MAPA DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MUNICIPIO DE PAMPLONITA



ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONITA

Julio de 2025

6. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO MUNICIPAL

El municipio de Pamplonita, ubicado en el departamento de Norte de Santander, cuenta con una población aproximada de 5.990 habitantes, de los cuales una parte significativa reside en zonas rurales, mientras que en la zona urbana 482 suscriptores están conectados al servicio público de acueducto. Esta cobertura representa un desafío en términos de acceso universal, continuidad y calidad del agua suministrada, especialmente en sectores alejados o dispersos.

El sistema de abastecimiento de agua potable en la cabecera municipal está conformado principalmente por dos infraestructuras: el sistema Urumal, construido en el año 1993, y el sistema Batagá, de más reciente implementación, puesto en funcionamiento alrededor del año 2019. Ambos sistemas se abastecen de fuentes hídricas naturales, pero presentan condiciones operativas y de mantenimiento diferenciadas, dado el tiempo de funcionamiento, tipo de captación, nivel de intervención técnica y condiciones geográficas.

El sistema Urumal, al ser el más antiguo, ha requerido mantenimientos periódicos, y su infraestructura presenta signos de deterioro estructural y funcional. Por tanto, se hace necesario establecer una evaluación detallada del estado de sus componentes (captación, conducción, almacenamiento y redes de distribución), así como de la eficiencia de los procesos de tratamiento, especialmente frente al cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos definidos por la normativa vigente (Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007).

Por su parte, el sistema Batagá, aunque más moderno, aún está en proceso de consolidación operativa y de ampliación de cobertura. Se identifican oportunidades de fortalecimiento en cuanto a la operación técnica, la sostenibilidad financiera del servicio, el fortalecimiento institucional del prestador y la educación sanitaria a la comunidad usuaria.

Ambos sistemas están geográficamente localizados en sectores estratégicos del municipio, los cuales se ilustran en la figura siguiente. Esta ubicación permite evidenciar las zonas de influencia de cada sistema y analizar la distribución espacial del servicio, la vulnerabilidad frente a fenómenos naturales y la capacidad de respuesta ante eventos de contaminación o interrupción del suministro:

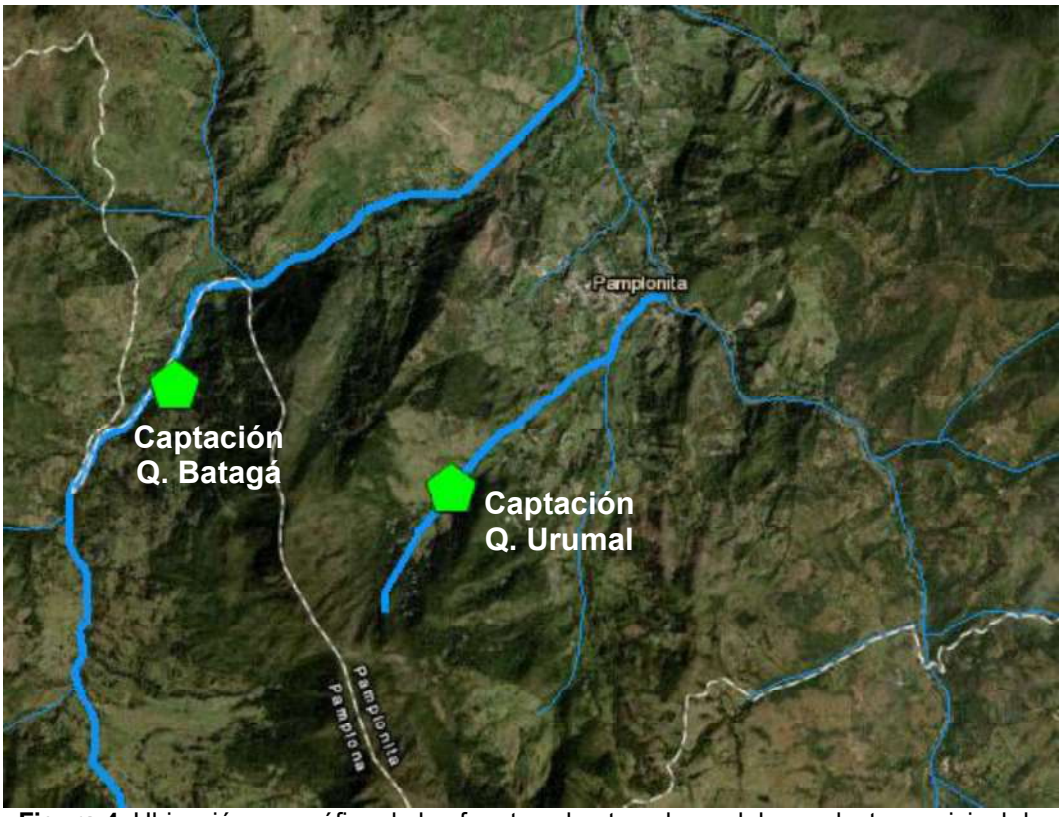


Figura 4. Ubicación geográfica de las fuentes abastecedoras del acueducto municipal de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

El acueducto del municipio de Pamplonita se abastece principalmente de la quebrada Urumal, fuente hídrica que cuenta con resolución de concesión para el uso de aguas superficiales, en el marco de la reglamentación vigente que también incluye la quebrada La Dobera. No obstante, debido a la variabilidad estacional del caudal, especialmente en época seca, se ha considerado como fuente alterna la quebrada Batagá, la cual podría asegurar el suministro en condiciones de escasez, siempre que se garantice su disponibilidad y calidad.

El proceso de captación del agua se realiza mediante una bocatoma de fondo, ubicada sobre la quebrada Urumal. Esta infraestructura permite extraer el recurso en condiciones gravitacionales sin afectar significativamente el cauce natural. Desde la bocatoma, el agua es conducida por una tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro y una longitud aproximada de 300 metros, hasta llegar al desarenador del sistema. Este componente cumple la función de remover partículas sedimentables que podrían afectar los procesos posteriores de tratamiento.

