se encuentra limitado por factores externos, principalmente la alta carga de sedimentos asociada a la ubicación de la captación. Esta

condición afecta la eficiencia del sistema y genera una dependencia significativa del mantenimiento manual.

5.2 DESARENADOR

El sistema cuenta con un desarenador de flujo horizontal, construido en el año 2024, ubicado aguas abajo de la bocatoma. Esta estructura fue diseñada con el propósito de remover sedimentos, principalmente arenas, mediante procesos de sedimentación gravitacional, antes de que el agua sea conducida hacia las tuberías del sistema.



Foto 3. Desarenador

El desarenador está constituido por un canal de entrada que conduce el flujo hacia una zona de sedimentación de geometría rectangular, donde se favorece la disminución de la velocidad del agua para permitir la deposición de partículas. Asimismo, cuenta con una pantalla deflectora que contribuye a uniformizar el flujo, un vertedero de salida que regula el paso del agua hacia la aducción, y una tolva inferior destinada al almacenamiento de sedimentos. La estructura también incorpora un sistema de desagüe que facilita la evacuación de los materiales acumulados durante las labores de mantenimiento.

5.2.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

El desarenador fue dimensionado para un caudal de 13,02 L/s, con un tiempo de detención hidráulica adoptado de aproximadamente 20 minutos, lo cual garantiza condiciones adecuadas para la sedimentación de partículas de tamaño típico según normativa. La estructura cuenta con un volumen total cercano a 24 m³, una profundidad útil de 1,5 m y una longitud total aproximada de 12 m, cumpliendo con una relación longitud/ancho cercana a 4:1, recomendada para este tipo de unidades.

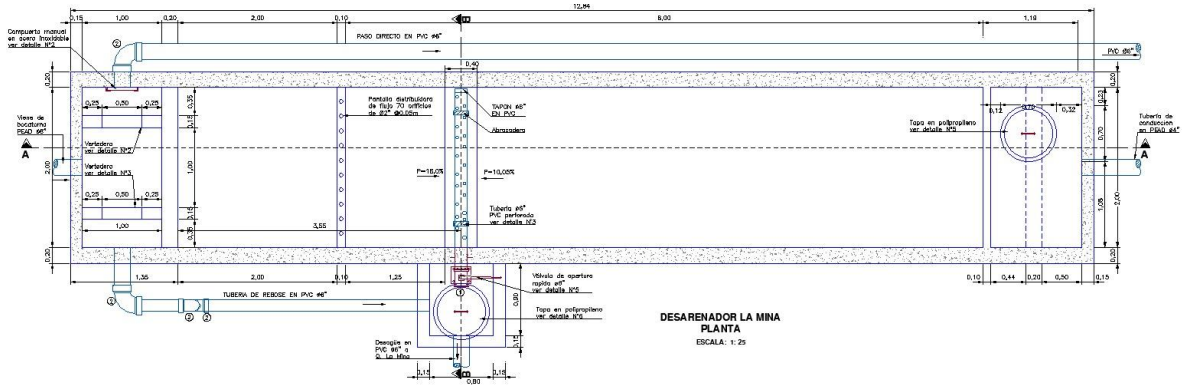


Figura 11. Vista en planta desarenador

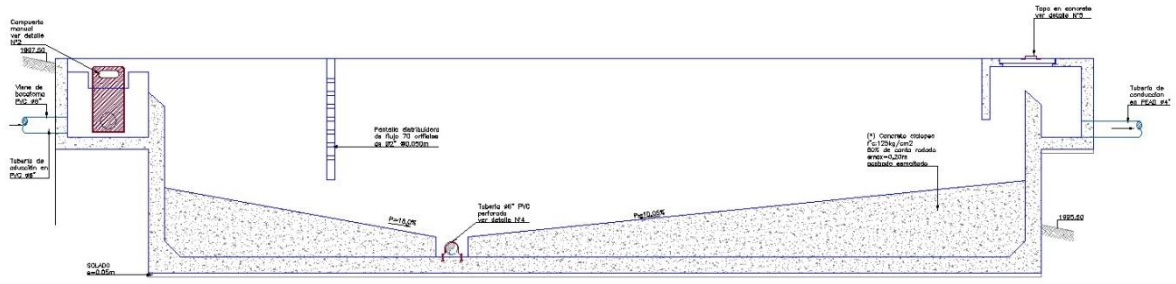


Figura 12. Perfil desarenador

Las verificaciones hidráulicas indican que la carga superficial se encuentra dentro de los rangos aceptables, y que las velocidades de flujo, tanto horizontales como verticales, son adecuadas para favorecer la sedimentación sin generar arrastre de partículas. En este sentido, el diseño del desarenador cumple con los criterios técnicos establecidos y resulta apropiado para las condiciones de operación previstas.

5.2.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Durante la inspección realizada y con base en la información suministrada por el personal encargado de la operación, se evidencia que el desarenador se encuentra en funcionamiento adecuado. El flujo dentro de la estructura es uniforme, no se presentan problemas de obstrucción y la sedimentación de materiales se realiza de manera efectiva en condiciones normales de operación.

Adicionalmente, se destaca que las actividades de limpieza y mantenimiento son de fácil ejecución, lo cual favorece la operatividad del sistema y reduce los tiempos de intervención. La estructura permite evacuar los sedimentos acumulados sin dificultad, lo que contribuye a mantener su eficiencia hidráulica.

5.2.3 ESTADO ESTRUCTURAL

Desde el punto de vista estructural, el desarenador se encuentra en buenas condiciones. No se evidencian fisuras, fallas o deterioros significativos en los elementos de concreto, y los componentes hidráulicos, tales como la pantalla deflectora, el vertedero de salida y los canales, se encuentran funcionales.

En términos generales, la estructura presenta un comportamiento estable y adecuado, lo que permite concluir que su estado estructural no representa una limitante para su operación.

5.2.4 DESEMPEÑO OPERATIVO

El desempeño del desarenador es satisfactorio bajo condiciones normales de caudal y carga de sedimentos. La unidad cumple su función de remover partículas, contribuyendo a mejorar la calidad del agua antes de su ingreso al sistema de aducción. La baja velocidad del flujo en la zona de sedimentación y la adecuada configuración hidráulica permiten una remoción eficiente de arenas y sólidos sedimentables.

5.2.5 MANTENIMIENTO

El desarenador presenta condiciones favorables para la ejecución de actividades de mantenimiento. La accesibilidad a la estructura es adecuada, y el sistema de limpieza permite la remoción de sedimentos de manera eficiente y sin mayores complicaciones. Esto facilita la operación continua del sistema y contribuye a mantener su desempeño hidráulico.

5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) del acueducto La Salada Parte Baja fue construida en el año 2024. La planta corresponde a un sistema compacto de tratamiento convencional, el cual incluye procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.



Foto 4. Planta de tratamiento de agua potable

La infraestructura está conformada por unidades de mezcla y floculación, un sedimentador con placas inclinadas, un sistema de filtración rápida compuesto por cuatro filtros de lecho mixto y un sistema de manejo de lodos mediante tolvas y lechos de secado. Asimismo, cuenta con un sistema de dosificación de productos químicos destinado a la aplicación de coagulante, floculante y desinfectante.

De acuerdo con los planos y memorias de diseño, la planta fue dimensionada para tratar un caudal del orden de 13,02 L/s, en concordancia con el sistema de captación y conducción.

5.3.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

El sistema de tratamiento presenta un diseño hidráulico que cumple con los criterios normativos establecidos. El floculador-sedimentador incorpora placas inclinadas con una carga superficial aproximada de 120 m^3/m^2-día y un tiempo de detención cercano a 10.8 minutos, valores que se encuentran dentro de los rangos aceptables para este tipo de unidades.

El sistema de filtración está compuesto por cuatro filtros rápidos, con una tasa de filtración que cumple con los criterios del RAS y una configuración de lecho mixto que permite una adecuada remoción de sólidos remanentes.

En términos generales, el dimensionamiento hidráulico de las unidades de tratamiento es adecuado y coherente con el caudal de diseño del sistema.

5.3.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN

A pesar de que la planta se encuentra completamente construida, actualmente no está siendo operada de manera formal. Esto se debe a que la infraestructura no ha sido recibida oficialmente por el municipio, y el contratista encargado de su construcción no ha asumido su operación.



Foto 5. Planta de tratamiento de agua potable

Adicionalmente, la PTAP no cuenta con conexión a energía eléctrica, lo cual limita de manera crítica su funcionamiento, ya que los sistemas de dosificación de productos químicos dependen de bombas dosificadoras que requieren energía para su operación.
Como consecuencia de lo anterior, en la actualidad no se están realizando procesos de coagulación, floculación ni desinfección, por lo que el sistema no está llevando a cabo un proceso completo de potabilización. Únicamente se está efectuando el proceso de filtración, lo cual resulta insuficiente para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

5.3.3 ESTADO ESTRUCTURAL

Desde el punto de vista estructural, la planta de tratamiento se encuentra en buen estado. No se evidencian deterioros en las estructuras de concreto ni en los elementos principales de las unidades de tratamiento. Las instalaciones presentan integridad física adecuada y no se identifican fallas constructivas relevantes.