Posteriormente, el agua pretratada continúa su recorrido a través de una línea de conducción de 1.000 metros, también en tubería de 3", que la lleva hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del municipio. Esta planta es de tipo convencional y opera de forma continua durante las 24 horas del día, cumpliendo

funciones de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, conforme a los estándares establecidos por la Resolución 2115 de 2007.

Una vez completado el proceso de potabilización, el agua es almacenada en un tanque de concreto, ubicado a una distancia de 100 metros de la planta. Desde este tanque parte la red de distribución que abastece al casco urbano del municipio, por medio de una tubería de 2 pulgadas de diámetro, garantizando así la prestación del servicio a los 482 suscriptores registrados.

Este sistema presenta una estructura operativa básica pero funcional, sin embargo, se requiere realizar un análisis técnico más detallado que permita identificar posibles puntos críticos en términos de eficiencia hidráulica, pérdidas, mantenimiento preventivo y suficiencia frente al crecimiento poblacional proyectado y los posibles escenarios de cambio climático que impacten la disponibilidad de las fuentes hídricas.

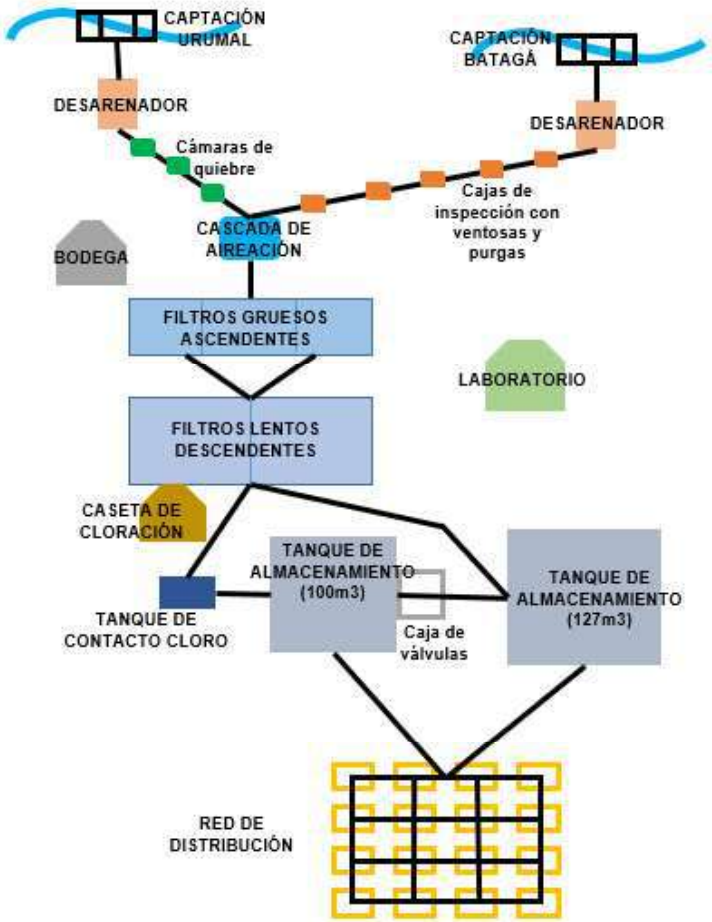


Figura 5. Esquema general de funcionamiento del sistema de tratamiento de agua potable del municipio de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Los indicadores de calidad en la prestación del servicio de acueducto en el municipio de Pamplonita reflejan una cobertura urbana del 96 % y una continuidad promedio

de 20 horas diarias, los siete días de la semana, durante la mayor parte del año. La infraestructura del sistema es, en términos generales, adecuada, y se encuentra en condiciones aceptables de operación y conservación. No obstante, se presentan factores que comprometen la calidad del recurso hídrico, especialmente en la fuente de abastecimiento conocida como quebrada Batagá.

Aguas arriba de la bocatoma de esta fuente, se ha identificado un uso inadecuado del cauce, ya que, en ausencia de infraestructura vial como puentes o pasos elevados, se permite el tránsito frecuente de vehículos, animales y personas directamente sobre el lecho de la quebrada. Además, se desarrollan actividades agropecuarias de pequeña escala en zonas aledañas, incluyendo una estación piscícola (truchera), cuyos vertimientos se descargan directamente sobre la corriente hídrica, generando un riesgo sanitario y ambiental significativo para el sistema de abastecimiento.

6.1. Fuentes hídricas abastecedoras

Actualmente, el sistema de acueducto del municipio de Pamplonita se abastece a partir de dos fuentes hídricas superficiales: las quebradas Urumal y Batagá, ambas pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Pamplonita. Estas quebradas cumplen una función estratégica en el suministro de agua potable para el casco urbano del municipio, razón por la cual es fundamental mantener un control riguroso sobre su calidad y condiciones de conservación.

Las captaciones se encuentran localizadas sobre el cauce medio de ambas fuentes y operan mediante estructuras de bocatoma de fondo, que permiten la derivación del caudal hacia las etapas iniciales del tratamiento. La quebrada Urumal es la fuente principal de abastecimiento, mientras que la quebrada Batagá ha sido incorporada como fuente alterna para mitigar la reducción de caudal durante las épocas secas. A continuación, se describen en detalle las características de cada una de estas fuentes.

6.1.1. Microcuenca Urumal

La captación de agua para el municipio de Pamplonita se realiza en la quebrada Urumal, un afluente de aguas superficiales perteneciente a la cuenca del río Pamplonita, con un área de aporte aproximada de 7,10 km² y un cauce principal de 4,22 km. El terreno presenta una pendiente promedio del 41,08 %, con cobertura de vegetación natural, lo que contribuye a la protección de la fuente. El recurso hídrico exhibe, de manera general, aguas cristalinas a simple vista; sin embargo, durante la temporada de estiaje se evidencia una reducción considerable del caudal, por lo cual ha sido necesario disponer de una fuente de abastecimiento alterna para garantizar la continuidad y calidad del servicio de acueducto a la comunidad pamplonitense.

La zona de captación es de fácil acceso y no registra la utilización de fertilizantes o agroquímicos cercanos, condición favorable para la conservación de la calidad del

agua. No obstante, se permite el tránsito de personas y animales en las inmediaciones, lo que incrementa el riesgo de contaminación de origen orgánico o químico. Estas características, sumadas a indicadores morfométricos como un índice de alargamiento de 2,49 y un coeficiente de compactidad de 1,26, demandan la implementación de medidas permanentes de control y monitoreo, con el fin de preservar la calidad del recurso hídrico y asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de agua potable.



Figura 6. Microcuenca Urumal.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Adicionalmente, se identificó actividad agrícola predominante, especialmente el cultivo de durazno, cuya ubicación y características topográficas, junto con los niveles de escorrentía y freáticos, generan un riesgo químico para la fuente hídrica debido al uso de fertilizantes y pesticidas. Asimismo, se evidenció la presencia intermitente de ganado bovino en pastoreo, lo que implica un riesgo biológico asociado a posibles vertimientos de aguas residuales domésticas y excretas hacia la quebrada.





Figura 7. Cultivos y ganadería aguas arriba de la captación Batagá.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

6.1.2. Microcuenca Batagá

La quebrada Batagá constituye una fuente de abastecimiento superficial del municipio de Pamplonita, ubicada en la vereda Batagá a una altitud aproximada de 1.961 m s. n. m. y con un caudal de 68 L/s en la zona de captación. Este afluente pertenece al tramo alto de la cuenca del río Catatumbo y, al unirse con la quebrada San Francisco, forma un cauce que desemboca en el río Pamplonita, el cual a su vez vierte sus aguas en el río Zulia. Presenta un área de drenaje de 26,56 km², un cauce principal de 11,98 km y una pendiente promedio del 47,1 %, lo que la caracteriza como una fuente de régimen irregular y morfometría alargada, con un índice de alargamiento de 3,41 y un coeficiente de compactidad de 1,48, indicadores que la hacen susceptible a eventos de escorrentía rápida y variabilidad de caudal.



Figura 8. Microcuenca Batagá.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Durante la inspección de campo, se identificaron problemáticas significativas que comprometen la calidad del recurso hídrico aguas arriba de la captación. Entre estas, se destacan dos pasos directos de la vía terciaria sobre el cauce, lo que expone la fuente a riesgo de contaminación por hidrocarburos y materia orgánica debido al tránsito constante de vehículos, personas y animales, deteriorando sus características fisicoquímicas y afectando la fauna y flora local.



Figura 9. Paso de la vía terciaria directamente por el cauce de la Q. Batagá.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Adicionalmente, se evidenció actividad agrícola intensiva, principalmente cultivo de durazno, que genera riesgo químico por el uso de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y su arrastre por escorrentía superficial y subterránea. La presencia de ganado bovino en pastoreo y la cría artesanal de cerdos incrementan el riesgo biológico por vertimientos domésticos y excretas.



Figura 10. Cultivos aguas arriba de la captación Batagá.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Asimismo, se observan prácticas silvopastoriles y la existencia de una estación piscícola (truchera) que, aunque actualmente inactiva, representa un potencial riesgo de contaminación para la fuente hídrica una vez reinicie su operación.



Figura 11. Estación piscícola aguas arriba de la captación Batagá.
Fuente: Equipo consultor, 2021.

6.2. Captación

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) otorgó al municipio de Pamplonita las concesiones de aguas superficiales para las fuentes hídricas Urumal y Batagá, mediante las Resoluciones No. 274 del 15 de mayo de 2008 y No. 033 del 21 de marzo de 2019, respectivamente. En virtud de dichas resoluciones, se autorizó la explotación de un caudal de 2,5 L/s para la quebrada Urumal, con concesión a término indefinido, y de 3,4 L/s para la quebrada Batagá, con una vigencia inicial de cinco años prorrogables, con el fin de garantizar el abastecimiento de agua potable para la población del municipio.

Cabe señalar que, a la fecha de la presente consultoría, la concesión para la captación en la quebrada Batagá se encuentra vencida, teniendo en cuenta que la Administración Municipal ha manifestado estar evaluando la viabilidad de intervenir o reubicar la bocatoma antes de iniciar el respectivo trámite de renovación ante la autoridad ambiental competente.

- **Bocatoma de la Q. Urumal**

La captación de agua en la quebrada El Urumal fue construida en 1993 y se localiza en las coordenadas E1157990 – N1313065, georreferenciadas mediante GPS Garmin Etrex 20x, a una altitud aproximada de 2.064 m.s.n.m. Esta bocatoma de fondo cuenta con un caudal concesionado de 2,5 L/s y se encuentra en buen estado de conservación. La estructura corresponde a una rejilla de fondo compuesta por 23 varillas de ½", dispuestas con separación de 2 cm, diseñada para retener sedimentos y sólidos de mayor tamaño.

Tal como se observa en la Figura, la captación dispone de una malla protectora que cubre completamente el área de la bocatoma, evitando el ingreso de materiales que puedan generar obstrucciones o contaminación. Adicionalmente, la rejilla incorpora una segunda malla interna para la retención de residuos y sedimentos finos antes de la conducción hacia la aducción. En el entorno inmediato se evidencia abundante y densa cobertura vegetal nativa, correspondiente a un área destinada a la protección y conservación del recurso hídrico municipal. El mantenimiento preventivo se realiza cada ocho días en temporada seca y con mayor frecuencia en invierno, mediante remoción manual de hojas, material vegetal y residuos acumulados.

Según los registros de los últimos años, durante las temporadas de estiaje el caudal de la quebrada se ve reducido, situación que motivó la optimización del sistema en el año 2019 y la implementación de un sistema de abastecimiento alterno (Sistema Batagá) para garantizar la continuidad del suministro y suplir la demanda del recurso hídrico. Cabe señalar que la estructura no cuenta con equipos de macromedición para cuantificar en tiempo real los caudales y volúmenes captados. El agua extraída se destina principalmente al abastecimiento para consumo humano doméstico.