En este sentido, la infraestructura está en condiciones óptimas para su puesta en operación, siempre que se implementen las condiciones necesarias para su funcionamiento.

5.3.4 DESEMPEÑO OPERATIVO

Debido a la ausencia de operación integral, el desempeño de la PTAP es actualmente deficiente. Al no realizarse dosificación de químicos ni desinfección, el sistema no cumple con los estándares de potabilización requeridos para agua de consumo humano.

El proceso de filtración, aunque funcional, no está siendo operado de manera adecuada, ya que el mantenimiento de los filtros no se realiza con la frecuencia requerida. La limpieza se efectúa únicamente cuando los filtros presentan un alto grado de colmatación, lo cual afecta la eficiencia del proceso y puede generar pérdida de carga excesiva y disminución de la calidad del agua filtrada.

La ausencia de un operario permanente limita el control del sistema, impidiendo la realización de ajustes operativos y el monitoreo continuo de la calidad del agua.

5.3.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS

La principal limitación del sistema corresponde a la falta de operación, lo cual impide que la planta cumpla su función de potabilización. La ausencia de energía eléctrica restringe el uso de los sistemas de dosificación, lo que anula procesos fundamentales como la coagulación y la desinfección.
Adicionalmente, se identifican deficiencias en el sistema de manejo de lodos, el cual presenta un posible subdimensionamiento. Los lechos de secado fueron diseñados para manejar una producción estimada de lodos de aproximadamente 2 m^3/día, con un área cercana a 20 m^2 y una frecuencia de purga de 6 días. Sin embargo, considerando las condiciones reales de alta carga de sedimentos provenientes de la captación, es probable que esta capacidad resulte insuficiente.

Se evidencia también la ausencia de un espesador de lodos, lo cual limita la eficiencia en el manejo y disposición de estos, generando una sobrecarga en los lechos de secado.
En cuanto al sistema de dosificación de químicos, se observa que la capacidad de almacenamiento es reducida, lo que obliga a realizar recargas frecuentes y aumenta la carga operativa del sistema. Esta condición puede afectar la continuidad del tratamiento una vez la planta entre en operación.

5.3.6 MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento en la PTAP son limitadas debido a la ausencia de operación continua. El mantenimiento de los filtros se realiza de manera ocasional, cuando se presentan condiciones críticas de colmatación, lo cual no es adecuado desde el punto de vista operativo.

La falta de un esquema de operación y mantenimiento estructurado representa un riesgo para la conservación de la infraestructura y para el adecuado funcionamiento de las unidades una vez se pongan en servicio.

5.3.7 EVALUACIÓN GENERAL

La PTAP del acueducto La Salada Parte Baja es una infraestructura adecuadamente diseñada desde el punto de punto de vista hidráulico y estructural, con capacidad suficiente para atender la demanda actual y futura de la población proyectada.

No obstante, el sistema presenta una condición crítica de no operación, lo que impide la potabilización del agua y representa un riesgo para la calidad del servicio. Adicionalmente, se identifican limitaciones en el manejo de lodos y en el sistema de dosificación de químicos, que podrían afectar la eficiencia del tratamiento en condiciones reales de operación.

5.3.8 PROYECCIÓN DE DEMANDA Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

De acuerdo con la evaluación de la proyección de caudales y el dimensionamiento del sistema de abastecimiento, se concluye que la infraestructura actual de captación, tratamiento y distribución es suficiente para atender la demanda proyectada de la población del centro poblado La Salada Parte Baja en su horizonte de diseño, considerando principalmente consumos de tipo doméstico.

No obstante, esta condición de suficiencia se encuentra sujeta a las características actuales de la demanda. En un escenario de expansión del área de prestación del servicio, en el cual se incorporen usuarios con demandas superiores, como actividades industriales, comerciales o institucionales, el sistema podría presentar limitaciones en su capacidad de respuesta.

En particular, el incremento en la demanda generaría presiones adicionales sobre la capacidad de captación de la fuente, el sistema de tratamiento, así como sobre la red de distribución, lo cual podría traducirse en una disminución en la continuidad y calidad del servicio para la población actual.

Por lo anterior, cualquier proceso de expansión del servicio deberá estar acompañado de estudios técnicos que permitan evaluar la disponibilidad del recurso hídrico, la capacidad hidráulica del sistema existente y la necesidad de ampliación de las unidades de tratamiento y conducción. De no realizarse estas adecuaciones, existe el riesgo de comprometer la prestación eficiente del servicio de acueducto en el mediano y largo plazo.

5.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Para el análisis de las redes de distribución, se llevó a cabo el catastro del sistema de acueducto a partir de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), apoyado en el levantamiento topográfico. Posteriormente, con base en dicha información, se realizó el trazado de la red, identificando aspectos como profundidades de instalación, diámetros y materiales de las tuberías, recorrido a lo largo del centro poblado, así como la ubicación de

accesorios, entre otros elementos necesarios para la modelación hidráulica y la evaluación del estado de las redes.

El sistema de distribución del acueducto La Salada Parte Baja fue construido principalmente en el año 2015 y corresponde a una red de conducción y distribución que transporta el agua desde la planta de tratamiento hasta los diferentes sectores del centro poblado. La red principal está construida en tubería de PVC con diámetro de 75 mm, la cual conduce el agua hasta el sector conocido como La Playa.

A partir de este punto, el sistema continúa hacia el sector El Garaje mediante tuberías de menor diámetro (1”), esta red tiene una antigüedad mucho mayor. Adicionalmente, se identifican múltiples interconexiones entre la red construida en 2015 y redes anteriores, lo que genera una configuración hidráulica heterogénea con tramos de diferentes edades, materiales y diámetros.

El sistema cuenta con dos válvulas reguladoras de presión (VRP), cuya función es controlar las presiones en la red, así como con un número reducido de válvulas de cierre. Sin embargo, estas presentan deficiencias en su estado y operatividad.

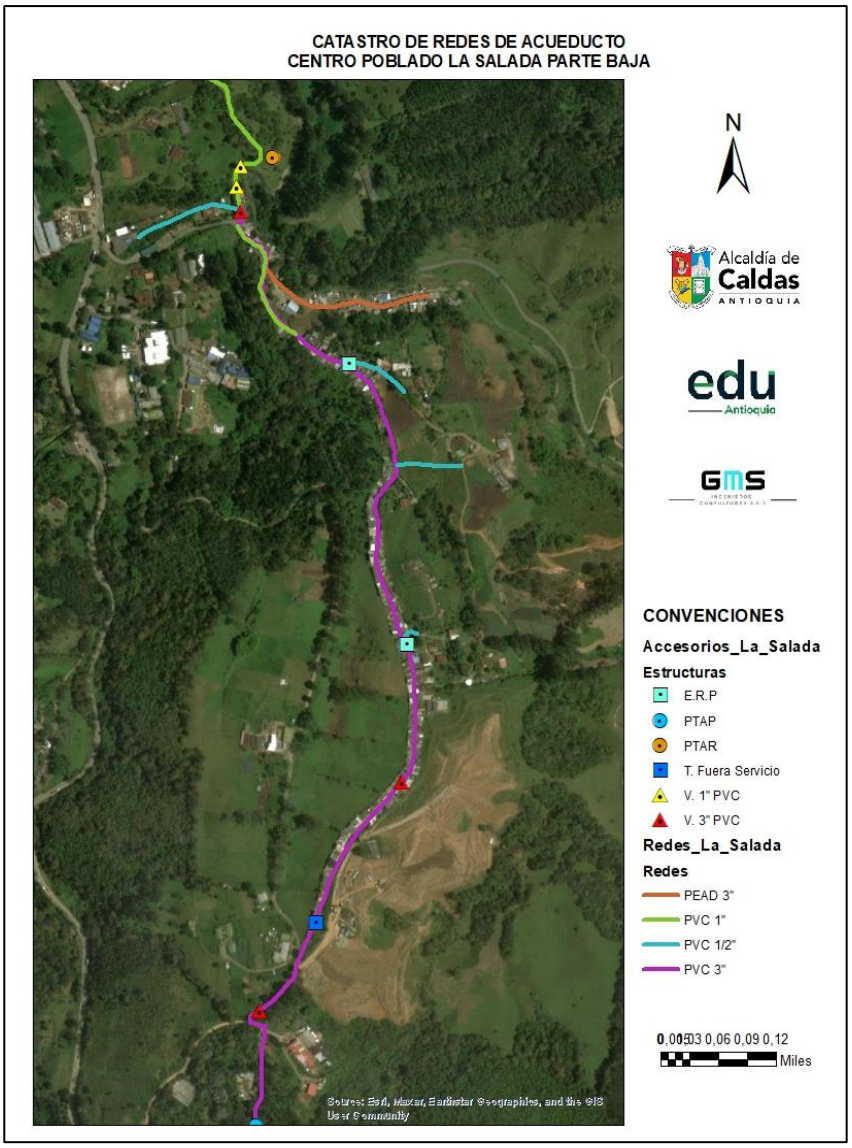


Figura 13. Catastro de redes acueducto Centro Poblado la Salada Parte Baja
Fuente: Elaboración propia GMS

A partir de la información topográfica y del trazado de las redes, junto con sus características hidráulicas y físicas, se procedió a modelar el sistema de distribución considerando las condiciones actuales de población y demanda, así como la configuración existente de las redes.

Para este análisis se empleó el software EPANET, una herramienta de uso libre ampliamente utilizada para la modelación hidráulica de sistemas de acueducto. Este

programa permite simular el comportamiento del flujo de agua en redes de distribución a presión, tanto en estado estacionario como en periodos extendidos, considerando variaciones en la demanda a lo largo del tiempo.

Entre los principales resultados que proporciona EPANET se encuentran la estimación de caudales en tuberías, presiones en los nodos, velocidades del flujo, pérdidas de carga, niveles en tanques de almacenamiento y el comportamiento hidráulico general del sistema. Estos resultados permiten evaluar el desempeño de la red, identificar posibles deficiencias como bajas presiones o sobrepresiones, y apoyar la toma de decisiones para el diseño, optimización o rehabilitación del sistema de acueducto.

Para la modelación hidráulica del sistema se adoptó una curva de variación horaria de la demanda (curva de consumos), correspondiente a una población con características poblacionales, socioeconómicas y climáticas similares a las del centro poblado en estudio. Esta aproximación se emplea ante la ausencia de registros históricos detallados de consumo, permitiendo representar de manera razonable el comportamiento diario de la demanda y su variación en el tiempo, lo cual es fundamental para obtener resultados más ajustados a las condiciones reales de operación del sistema de acueducto.

Tabla 3. Factores de consumo

HORA	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
FACTOR DE CONSUMO	0,44	0,45	0,46	0,52	0,78	1,1	1,45	1,6	1,4	1,32	1,32	1,5
HORA	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
FACTOR DE CONSUMO	1,45	1,12	1,2	1,06	1,03	1,19	1,19	1,19	0,95	0,62	0,51	0,44

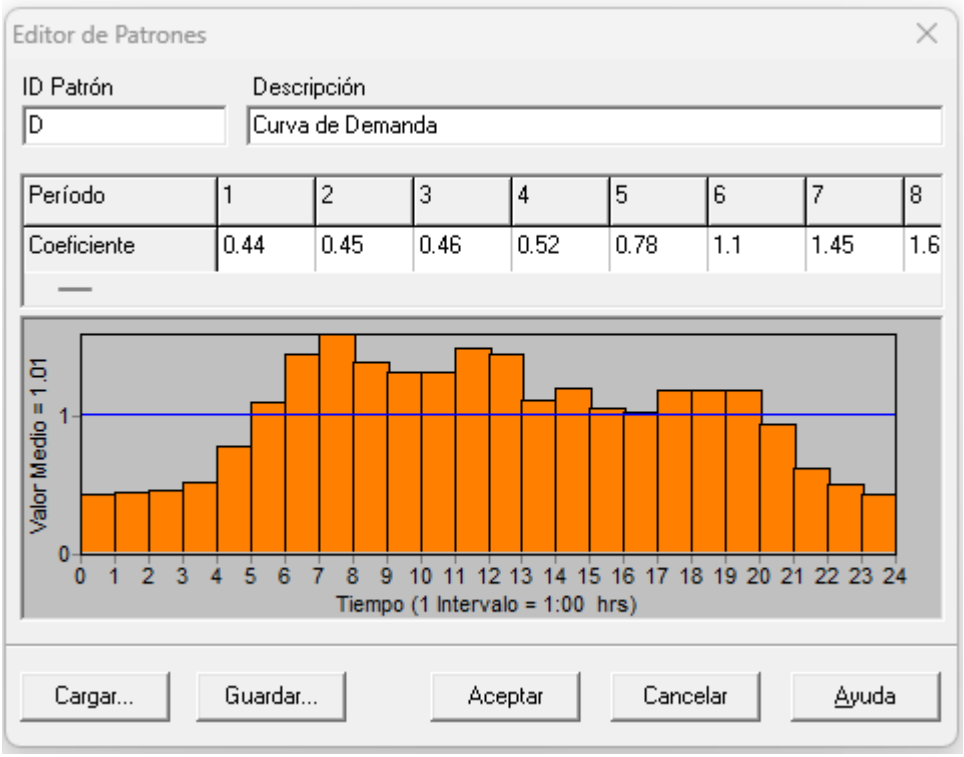


Figura 14. Curva de consumo

Con base en la modelación realizada en el software EPANET, se obtuvieron los resultados correspondientes al comportamiento hidráulico del sistema de distribución bajo las condiciones actuales de operación. A partir de estos, se evaluaron variables como presiones en los nodos, velocidades en las tuberías y pérdidas de carga a lo largo de la red.

Los resultados se presentan mediante tablas y esquemas de la red modelada, permitiendo identificar de manera clara los tramos y sectores con posibles deficiencias hidráulicas, tales como bajas presiones, velocidades fuera de los rangos recomendados o pérdidas de carga excesivas. Este análisis facilita la verificación del cumplimiento de los criterios establecidos en el Título B del RAS y constituye la base para la formulación de recomendaciones orientadas al mejoramiento, optimización o expansión del sistema de acueducto.

5.4.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN

El sistema de distribución opera sin un esquema técnico de control y sin una gestión continua por parte de un operador formal. No existe personal encargado de la operación permanente de la red, lo cual limita la capacidad de respuesta ante fallas, fugas o variaciones en el servicio.

No se cuenta con micromedición en los usuarios, por lo que no existe registro de consumos ni control sobre las pérdidas de agua. El cobro del servicio se realiza mediante una tarifa fija, independientemente del volumen consumido, lo que no incentiva el uso eficiente del recurso y dificulta la sostenibilidad financiera del sistema.

5.4.1.1 Hora de mínimo consumo

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica en condición de hora de mínimo consumo (00:00 horas), se observa que el sistema presenta, en general, presiones elevadas a lo largo de la red, lo cual es consistente con la baja demanda en este periodo.

En la mayor parte de los nodos predominan presiones en rangos aproximados entre 20 m y 50 m, consideradas adecuadas desde el punto de vista operativo. Sin embargo, se identifican sectores puntuales donde las presiones superan los 60 m, especialmente en zonas cercanas a la conducción principal o en cotas más bajas, lo que podría generar riesgos de sobrepresión, incrementando la probabilidad de fugas, daños en tuberías y accesorios, así como mayores pérdidas de agua.

Por otro lado, también se evidencian algunos nodos aislados con presiones cercanas o inferiores a 10 m, lo cual podría indicar condiciones topográficas desfavorables o limitaciones hidráulicas locales, aunque este comportamiento es menos representativo en esta condición de baja demanda.