Figura 12. Bocatoma de la Q. Urumal.
Fuente: Visita técnica, 2025.

- **Bocatoma de la Q. Batagá**

La captación de agua en la quebrada Batagá fue construida en 2020 y se localiza en las coordenadas N 07°26'03.0" – W 072°39'46.7", georreferenciadas mediante GPS Garmin Etrex 20x. Esta fuente hídrica abastece el acueducto urbano mediante una bocatoma de fondo con un caudal concesionado de 3,4 L/s, conducido a través de una tubería PVC en serie de 3” y 4” desde la captación hasta la PTAP, ubicada a aproximadamente 93 m, la cual se encuentra en buen estado operativo.

La bocatoma corresponde a una rejilla de fondo compuesta por 30 barras de ½”, dispuestas con separación de 2 cm, diseñada para retener sedimentos y sólidos de mayor tamaño. El personal de la unidad de servicios realiza mantenimiento preventivo cada 15 días, asegurando la remoción oportuna de material retenido.

La estructura cuenta con una presa con aliviadero tipo estándar de 9,30 m de longitud libre, cuya cresta se ubica 0,50 m por encima del nivel del fondo de la quebrada, así como un pozo de amortiguación para la disipación de energía y una caja derivadora que recibe el caudal conducido mediante un canal rectangular desde la rejilla de captación. En términos generales, la infraestructura se encuentra en buen estado operativo.

No obstante, durante la temporada de lluvias, el incremento del caudal de la quebrada Batagá ha ocasionado afectaciones a la estructura debido a su proximidad al cauce, evidenciándose arrastre de fragmentos del material y daños en la obra. Esta situación se repite de manera recurrente en periodos de alta precipitación, lo que compromete la integridad y estabilidad a largo plazo de la captación, requiriendo acciones de refuerzo y protección para mitigar riesgos futuros.



Figura 13. Bocatoma de la Q. Batagá.
Fuente: Visita técnica, 2025.

6.3. Aducción

- **Quebrada Urumal**

La aducción entre la bocatoma y el desarenador fue construida en 1993 y está conformada por una tubería de PVC de 3” de diámetro, que opera por gravedad. El tramo tiene una longitud aproximada de 300 metros hasta llegar al desarenador de tipo convencional, encargado de la remoción de sólidos sedimentables presentes en el agua captada.

Cabe señalar que esta conducción no cuenta con accesorios de purga, válvulas de aire ni otras estructuras complementarias, lo que limita la posibilidad de realizar mantenimientos preventivos o correctivos eficientes y podría generar acumulación de sedimentos y pérdida de capacidad hidráulica a lo largo del tiempo.

- **Quebrada Batagá**

La aducción está conformada por una tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro y una longitud de 88,13 metros, diseñada para transportar por gravedad el agua captada desde la bocatoma hasta el desarenador. La conducción cuenta con una capacidad máxima de 8,18 L/s, lo que permite un adecuado suministro de caudal para el sistema de tratamiento.

La instalación incluye accesorios estructurales como codos y anclajes, que proporcionan estabilidad y resistencia, minimizando el riesgo de desplazamiento o arrastre durante eventos de creciente, dado que una parte significativa del tramo permanece expuesta al cauce de la quebrada. Esta disposición busca preservar la integridad de la conducción y asegurar la continuidad del servicio, aunque su exposición demanda un seguimiento periódico para prevenir afectaciones estructurales.



Figura 14. Aducción de la Q. Batagá y Q. Urumal.
Fuente: Visita técnica, 2025.

En su mayor parte, la red de aducción se desarrolla paralela al cauce de la quebrada, dispuesta sobre pasos elevados y zonas rocosas características de la topografía local, hasta su llegada a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). Esta configuración permite proteger la conducción frente a sedimentación directa,

aunque su exposición parcial al cauce requiere seguimiento periódico para garantizar la estabilidad estructural y la continuidad del servicio.

6.4. Pretratamiento

- **Quebrada Urumal**

El desarenador, de tipo convencional, fue construido en concreto reforzado en 1993 y cuenta con compuerta y válvulas de desagüe en acero (Figura 17). La estructura se encuentra ubicada en las coordenadas N 07°25'36.5" – W 072°38'40.1", georreferenciadas mediante GPS Garmin Etrex 20x (Figura 18).

La zona donde se localiza no cuenta con cerramiento ni aislamiento, lo que facilita el ingreso de personas y animales y podría generar riesgo de contaminación orgánica o química del agua captada. El desarenador es inspeccionado semanalmente por los operarios de la Unidad de Servicios Públicos del municipio, y se le realiza mantenimiento cada 30 días, o antes si las revisiones así lo requieren.

En términos generales, la estructura presenta un buen funcionamiento, sin problemas de capacidad hidráulica y sin evidencias de grietas ni deterioros estructurales significativos, lo que garantiza su operatividad y eficiencia en la remoción de sedimentos.



Figura 15. Desarenador de la Q. Urumal.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

- **Quebrada Batagá**

El desarenador fue construido en 2020 y se localiza en las coordenadas N 07°26'05.5" – W 072°39'45.7", verificadas mediante GPS Garmin Etrex 20X. La estructura es inspeccionada cada 15 días por los operarios de la Unidad de Servicios Públicos del municipio, quienes realizan el retiro de sedimentos y limpieza según lo requerido a partir de los resultados de las revisiones.

El sistema está conformado por dos módulos independientes, dimensionados para un caudal medio diario de 2,48 L/s cada uno. Cada módulo incorpora una tolva de

almacenamiento de lodos en forma de pirámide invertida, con una altura máxima de 1,00 m y una pendiente de fondo del 14,7 %, lo que facilita un desalojo hidráulico eficiente. El ingreso del flujo se regula mediante compuertas manuales fabricadas en PRFV, y para las labores de limpieza y mantenimiento se interrumpe el suministro cerrando la compuerta ubicada 88 m aguas arriba, en la bocatoma.