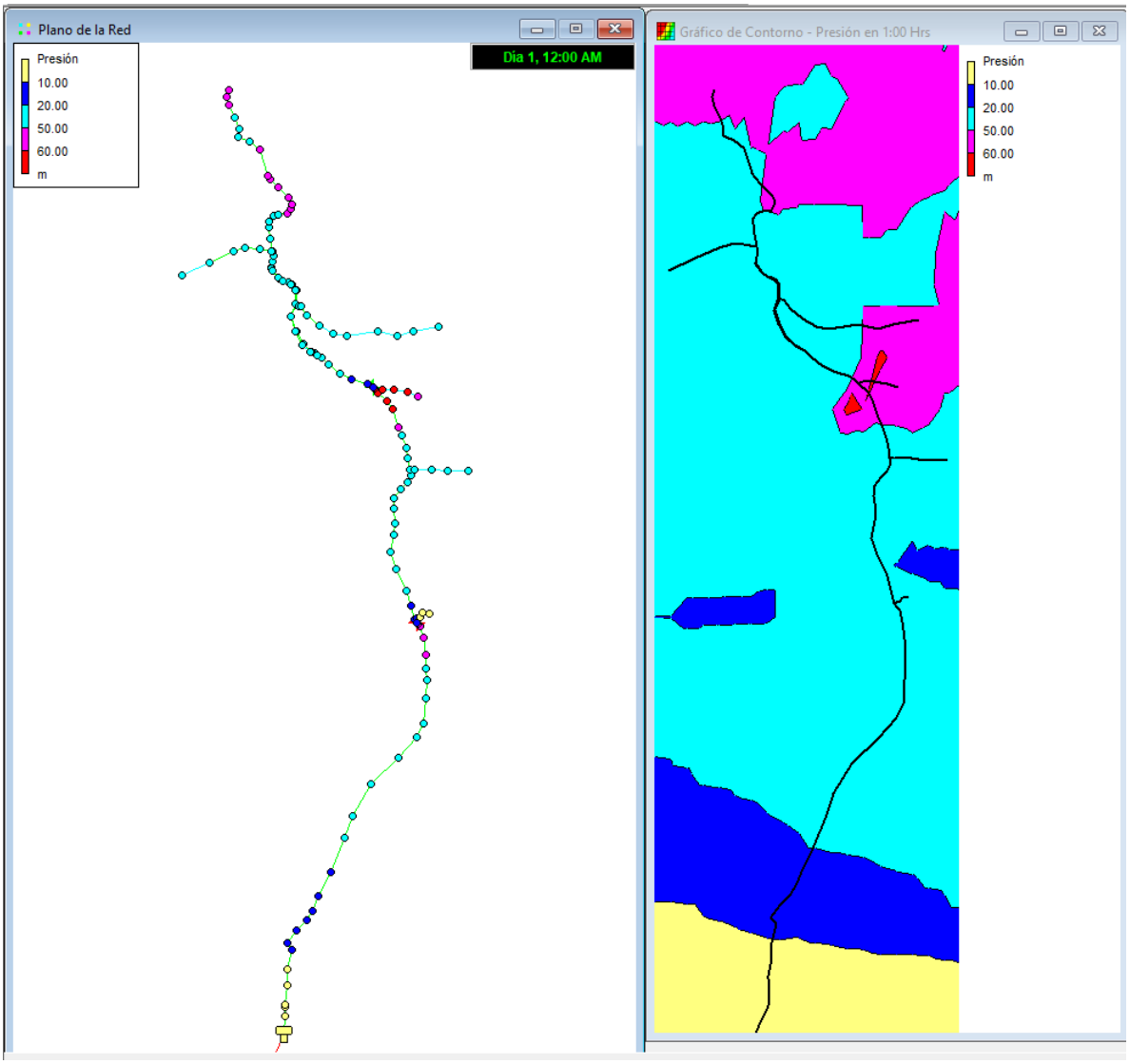


Figura 15. Presiones a la hora de mínimo consumo. 0:00 Horas

El gráfico de contornos confirma este comportamiento, mostrando amplias zonas con presiones medias-altas y sectores específicos con presiones elevadas. Esta distribución sugiere que el sistema no cuenta con mecanismos suficientes de regulación de presión, especialmente durante periodos de bajo consumo.

En términos generales, aunque el sistema cumple en gran parte con rangos aceptables, se recomienda evaluar la implementación de válvulas reductoras de presión (VRP) o

estrategias de sectorización, con el fin de controlar las sobrepresiones en horas valle y mejorar la eficiencia hidráulica del sistema.

Tabla 4. Demandas y presiones en la hora de mínimo consumo 0:00 Horas

Tabla de Red - Nudos en 0:00 Hrs							
ID Nudo	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Conexión n1	0	1952,46	0,64	Conexión n66	0	1852,09	49,64
Conexión n2	0	1952,37	2,28	Conexión n67	0	1851,93	49,4
Conexión n3	0	1952,36	1,37	Conexión n68	0	1851,73	49,45
Conexión n4	0	1952,21	4,47	Conexión n69	0	1851,57	49,91
Conexión n5	0,01	1952,09	8,7	Conexión n70	0	1851,28	50,25
Conexión n6	0	1951,94	12,18	Conexión n71	0	1851,12	50,42
Conexión n7	0	1951,88	12,21	Conexión n72	0	1850,98	50,5
Conexión n8	0,01	1951,76	13,02	Conexión n73	0	1850,77	50,28
Conexión n9	0,01	1951,65	14,36	Conexión n74	0	1850,31	50,76
Conexión n10	0	1951,57	14,9	Conexión n75	0	1849,87	50,76
Conexión n11	0	1951,45	15,93	Conexión n76	0	1849,84	50,29
Conexión n12	0,01	1951,25	18,92	Conexión n77	0	1849,01	50,2
Conexión n13	0	1950,98	24,23	Conexión n78	0,01	1848,58	48,46
Conexión n14	0,01	1950,81	25,49	Conexión n79	0,01	1848,24	45,87
Conexión n15	0,01	1950,54	29,59	Conexión n80	0,02	1848,02	46,88
Conexión n16	0,02	1950,27	34,42	Conexión n81	0,04	1847,75	48,79
Conexión n17	0,04	1950,07	38,02	Conexión n82	0,05	1847,53	51,32
Conexión n18	0,04	1949,96	40,01	Conexión n83	0,08	1847,45	53,1
Conexión n19	0,05	1949,79	44,09	Conexión n84	0,04	1847,44	54,77
Conexión n20	0,04	1949,67	47,39	Conexión n85	0,02	1852,87	48,12
Conexión n21	0,05	1949,6	49,32	Conexión n86	0,02	1852,84	47,94
Conexión n22	0,05	1949,52	51,29	Conexión n87	0,02	1852,79	47,82
Conexión n23	0,05	1949,42	53,92	Conexión n88	0,02	1852,66	47,09
Conexión n24	0,06	1949,36	55,76	Conexión n89	0,02	1852,6	46,6
Conexión n25	0,05	1902,98	11,83	Conexión n90	0,01	1852,52	46,02
Conexión n26	0,05	1902,91	16,11	Conexión n91	0,01	1852,46	45,15
Conexión n27	0,04	1902,84	20,44	Conexión n92	0,02	1852,37	42,63
Conexión n28	0,05	1902,74	22,9	Conexión n93	0,02	1852,29	37,57
Conexión n29	0,04	1902,67	23,58	Conexión n94	0,02	1852,24	33,17
Conexión n30	0,04	1902,6	23,67	Conexión n95	0,02	1852,22	30,86
Conexión n31	0,02	1902,55	24,33	Conexión n96	0,01	1852,21	29,67
Conexión n32	0,01	1902,5	26,26	Conexión n97	0,02	1852,21	28,65

Tabla de Red - Nudos en 0:00 Hrs							
ID Nudo	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Conexión n33	0,01	1902,46	29,03	Conexión n98	0,01	1852,93	45,06
Conexión n34	0,01	1902,42	33,78	Conexión n99	0,05	1852,93	46,93
Conexión n35	0,01	1902,39	37,16	Conexión n100	0,02	1852,92	47,92
Conexión n36	0,01	1902,36	39,44	Conexión n101	0,04	1852,92	48,92
Conexión n37	0,01	1902,34	41,16	Conexión n102	0,08	1852,91	49,91
Conexión n38	0,01	1902,3	44,26	Conexión n103	0,08	1852,91	49,91
Conexión n39	0,01	1902,26	46,69	Conexión n104	0,08	1852,9	49,9
Conexión n40	0,01	1902,22	49,96	Conexión n105	0,07	1852,9	49,9
Conexión n41	0,01	1902,19	53,12	Conexión n106	0,06	1852,9	49,9
Conexión n42	0,01	1902,13	61,16	Conexión n107	0,05	1852,9	49,9
Conexión n43	0,01	1902,1	63,53	Conexión n108	0	1852,88	49,33
Conexión n44	0,01	1902,06	65,14	Conexión n109	0	1852,74	47,74
Conexión n45	0,01	1853,28	17,82	Conexión n110	0	1852,62	43,62
Conexión n46	0,01	1853,23	19,21	Conexión n111	0,01	1852,54	41,54
Conexión n47	0,01	1853,19	21,41	Conexión n112	0,01	1852,4	33,4
Conexión n48	0,01	1853,15	25,99	Conexión n113	0,01	1852,3	26,3
Conexión n49	0,01	1853,12	28,43	Conexión n114	0,02	1902,33	40,99
Conexión n50	0,01	1853,09	30,06	Conexión n115	0	1902,31	43,31
Conexión n51	0,01	1853,09	30,53	Conexión n116	0	1902,3	42,3
Conexión n52	0,01	1853,05	31,67	Conexión n117	0	1902,28	42,28
Conexión n53	0,01	1853,01	33,85	Conexión n118	0,02	1902,96	10,38
Conexión n54	0,01	1852,97	38,37	Conexión n119	0	1902,95	8,95
Conexión n55	0,01	1852,93	42,81	Conexión n120	0	1902,95	7,95
Conexión n56	0,02	1852,92	45,63	Conexión n121	0	1902,94	6,94
Conexión n57	0,02	1852,91	46,27	Conexión 3	0	1949,34	56,09
Conexión n58	0,02	1852,91	46,58	Conexión 4	0	1903	10
Conexión n59	0,02	1852,91	46,85	Conexión 5	0	1902,05	66,25
Conexión n60	0,02	1852,9	47,3	Conexión 6	0,01	1902,01	64,26
Conexión n61	0,02	1852,89	48,12	Conexión 7	0	1902	61,08
Conexión n62	0,02	1852,89	48,73	Conexión 8	0	1901,99	57,85
Conexión n63	0,02	1852,89	49,24	Conexión 9	0	1902,04	66,34
Conexión n64	0,02	1852,89	49,36	Conexión 10	0	1853,3	18
Conexión n65	0,02	1852,43	49,16				

Tabla 5. Longitud, diámetro, caudal y velocidad de las tuberías a la hora de mínimo consumo.