La estructura cuenta con una malla de protección perimetral que evita el ingreso de materiales extraños o indeseados. En términos generales, el desarenador presenta un funcionamiento óptimo, sin evidencia de fisuras, deterioro estructural o limitaciones de capacidad hidráulica, lo que asegura su adecuada operación y la remoción eficiente de sedimentos.



Figura 16. Desarenador de la Q. Batagá.
Fuente: PUEAA, 2023.

6.5. Línea de conducción

- **Quebrada Urumal**

El caudal captado en la quebrada Urumal es transportado mediante un sistema por gravedad que recorre aproximadamente 1,3 km desde el punto de captación hasta la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), de los cuales 1 km corresponden a la conducción principal.

La conducción fue construida en 1993 con tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro y cuenta con siete cámaras de quiebre, ubicadas cada 150 metros aproximadamente. Estas cámaras tienen como función reducir la velocidad del flujo y facilitar la sedimentación de partículas, mejorando la eficiencia del sistema.

En la Figura 21 se aprecia el trazado de la tubería desde la bocatoma hasta la PTAP, georreferenciado mediante GPS Garmin Etrex 20X. De acuerdo con la inspección visual reciente, la infraestructura no presenta deterioros estructurales ni fallas

operativas que afecten su funcionamiento, manteniendo condiciones adecuadas para la conducción del recurso hídrico.

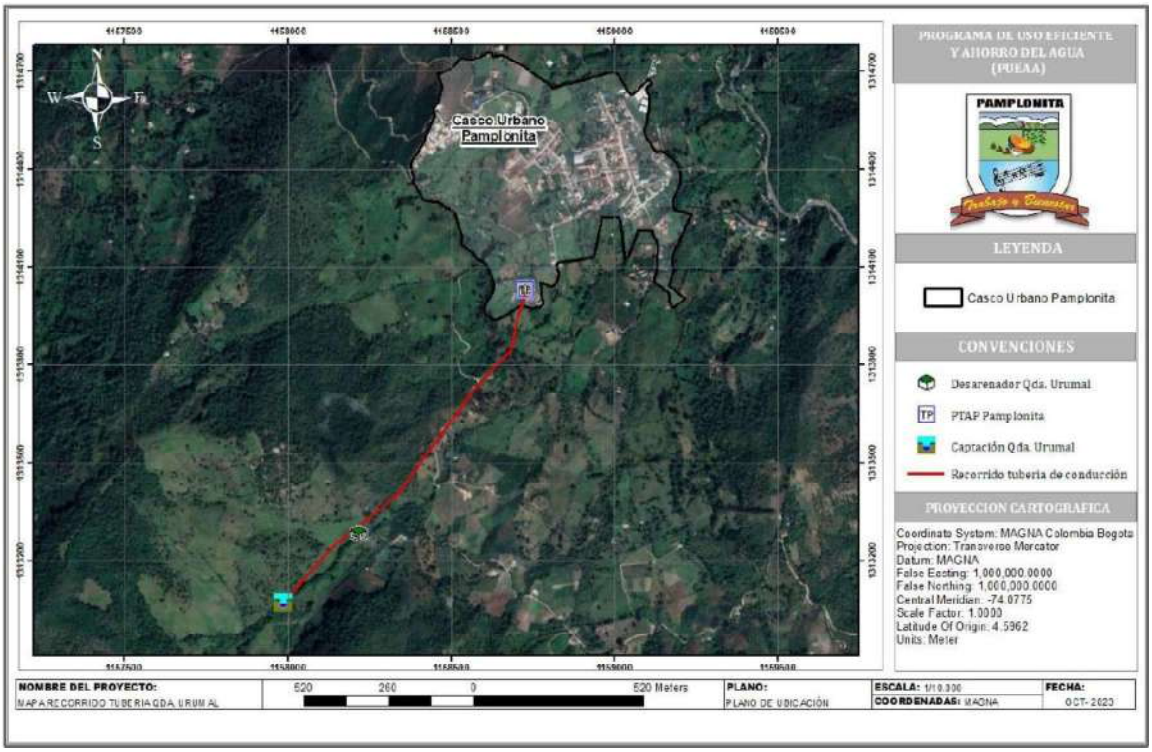


Figura 17. Ruta de agua cruda quebrada Urumal-PTAP.
Fuente: PUEAA, 2023.

- **Quebrada Batagá**

El caudal captado en la quebrada Batagá es transportado mediante un sistema por gravedad que recorre aproximadamente 3,5 km desde el punto de captación hasta la planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

La conducción, construida en 2020, está compuesta por 2,4 km de tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 1 km de tubería de 3 pulgadas. El sistema incluye pasos elevados sobre las quebradas Perino y Batagá, así como 11 válvulas ventosas y 7 válvulas de purga, que permiten optimizar el funcionamiento hidráulico y facilitar el mantenimiento de la red.

En la siguiente Figura se observa el trazado de la tubería desde la bocatoma hasta la PTAP. De acuerdo con la evaluación visual reciente, la infraestructura de conducción no presenta fallas estructurales ni afectaciones que comprometan su operación, manteniendo un adecuado desempeño para el transporte del recurso hídrico.