Tabla de Red - Líneas en 0:00 Hrs									
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s		m	mm	LPS	m/s
T p1	22,94	75	2,27	0,51	T p67	10,05	25	0,25	0,52
T p2	36,77	75	2,27	0,51	T p68	18,06	25	0,25	0,52
T p3	29,95	75	2,27	0,51	T p69	10,45	25	0,25	0,52
T p4	38,31	75	2,27	0,51	T p70	8.551	25	0,25	0,52
T p5	14,98	75	2,26	0,51	T p71	13,53	25	0,25	0,52
T p6	29,72	75	2,26	0,51	T p72	28,38	25	0,25	0,52
T p7	27,02	75	2,26	0,51	T p73	27,84	25	0,25	0,52
T p8	22,08	75	2,25	0,51	T p74	51,82	25	0,25	0,52
T p9	29,07	75	2,25	0,51	T p75	26,54	25	0,25	0,52
T p10	51,8	75	2,25	0,51	T p76	22,59	25	0,25	0,51
T p11	69,72	75	2,24	0,51	T p77	14,91	25	0,24	0,49
T p12	43,71	75	2,24	0,51	T p78	21,6	25	0,22	0,45
T p13	68,27	75	2,23	0,51	T p79	26,39	25	0,18	0,36
T p14	71,39	75	2,23	0,5	T p80	17,2	25	0,12	0,25
T p15	53,63	75	2,2	0,5	T p81	14,12	25	0,04	0,08
T p16	28,91	75	2,17	0,49	T p82	2.044	25	0,21	0,42
T p17	46,92	75	2,13	0,48	T p83	5.294	25	0,18	0,37
T p18	34,97	75	2,08	0,47	T p84	17,29	25	0,17	0,34
T p19	22,12	75	2,03	0,46	T p85	9.791	25	0,15	0,3
T p20	24,58	75	1,98	0,45	T p86	16,02	25	0,13	0,27
T p21	33,47	75	1,93	0,44	T p87	13,91	25	0,12	0,25
T p22	22,19	75	1,88	0,43	T p88	24,66	25	0,11	0,22
T p24	26,94	75	1,74	0,39	T p89	27,2	25	0,09	0,18
T p25	28,38	75	1,69	0,38	T p90	28,96	25	0,07	0,15
T p26	46,18	75	1,65	0,37	T p91	29,01	25	0,05	0,11
T p27	32,65	75	1,6	0,36	T p92	19,85	25	0,03	0,07
T p28	33,75	75	1,56	0,35	T p93	14,13	25	0,02	0,04
T p29	21,9	75	1,53	0,35	T p94	10,22	75	0,55	0,12
T p30	27,58	75	1,51	0,34	T p95	19,38	75	0,5	0,11
T p31	20,12	75	1,5	0,34	T p96	31,52	75	0,48	0,11
T p32	23,1	75	1,49	0,34	T p97	30,35	75	0,43	0,1
T p33	16,87	75	1,48	0,33	T p98	25,28	75	0,35	0,08
T p34	14,72	75	1,47	0,33	T p99	58,06	75	0,27	0,06
T p35	10,8	75	1,46	0,33	T p100	39,3	75	0,18	0,04
T p36	21,73	75	1,43	0,32	T p101	31,31	75	0,11	0,03

Tabla de Red - Líneas en 0:00 Hrs									
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s		m	mm	LPS	m/s
T p37	20,23	75	1,43	0,32	T p102	48,1	75	0,05	0,01
T p38	25,73	75	1,41	0,32	T p103	26,26	12,7	0,03	0,21
T p39	16,72	75	1,4	0,32	T p104	26,84	12,7	0,02	0,19
T p40	36,21	75	1,39	0,32	T p105	22,81	12,7	0,02	0,17
T p41	19,24	75	1,38	0,31	T p106	51,67	12,7	0,02	0,13
T p42	22,41	75	1,38	0,31	T p107	56,59	12,7	0,01	0,09
T p44	31,81	75	1,35	0,31	T p108	41,09	12,7	0	0,02
T p45	24,84	75	1,34	0,3	T p109	29,72	12,7	0	0,02
T p46	27	75	1,33	0,3	T p110	39,42	12,7	0	0,02
T p47	17,54	75	1,32	0,3	T p111	11,84	12,7	0	0,02
T p48	16,77	75	1,32	0,3	T p112	9.092	12,7	0	0,02
T p49	5.946	75	1,31	0,3	T p113	12,85	12,7	0	0,02
T p50	20,6	75	1,3	0,29	T 2	5	12,7	-0,02	0,17
T p51	28,85	75	1,29	0,29	T 3	3	75	-0,56	0,13
T p52	29,76	75	1,28	0,29	T 4	2	25	-0,23	0,46
T p53	23,92	75	1,28	0,29	T 5	2	12,7	-0,03	0,21
T p54	28,36	75	0,7	0,16	T 6	2	12,7	-0,02	0,17
T p55	12,27	75	0,68	0,15	T 7	2	25	0,25	0,52
T p56	8.739	75	0,66	0,15	T 8	3	75	2,27	0,51
T p57	9.699	75	0,64	0,15	T 9	600	100	24,81	3,16
T p58	10,07	75	0,62	0,14	T 10	5	75	2,27	0,51
T p59	23,76	75	0,61	0,14	T 11	8,9	75	1,82	0,41
T p60	13,14	75	0,36	0,08	T 12	8,9	75	1,82	0,41
T p61	9.158	75	0,34	0,08	T 13	8	12,7	0,01	0,08
T p62	9.385	75	0,32	0,07	T 14	25	12,7	0,01	0,06
T p63	24,92	25	0,27	0,56	T 15	35	12,7	0	0,02
T p64	21,68	25	0,25	0,52	T 16	32	12,7	0	0,02
T p65	9.724	25	0,25	0,52	T 17	12,84	75	1,36	0,31
T p66	12,46	25	0,25	0,52	T 18	12,84	75	1,36	0,31

5.4.1.2 Hora de máximo consumo

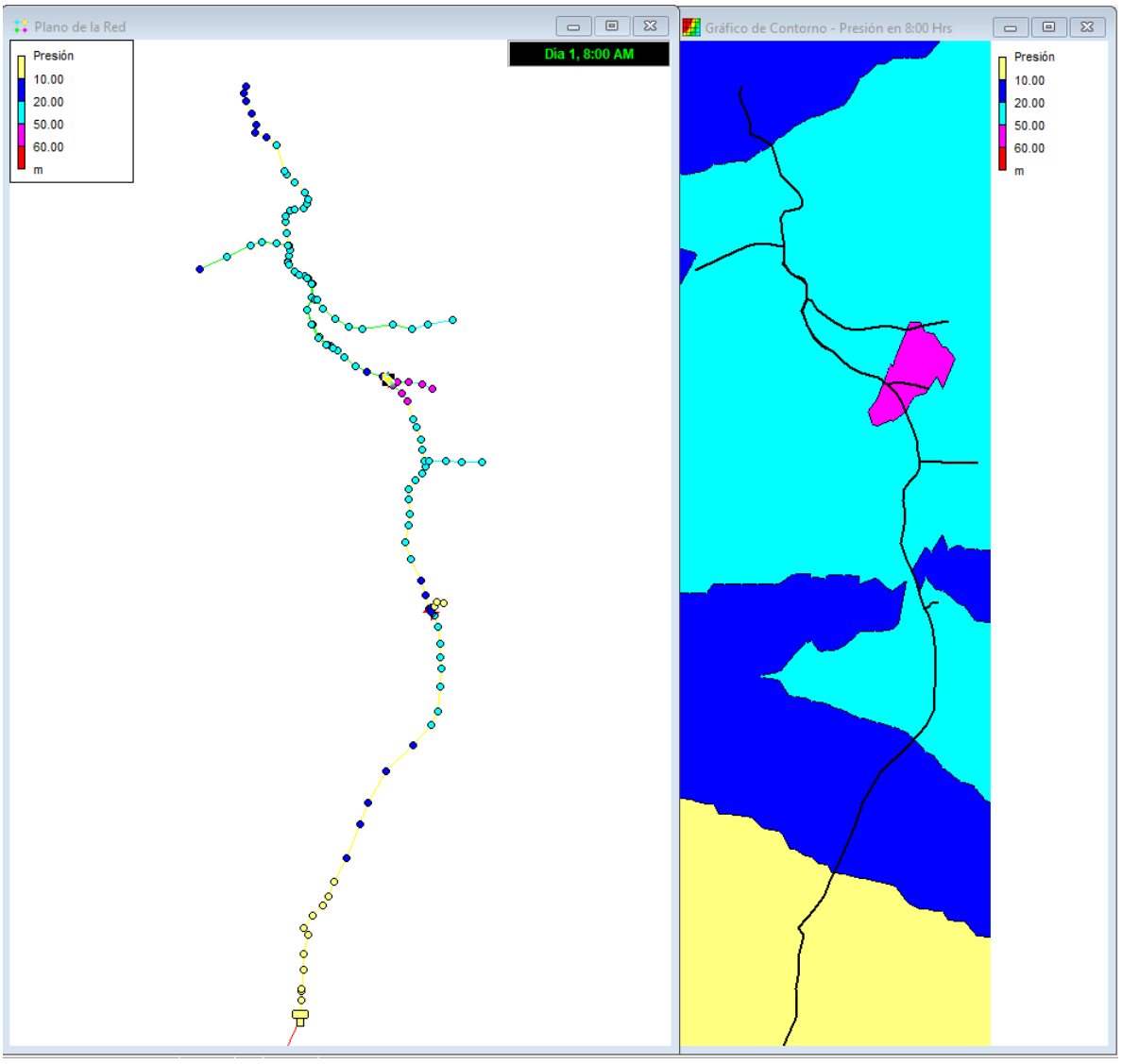


Figura 16. Presiones a la hora de máximo consumo. 8:00 Horas.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica en condición de hora de máximo consumo (08:00 horas), se evidencia una disminución generalizada de las presiones en la red, como consecuencia del incremento en la demanda.

En la mayor parte del sistema predominan presiones en un rango aproximado entre 20 m y 50 m, las cuales se consideran adecuadas para la prestación del servicio. No obstante, se identifican varios tramos, especialmente hacia los extremos de la red y en sectores con

mayores cotas, donde las presiones descienden a valores cercanos o inferiores a 10 m, lo que indica condiciones de presión deficiente y posibles dificultades en el suministro continuo a los usuarios.

Asimismo, se observa que las zonas que presentaban sobrepresiones en la hora de mínimo consumo reducen sus valores, situándose en rangos más aceptables, lo cual es consistente con el comportamiento esperado del sistema bajo mayores demandas.

El gráfico de contornos permite corroborar esta situación, evidenciando una mayor presencia de áreas con presiones bajas en comparación con la condición de mínimo consumo, particularmente en las zonas más alejadas o topográficamente desfavorables.

En términos generales, el sistema presenta limitaciones hidráulicas en condiciones de máxima demanda, reflejadas en presiones insuficientes en algunos sectores. Por lo tanto, se recomienda evaluar alternativas como el refuerzo de la red, optimización de diámetros, implementación de almacenamiento o sectorización, con el fin de garantizar presiones adecuadas en todos los puntos del sistema durante las horas críticas de operación.

Tabla 6. Demandas y presiones en las horas de máximo consumo. 8:00 Horas.

Tabla de Red - Nudos en 8:00 Hrs							
ID Nudo	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Conexión n1	0	1952,32	0,5	Conexión n66	0	1843,97	41,52
Conexión n2	0	1951,6	1,51	Conexión n67	0	1842,79	40,26
Conexión n3	0	1951,5	0,51	Conexión n68	0	1841,26	38,98
Conexión n4	0	1950,34	2,6	Conexión n69	0	1840,03	38,37
Conexión n5	0,02	1949,39	6	Conexión n70	0	1837,82	36,79
Conexión n6	0,01	1948,19	8,43	Conexión n71	0	1836,54	35,84
Conexión n7	0	1947,72	8,05	Conexión n72	0	1835,5	35,02
Conexión n8	0,02	1946,79	8,05	Conexión n73	0	1833,84	33,35
Conexión n9	0,04	1945,94	8,65	Conexión n74	0	1830,37	30,82
Conexión n10	0	1945,26	8,59	Conexión n75	0	1826,96	27,85
Conexión n11	0	1944,36	8,84	Conexión n76	0	1826,72	27,17
Conexión n12	0,02	1942,75	10,42	Conexión n77	0	1820,38	21,57
Conexión n13	0	1940,6	13,85	Conexión n78	0,02	1817,13	17,01

Tabla de Red - Nudos en 8:00 Hrs							
ID Nudo	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Conexión n14	0,03	1939,25	13,93	Conexión n79	0,03	1814,47	12,1
Conexión n15	0,03	1937,16	16,21	Conexión n80	0,07	1812,82	11,68
Conexión n16	0,07	1934,99	19,14	Conexión n81	0,13	1810,79	11,83
Conexión n17	0,11	1933,38	21,33	Conexión n82	0,17	1809,08	12,87
Conexión n18	0,13	1932,54	22,59	Conexión n83	0,26	1808,5	14,15
Conexión n19	0,16	1931,23	25,53	Conexión n84	0,13	1808,43	15,76
Conexión n20	0,14	1930,29	28,01	Conexión n85	0,07	1849,94	45,19
Conexión n21	0,16	1929,71	29,43	Conexión n86	0,07	1849,76	44,86
Conexión n22	0,17	1929,11	30,88	Conexión n87	0,05	1849,4	44,43
Conexión n23	0,17	1928,31	32,81	Conexión n88	0,06	1848,4	42,83
Conexión n24	0,18	1927,82	34,22	Conexión n89	0,05	1847,94	41,94
Conexión n25	0,17	1902,81	11,66	Conexión n90	0,04	1847,33	40,83
Conexión n26	0,16	1902,28	15,48	Conexión n91	0,04	1846,87	39,56
Conexión n27	0,14	1901,75	19,35	Conexión n92	0,05	1846,22	36,48
Conexión n28	0,15	1900,93	21,09	Conexión n93	0,06	1845,68	30,96
Conexión n29	0,13	1900,38	21,29	Conexión n94	0,05	1845,3	26,23
Conexión n30	0,12	1899,84	20,91	Conexión n95	0,07	1845,05	23,69
Conexión n31	0,06	1899,5	21,28	Conexión n96	0,04	1844,98	22,44
Conexión n32	0,03	1899,08	22,84	Conexión n97	0,06	1844,97	21,41
Conexión n33	0,04	1898,78	25,35	Conexión n98	0,04	1850,45	42,58
Conexión n34	0,03	1898,44	29,8	Conexión n99	0,17	1850,42	44,42
Conexión n35	0,02	1898,19	32,96	Conexión n100	0,07	1850,38	45,38
Conexión n36	0,04	1897,98	35,06	Conexión n101	0,14	1850,32	46,32
Conexión n37	0,02	1897,83	36,65	Conexión n102	0,26	1850,27	47,27
Conexión n38	0,03	1897,52	39,48	Conexión n103	0,27	1850,24	47,24
Conexión n39	0,04	1897,25	41,68	Conexión n104	0,26	1850,2	47,2
Conexión n40	0,03	1896,9	44,64	Conexión n105	0,22	1850,19	47,19
Conexión n41	0,04	1896,68	47,61	Conexión n106	0,19	1850,18	47,18
Conexión n42	0,03	1896,2	55,23	Conexión n107	0,17	1850,18	47,18
Conexión n43	0,02	1895,95	57,38	Conexión n108	0	1849,98	46,43
Conexión n44	0,03	1895,67	58,75	Conexión n109	0,01	1848,41	43,41
Conexión n45	0,04	1853,14	17,68	Conexión n110	0,01	1847,07	38,07
Conexión n46	0,03	1852,74	18,72	Conexión n111	0,02	1846,13	35,13
Conexión n47	0,04	1852,44	20,66	Conexión n112	0,02	1844,82	25,82
Conexión n48	0,03	1852,11	24,95	Conexión n113	0,04	1844,16	18,16
Conexión n49	0,02	1851,9	27,21	Conexión n114	0,06	1897,74	36,4
Conexión n50	0,03	1851,7	28,67	Conexión n115	0	1897,68	38,68

Tabla de Red - Nudos en 8:00 Hrs							
ID Nudo	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Demanda	Altura	Presión
	LPS	m	m		LPS	m	m
Conexión n51	0,02	1851,63	29,07	Conexión n116	0	1897,64	37,64
Conexión n52	0,03	1851,39	30,01	Conexión n117	0,01	1897,59	37,59
Conexión n53	0,04	1851,06	31,9	Conexión n118	0,06	1902,6	10,02
Conexión n54	0,03	1850,73	36,13	Conexión n119	0	1902,58	8,58
Conexión n55	0,03	1850,46	40,34	Conexión n120	0	1902,57	7,57
Conexión n56	0,06	1850,35	43,06	Conexión n121	0,01	1902,55	6,55
Conexión n57	0,06	1850,3	43,66	Conexión 3	0	1927,63	34,38
Conexión n58	0,06	1850,27	43,94	Conexión 4	0	1903	10
Conexión n59	0,06	1850,24	44,18	Conexión 5	0,01	1895,58	59,78
Conexión n60	0,06	1850,21	44,61	Conexión 6	0,02	1895,47	57,72
Conexión n61	0,06	1850,14	45,37	Conexión 7	0	1895,42	54,5
Conexión n62	0,06	1850,12	45,96	Conexión 8	0,01	1895,38	51,24
Conexión n63	0,06	1850,11	46,46	Conexión 9	0	1895,5	59,8
Conexión n64	0,06	1850,1	46,57	Conexión 10	0	1853,3	18
Conexión n65	0,06	1846,63	43,36				

Tabla 7. Longitudes, diámetros, caudales y velocidad de tuberías en la hora de máximo consumo.