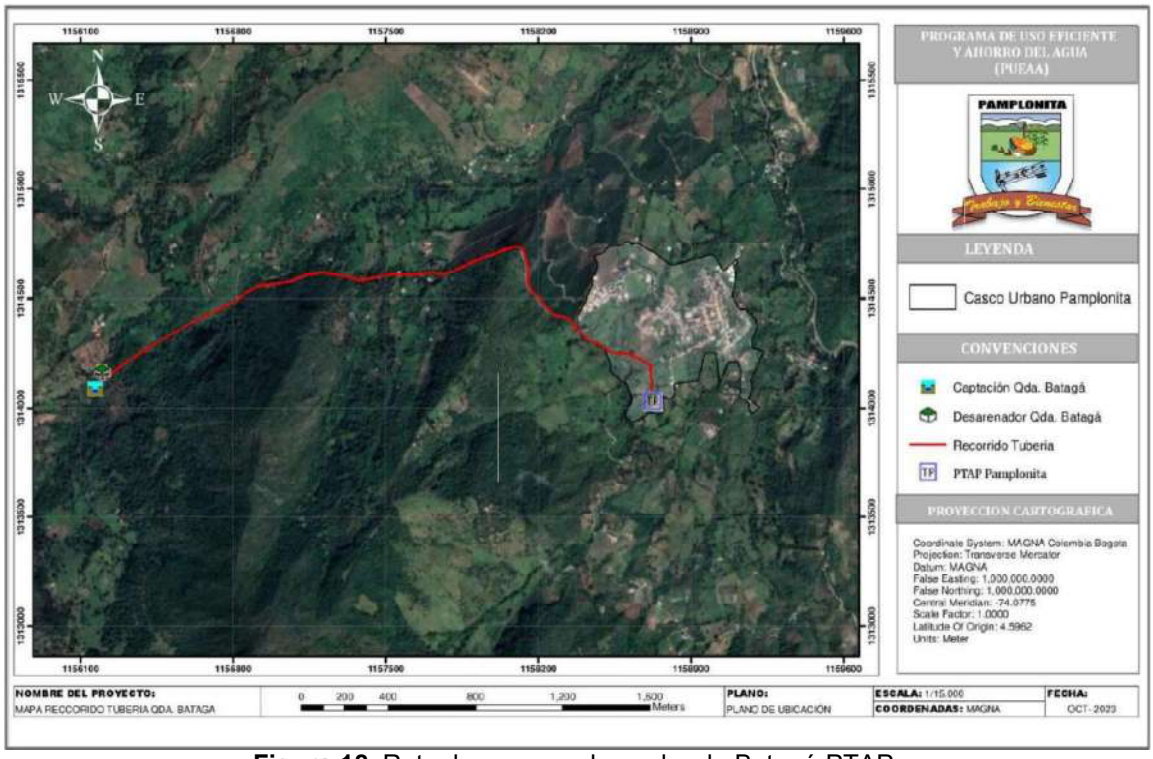


Figura 18. Ruta de agua cruda quebrada Batagá-PTAP.
Fuente: PUEAA, 2023.

6.6. Medición de caudal

El sistema de acueducto cuenta con seis (6) macromedidores instalados, distribuidos estratégicamente para el control y monitoreo de caudales. El primero se encuentra a la entrada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), correspondiente a la captación de la quebrada Urumal, el cual actualmente no se encuentra operativo, aunque se dispone de un repuesto pendiente de instalación.

Adicionalmente, existen dos macromedidores ubicados a la salida del tanque de almacenamiento principal, uno en cada línea de distribución de 3 pulgadas; otros dos macromedidores a la salida del tanque de almacenamiento ubicado en la PTAP; y el último está instalado en la estación de bombeo que suministra el recurso a la parte alta del barrio La Sabana.

Todos los equipos son macromedidores clase metrológica B, tipo Woltman, diseñados para medir altos caudales con mínima pérdida de carga, ofreciendo alta confiabilidad y exactitud en el registro de los volúmenes transportados, incluso tras largos períodos de operación.



Figura 19. Macromedición de caudal a la entrada y salida de la PTAP.
Fuente: Equipo consultor, 2021.

6.7. Planta de tratamiento

La planta de tratamiento no dispone de todos los procesos convencionales de potabilización. Al agua tratada se le realizan análisis diarios de pH, cloro residual y turbidez, tanto a la entrada como a la salida del sistema, con el fin de verificar las condiciones básicas de calidad.

La operación está a cargo del personal de la Unidad de Servicios Públicos, aunque los turnos no cubren las 24 horas, lo que limita la supervisión continua del proceso. La planta cuenta con un cuarto de insumos, herramientas y repuestos, así como un cuarto destinado a laboratorio. En este último se encuentran equipos básicos como kit para pruebas de jarras, kit para determinaciones volumétricas de alcalinidad, dureza y otros parámetros, balanza semianalítica, medidor de pH con electrodo reemplazable y soluciones buffer para calibración, entre otros. No obstante, no se dispone de personal capacitado para la operación adecuada de todos los equipos de laboratorio, ni de un espacio con las condiciones idóneas para mantenerlos en funcionamiento de manera permanente.

La planta tiene los procesos de: Mezcla Rápida, Filtración y Cloración descritas a continuación:

- **Mezcla rápida:**

El proceso de mezcla rápida se lleva a cabo mediante un vertedero rectangular que recibe el agua proveniente de los dos desarenadores, uno por cada fuente de agua cruda. Cada tubería de alimentación cuenta con una válvula de control, lo que permite regular el caudal de ingreso y operar con agua de una sola fuente o de ambas de manera simultánea, según las necesidades del sistema. Posteriormente, el agua fluye en caída libre desde una altura aproximada de 1,20 m, generando la mezcla rápida requerida para la etapa posterior de tratamiento.



Figura 20. Cascada de aireación en la PTAP de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

- **Filtración gruesa ascendente en capas (FGAC):**

El sistema de filtración gruesa ascendente en capas (FGAC) está conformado por tres unidades independientes dispuestas en serie, las cuales contienen material granular de diferentes diámetros, con una graduación progresiva de grueso a fino en la dirección del flujo, como se muestra en la siguiente Tabla:

Posición	Espesor	Diámetro
Espesor de la capa intermedia 1 (cm)	20	1,3
Espesor de la capa intermedia 2 (cm)	20	1,9
Espesor soporte grava (cm)	40	2,5
Altura lecho filtrante (cm)	110	

Tabla 6. Descripción capas, Filtración gruesa ascendente en capas (FGAC).
Fuente: PUEAA, 2023.

La estructura de entrada está conformada por un canal de conducción que dirige el agua hacia la cámara de alimentación de cada filtro. Cada canal posee una compuerta para el control del caudal, una regleta de aforo y vertederos reguladores, evidenciados en la Figura 26. Los vertederos de entrada están fabricados en PRFV de 6 mm de espesor, con las siguientes dimensiones: uno de 0,26 m x 0,22 m (90°) y dos de 0,33 m x 0,26 m (90°).