Tabla de Red - Líneas en 8:00 Hrs									
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s		m	mm	LPS	m/s
T p1	22,94	75	7,23	1,64	T p67	10,05	25	0,81	1,65
T p2	36,77	75	7,23	1,64	T p68	18,06	25	0,81	1,65
T p3	29,95	75	7,23	1,64	T p69	10,45	25	0,81	1,65
T p4	38,31	75	7,21	1,63	T p70	8.551	25	0,81	1,65
T p5	14,98	75	7,2	1,63	T p71	13,53	25	0,81	1,65
T p6	29,72	75	7,2	1,63	T p72	28,38	25	0,81	1,65
T p7	27,02	75	7,18	1,63	T p73	27,84	25	0,81	1,65
T p8	22,08	75	7,15	1,62	T p74	51,82	25	0,81	1,65
T p9	29,07	75	7,15	1,62	T p75	26,54	25	0,81	1,65
T p10	51,8	75	7,15	1,62	T p76	22,59	25	0,79	1,61
T p11	69,72	75	7,13	1,61	T p77	14,91	25	0,77	1,56
T p12	43,71	75	7,13	1,61	T p78	21,6	25	0,7	1,42
T p13	68,27	75	7,11	1,61	T p79	26,39	25	0,57	1,15
T p14	71,39	75	7,08	1,6	T p80	17,2	25	0,39	0,8
T p15	53,63	75	7,01	1,59	T p81	14,12	25	0,13	0,27

Tabla de Red - Líneas en 8:00 Hrs									
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s		m	mm	LPS	m/s
T p16	28,91	75	6,9	1,56	T p82	2.044	25	0,65	1,33
T p17	46,92	75	6,77	1,53	T p83	5.294	25	0,58	1,19
T p18	34,97	75	6,61	1,5	T p84	17,29	25	0,53	1,08
T p19	22,12	75	6,47	1,46	T p85	9.791	25	0,47	0,96
T p20	24,58	75	6,31	1,43	T p86	16,02	25	0,42	0,85
T p21	33,47	75	6,15	1,39	T p87	13,91	25	0,38	0,78
T p22	22,19	75	5,98	1,35	T p88	24,66	25	0,34	0,69
T p24	26,94	75	5,55	1,26	T p89	27,2	25	0,29	0,59
T p25	28,38	75	5,39	1,22	T p90	28,96	25	0,23	0,46
T p26	46,18	75	5,25	1,19	T p91	29,01	25	0,17	0,36
T p27	32,65	75	5,1	1,16	T p92	19,85	25	0,1	0,21
T p28	33,75	75	4,97	1,13	T p93	14,13	25	0,06	0,13
T p29	21,9	75	4,85	1,1	T p94	10,22	75	1,75	0,4
T p30	27,58	75	4,79	1,08	T p95	19,38	75	1,58	0,36
T p31	20,12	75	4,76	1,08	T p96	31,52	75	1,51	0,34
T p32	23,1	75	4,73	1,07	T p97	30,35	75	1,38	0,31
T p33	16,87	75	4,7	1,06	T p98	25,28	75	1,11	0,25
T p34	14,72	75	4,69	1,06	T p99	58,06	75	0,84	0,19
T p35	10,8	75	4,65	1,05	T p100	39,3	75	0,58	0,13
T p36	21,73	75	4,56	1,03	T p101	31,31	75	0,37	0,08
T p37	20,23	75	4,54	1,03	T p102	48,1	75	0,17	0,04
T p38	25,73	75	4,49	1,02	T p103	26,26	12,7	0,09	0,67
T p39	16,72	75	4,47	1,01	T p104	26,84	12,7	0,08	0,61
T p40	36,21	75	4,43	1	T p105	22,81	12,7	0,07	0,54
T p41	19,24	75	4,41	1	T p106	51,67	12,7	0,05	0,41
T p42	22,41	75	4,39	0,99	T p107	56,59	12,7	0,04	0,28
T p44	31,81	75	4,29	0,97	T p108	41,09	12,7	0,01	0,07
T p45	24,84	75	4,27	0,97	T p109	29,72	12,7	0,01	0,07
T p46	27	75	4,23	0,96	T p110	39,42	12,7	0,01	0,07
T p47	17,54	75	4,21	0,95	T p111	11,84	12,7	0,01	0,07
T p48	16,77	75	4,19	0,95	T p112	9.092	12,7	0,01	0,07
T p49	5.946	75	4,16	0,94	T p113	12,85	12,7	0,01	0,07
T p50	20,6	75	4,15	0,94	T 2	5	12,7	-0,07	0,55
T p51	28,85	75	4,12	0,93	T 3	3	75	-1,8	0,41
T p52	29,76	75	4,08	0,92	T 4	2	25	-0,72	1,47
T p53	23,92	75	4,06	0,92	T 5	2	12,7	-0,09	0,67
T p54	28,36	75	2,23	0,51	T 6	2	12,7	-0,07	0,55

Tabla de Red - Líneas en 8:00 Hrs									
ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
	m	mm	LPS	m/s		m	mm	LPS	m/s
T p55	12,27	75	2,17	0,49	T 7	2	25	0,81	1,65
T p56	8.739	75	2,11	0,48	T 8	3	75	7,23	1,64
T p57	9.699	75	2,05	0,46	T 9	600	100	24,8	3,16
T p58	10,07	75	1,99	0,45	T 10	5	75	7,23	1,64
T p59	23,76	75	1,93	0,44	T 11	8,9	75	5,79	1,31
T p60	13,14	75	1,14	0,26	T 12	8,9	75	5,79	1,31
T p61	9.158	75	1,08	0,24	T 13	8	12,7	0,03	0,27
T p62	9.385	75	1,02	0,23	T 14	25	12,7	0,03	0,2
T p63	24,92	25	0,87	1,77	T 15	35	12,7	0,01	0,07
T p64	21,68	25	0,81	1,65	T 16	32	12,7	0,01	0,07
T p65	9.724	25	0,81	1,65	T 17	12,84	75	4,33	0,98
T p66	12,46	25	0,81	1,65	T 18	12,84	75	4,33	0,98

5.4.2 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA

Aunque una parte importante de la red fue construida en 2015 y no presenta una antigüedad considerable, el sistema evidencia un deterioro funcional significativo. Se presentan múltiples fugas y daños en la tubería, asociados principalmente a intervenciones inadecuadas por parte de la comunidad, quienes realizan conexiones artesanales sin criterios técnicos.

Las válvulas reguladoras de presión no han recibido mantenimiento desde su instalación, por lo que se desconoce su estado real de funcionamiento. Asimismo, las válvulas de cierre existentes se encuentran en mal estado, y en algunos casos no son accesibles, lo que dificulta la operación del sistema ante eventos de emergencia o mantenimiento.

5.4.3 DESEMPEÑO HIDRÁULICO

El comportamiento hidráulico de la red presenta deficiencias importantes. En algunos sectores, especialmente en zonas alejadas como El Garaje, se reportan bajas presiones, atribuibles a los diámetros reducidos de las tuberías y a la configuración de la red.

En contraste, en otros sectores se pueden presentar presiones elevadas debido a la falta de control efectivo por parte de las válvulas reguladoras de presión a los diámetros insuficientes. Esta variabilidad en las condiciones hidráulicas contribuye al incremento de fugas y pérdidas de agua en el sistema.
En zonas cercanas a la planta de tratamiento, algunos usuarios reportan insuficiencia de presión en edificaciones de varios pisos.

La comunidad en general se queja por los cortes frecuentes del agua y su calidad, ya que al no ser potable no puede ser consumida y la mayoría de los habitantes compran el agua que utilizan para consumo. lo cual indica que la red no garantiza condiciones adecuadas de servicio en términos de continuidad, calidad y presión para los usuarios.

5.4.4 PÉRDIDAS Y CONEXIONES IRREGULARES

El sistema presenta un nivel alto de pérdidas de agua, aunque no cuantificado debido a la ausencia de micromedición. Estas pérdidas están asociadas tanto a fugas físicas en la red como a consumos no controlados.

Se identifican conexiones irregulares realizadas por la comunidad, en todo el centro poblado, pero resalta sectores como La Playita la cual es una zona de invasión y se encuentra en zona de alto riesgo por inundación, donde se han instalado tuberías en materiales como PEAD sin criterios técnicos. Estas intervenciones generan puntos críticos de fuga, pérdidas de presión y deterioro del sistema.

5.4.5 LIMITACIONES IDENTIFICADAS

Las principales limitaciones del sistema de distribución están relacionadas con la falta de gestión técnica y operativa. La ausencia de mantenimiento en elementos clave como válvulas reguladoras de presión y válvulas de cierre compromete la capacidad de control del sistema.

La existencia de tramos con diámetros insuficientes, especialmente en redes antiguas, limita la capacidad hidráulica y genera problemas de presión en sectores alejados. Asimismo, la mezcla de redes nuevas y antiguas sin una adecuada sectorización dificulta la operación y el control del sistema.

La falta de micromedición y de una estructura tarifaria basada en consumo real afecta la sostenibilidad financiera del acueducto y no permite implementar estrategias de reducción de pérdidas.

5.4.6 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

El sistema carece de un programa estructurado de operación y mantenimiento. Las intervenciones se realizan de manera reactiva, atendiendo fallas cuando estas se presentan, pero sin una planificación preventiva.

La ausencia de personal técnico permanente limita la capacidad de gestión del sistema, incrementando el riesgo de deterioro progresivo de la infraestructura y afectando la calidad del servicio.

5.4.7 EVALUACIÓN GENERAL

El sistema de distribución presenta condiciones estructurales aceptables en algunos tramos, pero su desempeño general es deficiente debido a problemas operativos, hidráulicos y de gestión.

Las pérdidas de agua, las conexiones irregulares, la falta de control de presiones y la ausencia de mantenimiento adecuado configuran un sistema con baja eficiencia y alta vulnerabilidad.

Adicionalmente, la capacidad administrativa y financiera del acueducto es limitada, lo que dificulta la implementación de mejoras y la sostenibilidad del servicio en el tiempo.

6 CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO ACUEDUCTO LA SALAD PARTE BAJA

La bocatoma del acueducto La Salada Parte Baja es una estructura funcional desde el punto de vista hidráulico y estructural, que cumple con los criterios de diseño para el caudal establecido. No obstante, presenta deficiencias operativas importantes derivadas de su localización en una zona de alta sedimentación.