La salida se realiza mediante tuberías recolectoras que conducen el agua filtrada hacia una cámara común, la cual dispone de una tubería inferior para el efluente tratado y tuberías adicionales para control de accesos y operación.

El mantenimiento incluye lavado de las unidades semanalmente y retiro diario del material flotante desprendido del lecho filtrante, con el fin de garantizar un adecuado desempeño del proceso.



Figura 21. Filtros gruesos ascendentes.
Fuente: PUEAA, 2023.

- **Filtración lenta en arena (FLA):**

El sistema de filtración lenta en arena (FLA) está conformado por dos unidades de flujo descendente. Cada filtro cuenta con un medio filtrante compuesto por tres capas: dos de grava y una de arena fina, dispuestas para garantizar una adecuada retención de sólidos y compuestos presentes en el agua cruda. Cada unidad de filtración incorpora un vertedero de excesos, canales de distribución, cámara de entrada y una ventana de acceso para la inspección y operación directa del filtro.

La limpieza de las unidades se realiza en función de las condiciones climáticas: durante la temporada invernal, se efectúa aproximadamente cada tres meses, mientras que diariamente se retira el material flotante acumulado en la superficie del lecho filtrante para mantener la eficiencia del proceso.



Figura 22. Filtros lentos descendentes.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

- **Desinfección:**

Posterior al proceso de filtración, el agua es conducida hacia una canaleta en la cual se realiza la desinfección mediante un sistema de cloración a gas. Este sistema emplea cloro gaseoso empacado en forma líquida en cilindros de 68 kg, con una duración aproximada de cuatro meses por cilindro, dependiendo de las condiciones de operación.

La dosificación del cloro es ajustada manualmente por el operario, en función del caudal de agua tratada que ingresa a la canaleta y de la demanda de consumo, garantizando así que la concentración de cloro residual cumpla con los parámetros normativos para el suministro de agua potable.



Figura 23. Puntos de cloración y canaleta de contacto de la PTAP de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

- **Otros tratamientos:**

En épocas de lluvia, cuando se registra un incremento significativo en la turbidez del agua cruda, se realiza la adición de Clarifloc como coadyuvante para optimizar la clarificación del agua. La dosificación se ajusta de manera manual por el operador de planta, con base en la evaluación directa de las condiciones de turbidez presentes. Cabe resaltar que la aplicación de este floculante no se efectúa de manera continua, sino únicamente cuando las condiciones climáticas y de calidad del agua lo requieren, funcionando como un proceso complementario y correctivo dentro del tratamiento.

- **Tanque de almacenamiento:**

El municipio cuenta con tres tanques de almacenamiento y distribución de agua potable, dos de ellos semienterrados en concreto reforzado y uno superficial secundario.

El primer tanque, ubicado dentro de los límites de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), tiene una capacidad de 100 m³, dividido en dos módulos independientes. Sus dimensiones son altura efectiva de 2,5 m, altura total de 2,80 m y ancho interior de 8 m x 5 m. Este tanque cumple dos funciones principales: un módulo suministra servicio directamente al sector conocido como “La Sabana”, mientras que el otro módulo almacena agua y alimenta el segundo tanque de almacenamiento. La estructura cuenta con dos válvulas (desagüe y salida a la red), ventilación adecuada y entrada para inspección y mantenimiento. No presenta rebosamientos, fugas en válvulas y accesorios, grietas o fisuras visibles, ni evidencia de desnivel, algas o inundaciones en las áreas aledañas. Su estado general es óptimo, sin limitaciones de capacidad, estabilidad, funcionamiento u operación.

El segundo tanque, construido en 2019 como parte de la optimización del sistema de acueducto ejecutada por el Plan Departamental de Aguas de Norte de Santander, cuenta con una capacidad aproximada de 127 m³. Esta estructura suministra agua tratada al resto de la población del casco urbano del municipio.

El tercer tanque corresponde a una estructura secundaria superficial de 27 m³, alimentada mediante bombeo desde el tanque principal, abasteciendo aproximadamente 8 viviendas en la parte alta del barrio La Sabana.

Las labores de mantenimiento se realizan cada día y medio, e incluyen: apertura de la válvula de desagüe, lavado y desinfección del tanque, cierre de válvulas de entrada y salida, y lectura diaria del nivel de agua. Estas rutinas garantizan la adecuada conservación de la infraestructura y la calidad del recurso almacenado.



Figura 24. Tanques de almacenamiento del STAP de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025; PUEAA, 2023.

- **Laboratorio y bodega:**

La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) cuenta con un laboratorio dotado con equipos para la caracterización y control de calidad del agua tratada, incluyendo instrumentos básicos para la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La infraestructura también dispone de una edificación destinada al almacenamiento seguro de insumos, herramientas y equipos requeridos para la operación y mantenimiento del sistema. Sin embargo, se evidencia un manejo inadecuado en el almacenamiento de productos químicos dentro de dicha bodega, lo que contraviene la normativa vigente en materia de seguridad y gestión de sustancias peligrosas.



Figura 25. Laboratorio y bodega de la PTAP de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

- **Tratamiento de lodos:**

Una vez que los lodos generados durante el proceso de potabilización del agua son extraídos de los filtros y tanques de la planta, estos son transportados y dispuestos en lechos de secado, tal como se muestra a continuación:



Figura 26. Lechos de secado de lodos de la PTAP de Pamplonita.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

6.8. Conducción tanques de almacenamientos - red de distribución

La conducción de agua tratada desde el primer tanque de almacenamiento hasta el sector La Sabana se realiza a través de una línea expresa en tubería PVC de 3 pulgadas, con capacidad de transporte de 0,71 L/s.