Esta condición genera una rápida colmatación del canal de captación, reduce la eficiencia del sistema y obliga a una operación basada en mantenimiento frecuente. En consecuencia, aunque la infraestructura es adecuada, su sostenibilidad a mediano y largo plazo depende de la implementación de medidas que permitan controlar el ingreso de sedimentos al sistema.

Se evidencia la salida de dos líneas de aducción hacia dos desarenadores, se debe verificar la concesión de agua de la captación hacia la institución de educación SENA ya que en la actualidad solo se cuenta con la información de la captación del centro poblado la salada parte baja.

El desarenador del acueducto La Salada Parte Baja es una unidad hidráulica funcional, correctamente dimensionada y en buen estado estructural, que cumple con su propósito de remover sedimentos en condiciones normales de operación. No se evidencian fallas propias de diseño, construcción u operación.

La planta de tratamiento de agua potable es una infraestructura técnicamente adecuada y en buen estado, con capacidad suficiente para suplir la demanda proyectada del sistema en su horizonte de diseño. Sin embargo, actualmente no cumple su función debido a la ausencia de operación, la falta de energía eléctrica y la no implementación de los procesos de tratamiento químico.

Se identifican deficiencias en el sistema de manejo de lodos, particularmente en la ausencia de un espesador y en la posible insuficiencia de los lechos de secado frente a las

condiciones reales de carga sólida. Asimismo, el sistema de almacenamiento de químicos presenta limitaciones operativas.

Verificando la proyección de caudal, se establece que la planta y el sistema general de captación y tratamiento tienen la capacidad de suplir la demanda de la comunidad dentro del horizonte de crecimiento del centro poblado. No obstante, en caso de ampliarse el área de prestación del servicio, incorporando consumos de tipo industrial, comercial o institucional diferentes a los domésticos, será necesario evaluar y ejecutar el aumento de la capacidad del sistema en su conjunto, incluyendo la captación, el desarenador, la planta de tratamiento, el sistema de distribución, así como la concesión de agua y la capacidad de abastecimiento de la fuente.

En consecuencia, aunque la planta tiene el potencial de operar de manera eficiente, es necesario implementar acciones inmediatas para su puesta en funcionamiento y optimizar algunos componentes del sistema, con el fin de garantizar la calidad del agua suministrada a la población.

El sistema de distribución del acueducto La Salada Parte Baja presenta deficiencias significativas que afectan su funcionamiento y sostenibilidad. A pesar de contar con infraestructura relativamente reciente en algunos tramos, la falta de operación técnica, el deterioro por intervenciones inadecuadas, la ausencia de control de presiones y la carencia de micromedición han generado un sistema con altos niveles de pérdidas y baja eficiencia. Las condiciones hidráulicas no son uniformes, presentándose tanto zonas de baja presión como sectores con presiones potencialmente elevadas, lo que contribuye al deterioro de la red. La falta de control institucional y la baja cultura de pago por parte de los usuarios agravan la situación, limitando la capacidad de inversión en mantenimiento y mejora del sistema.

En consecuencia, el sistema de distribución requiere intervenciones integrales que incluyan fortalecimiento operativo, control de pérdidas, renovación del sistema completo con tubería nueva, implementación de micro medición y mejora en la gestión administrativa, con el fin de garantizar un servicio continuo, eficiente y sostenible para la comunidad.

Aunque el sistema de distribución actualmente se encuentra en funcionamiento, presenta deficiencias operativas significativas que comprometen su sostenibilidad en el tiempo.

Estas problemáticas se originan principalmente en la falta de operación técnica y en intervenciones inadecuadas por parte de los usuarios, quienes realizan conexiones sin criterios técnicos, generando fugas y daños recurrentes en la red. Adicionalmente, las estaciones reguladoras de presión no se encuentran en funcionamiento debido a la falta de mantenimiento y al desmantelamiento de sus componentes, lo que propicia la presencia de presiones no controladas que aceleran el deterioro del sistema y aumentan las pérdidas de agua.

Esta situación se ve reflejada en la prestación del servicio, evidenciada por quejas constantes de la comunidad debido a cortes frecuentes y periodos prolongados sin suministro. A esto se suma la interconexión con redes antiguas que presentan condiciones deficientes, así como la ausencia de micromedición, lo que impide controlar consumos, identificar pérdidas y detectar posibles conexiones fraudulentas. En un escenario futuro, el incremento en el número de usuarios intensificará estas problemáticas, comprometiendo aún más la capacidad operativa del sistema. En conjunto, estas condiciones limitan el control y la gestión del sistema, afectando la continuidad y eficiencia del servicio.

En consecuencia, se recomienda la reposición integral de la red de distribución, la instalación de micromedición en los usuarios, la rehabilitación y puesta en operación de las estaciones reguladoras de presión, como medidas necesarias para garantizar la operación y sostenibilidad del sistema a largo plazo.

7 RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Con base en el diagnóstico realizado para los componentes del sistema de acueducto (captación, desarenador, planta de tratamiento y red de distribución), se establecen las siguientes recomendaciones técnicas integrales orientadas a mejorar la eficiencia hidráulica, la calidad del agua, la sostenibilidad operativa y la gestión del servicio.

Las recomendaciones se estructuran en intervenciones inmediatas e intervenciones a corto plazo considerando la criticidad de las problemáticas identificadas y la viabilidad técnica y financiera de su implementación.

7.1 INTERVENCIONES INMEDIATAS

Se deben implementar acciones que permitan garantizar la operación básica del sistema y la calidad del agua suministrada a la población.

Es prioritario realizar la puesta en operación de la planta de tratamiento de agua potable, lo cual implica la conexión del sistema a la red de energía eléctrica y la instalación y calibración de los equipos de dosificación de químicos. Sin este componente en funcionamiento, el sistema no garantiza condiciones de potabilización, lo que representa un riesgo sanitario para la comunidad.

De manera complementaria, se debe establecer un esquema de operación permanente para el funcionamiento de la PTAP, la captación y la red de distribución. Se deben implementar rutinas básicas de operación, control y mantenimiento.

En la bocatoma, se recomienda incrementar la frecuencia de limpieza del canal lateral y la rejilla de captación, especialmente en temporadas de lluvia, con el fin de mitigar la colmatación por sedimentos. Asimismo, se deben realizar mantenimientos correctivos a las válvulas reguladoras de presión existentes, verificando su funcionamiento y ajustando su operación para evitar sobrepresiones en la red.
En el sistema de distribución, es necesario intervenir de manera inmediata los puntos críticos de fugas visibles y permitir solo conexiones realizadas por el personal capacitado del acueducto, se recomienda cambiar toda la red para garantizar un funcionamiento adecuado.

7.2 INTERVENCIONES A CORTO PLAZO

Implementar un programa de instalación de micromedidores para cada usuario e implementar un marco tarifario acorde a la normativa, que permita el funcionamiento optimo del sistema y que pueda ser sostenible en el tiempo.

En la bocatoma, se recomienda evaluar la implementación de estructuras de control de sedimentos aguas arriba, tales como pantallas deflectoras o mejoras en la configuración del canal de captación, con el fin de reducir la carga sólida que ingresa al sistema.

En el sistema de distribución, se debe planificar la renovación progresiva de las redes antiguas, especialmente aquellas construidas en diámetros menores a los requeridos, con el fin de mejorar las condiciones de presión y capacidad hidráulica. Asimismo, se deben eliminar las interconexiones inadecuadas entre redes antiguas y nuevas.

Se recomienda fortalecer la capacidad institucional y administrativa del acueducto, mediante la implementación de esquemas de gestión técnica, financiera y comercial, que permitan garantizar la sostenibilidad del servicio.

Finalmente, ante un posible escenario de expansión del área de prestación del servicio, se deberá realizar una evaluación integral de la capacidad del sistema, que incluya la captación, el tratamiento, la distribución y la disponibilidad del recurso hídrico. En caso de requerirse, se deberán ejecutar ampliaciones en las unidades del sistema para atender nuevas demandas, especialmente aquellas asociadas a usos industriales, comerciales o institucionales.

7.3 CONSIDERACIÓN FINAL

El sistema de acueducto La Salada Parte Baja cuenta con una infraestructura que, en términos generales, es adecuada desde el punto de vista técnico; sin embargo, presenta deficiencias operativas y de gestión que afectan su eficiencia y sostenibilidad.

La implementación de las recomendaciones planteadas permitirá mejorar de manera progresiva el funcionamiento del sistema, garantizando la calidad del agua, reduciendo las pérdidas y fortaleciendo la prestación del servicio en beneficio de la comunidad.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Resolución 0330 de 2017 – Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Colombia.

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B: Sistemas de Acueducto. Colombia.

- Alcaldía de Caldas, Antioquia. (2025). Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Caldas, Antioquia.

- DNP. (2018). Las 16 grandes apuestas de Colombia para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.

- EPA USA. (2005). Storm water management model User's manual version 5.0 Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati. (Traducción al Español por GMMF).

- http://www.instagua.upv.es/swmm/descargas/Manual_SWMM5vE.pdf
- Gobernación de Antioquia. (2018). Anuario Estadístico de Antioquia. https://www. antioquiadatos.gov.co/index.php/anuario-estadistico-2018.