El suministro al resto de la red de distribución se efectúa desde el tanque principal, mediante una tubería PVC de 2 pulgadas de diámetro que opera por gravedad y cuenta con válvulas reguladoras para el control de caudal. Esta línea dispone de anclajes estructurales que le proporcionan estabilidad y no presenta obstrucciones ni riesgos de contaminación del recurso hídrico. De acuerdo con la inspección realizada, la tubería no evidencia problemas de capacidad, daños o fallas en sus accesorios; sin embargo, se identificaron tramos descubiertos que requieren revisión para prevenir exposición y posibles afectaciones futuras.

6.9. Red de distribución

La red de distribución del acueducto del municipio cuenta con aproximadamente 8,4 km de tuberías en PVC con diámetros de ½, 2 y 3 pulgadas. El sistema dispone de estaciones reductoras de presión que permiten regular y mantener niveles adecuados de presión en la red.

Si bien el servicio de acueducto cubre técnicamente todas las zonas del casco urbano, la presión y el caudal de suministro no son constantes, presentándose abastecimiento intermitente en determinados horarios. Ante la ocurrencia de daños en la red, se ejecutan reparaciones correctivas de manera inmediata; sin embargo, no existen rutinas sistemáticas de operación y mantenimiento preventivo. En particular, no se realizan labores programadas de desinfección de tuberías ni actividades periódicas para garantizar la calidad del agua distribuida.

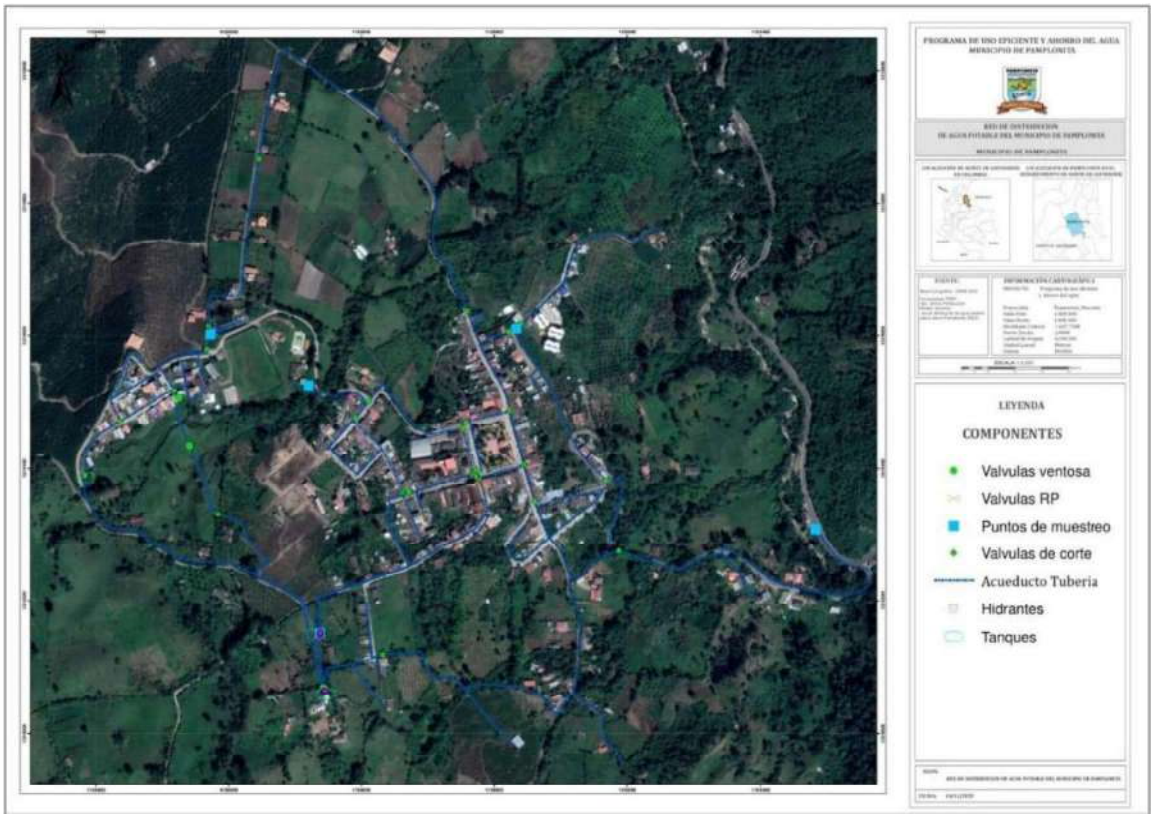


Figura 27. Red matriz de distribución municipio de Pamplonita.
Fuente: PUEAA, 2023.

La tubería cuenta con anclajes adecuados, no presenta obstrucciones ni riesgo de contaminación del agua. Asimismo, no se evidencian problemas de capacidad, daños en la tubería o en sus accesorios, ni afectaciones por derrumbes o deslizamientos a lo largo de su trazado. Sin embargo, se identifican algunos tramos con tubería expuesta, lo que requiere atención para prevenir deterioro o vulnerabilidad estructural.

A la fecha de corte de noviembre de 2023, el municipio de Pamplonita disponía de 480 micromedidores activos. El personal de la Unidad de Servicios Públicos realiza la lectura mensual de cada equipo y ejecuta labores de mantenimiento y limpieza conforme a las necesidades detectadas durante las inspecciones periódicas.

6.10. Puntos de muestreo de la red de distribución

En el municipio se cuenta con cinco puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua destinada al consumo humano, ubicados estratégicamente a lo largo de la red de distribución. Dichos puntos se presentan y describen a continuación:



Figura 28. Puntos de muestreo de la calidad del agua en la red de distribución.
Fuente: Equipo consultor, 2025.

Punto	Latitud	Longitud	Elevación
1	7,4346432	-72,6396463	1795,39
2	7,4379695	-72,6399093	1752,66
3	7,4388347	-72,6370074	1702,50
4	7,4362684	-72,6329882	1785,82
5	7,4387145	-72,6411500	1762,31

Tabla 7. Coordenadas de los puntos de muestro de la red de distribución.
Fuente: Equipo consultor, 2025.