



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 18 de junio del 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva - Huila

El suscrito:

Karent Dayana Valencia Vieda, con C.C. No. 1007821191,

Autor del informe de pasantía supervisada titulado: APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL USO RACIONAL DEL AGUA EN LAS CONCESIONES OTORGADAS POR LA CAM TERRITORIAL CENTRO CORRESPONDIENTES A LA QUEBRADA REGLAMENTADA GARZÓN – HUILA.

Presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Karent Dayana Valencia Vieda

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Apoyo técnico y seguimiento al uso racional del agua en las concesiones otorgadas por la CAM Territorial Centro correspondientes a la Quebrada reglamentada Garzón – Huila.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Valencia Vieda	Karent Dayana

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Martínez Palmeth	Luis Humberto

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Luna Cuellar	Alexandra
Calderón Alvarado	Luis Fernando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería agrícola

CIUDAD: Garzón - Huila **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2024 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 38

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías__X_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_X_ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas_X_ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros_X_



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: No

MATERIAL ANEXO: No

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): No aplica

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Tecnificación</u>	Technique	6. <u>Concesiones de agua</u>	Water concessions
2. <u>Sostenibilidad</u>	sustainability	7. _____	_____
3. <u>Eficiencia</u>	efficiency	8. _____	_____
4. <u>Regulación</u>	Regulation	9. _____	_____
5. <u>Uso racional</u>	Rational use	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo se enfoca en las actividades desarrolladas dentro de la pasantía realizada en la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM), cuyo objetivo principal fue apoyar la supervisión del uso racional del agua en las concesiones de la Quebrada Reglamentada Garzón, en el municipio de Garzón, Huila. La metodología empleada es de tipo mixta, en donde se verificó el caudal captado por cada usuario y se evaluó el estado de cada sistema de suministro de agua junto con cada obra hidráulica, mediante visitas de seguimiento realizadas en conjunto con el profesional de la CAM. Los resultados obtenidos indicaron que el 28 % de los usuarios cumplen con el caudal asignado, no obstante, solo el 4% de los usuarios sobrepasan dicha asignación, cabe destacar que no fue posible realizar la medición de caudal al 55% de la totalidad de usuarios, lo que lo que refleja una limitación en la capacidad de monitoreo actual y subraya la necesidad urgente de implementar un seguimiento más eficaz y continuo. Así mismo, se encontraron fallas en sistemas de conducción abierta y mejores condiciones en los sistemas con conducción cerrada, demostrando que la eficiencia está relacionada directamente con el estado de sus componentes y la frecuencia de mantenimiento. Por ende, se sugieren medidas como la tecnificación de los sistemas, la promoción de prácticas de mantenimiento y la participación



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

de los usuarios, pues estas acciones ayudan a cumplir con la normativa y asegura la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos y los ecosistemas locales.

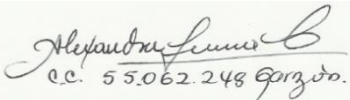
ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This work focuses on the activities developed during the internship at the Regional Autonomous Corporation of Alto Magdalena (CAM), whose main objective was to support the supervision of the rational use of water in the concessions of the Garzón Regulated Stream, in the municipality of Garzón, Huila. The methodology employed is of a mixed type, where the flow captured by each user was verified and the condition of each water supply system along with each hydraulic work was evaluated, through follow-up visits carried out in conjunction with the CAM professional. The results obtained indicated that 28% of the users comply with the assigned flow, however, only 4% of the users exceed said assignment. It should be noted that it was not possible to measure the flow of 55% of the total users, which reflects a limitation in the current monitoring capacity and underscores the urgent need to implement more effective and continuous monitoring. Likewise, failures were found in open conduction systems and better conditions in closed conduction systems, demonstrating that efficiency is directly related to the state of their components and the frequency of maintenance. Finally, measures such as the technical improvement of systems, the promotion of maintenance practices, and user participation are suggested, as these actions help comply with regulations and ensure the long-term sustainability of water resources and local ecosystems.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Alexandra Luna Cuellar

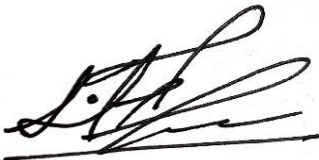
Firma:



Alexandra Luna Cuellar
c.c. 55.062.248 Garzón.

Nombre Jurado: Luis Fernando Calderón Alvarado

Firma:



Vigilada Mineducación

**APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL USO RACIONAL DEL AGUA
EN LAS CONCESIONES OTORGADAS POR LA CAM TERRITORIAL
CENTRO CORRESPONDIENTES A LA QUEBRADA REGLAMENTADA
GARZÓN – HUILA.**

Trabajo de grado presentado al Programa de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Karent Dayana Valencia Vieda

Código 20181169404

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Sede Garzón, Huila, Colombia. 2023

Firma

Director: Luis Humberto Martínez Palmeth

Firma

Codirector:

Nota de aceptación

Firma

Jurado: Luis Fernando Calderón Alvarado

Firma

Jurado: Alexandra Luna Cuellar

APOYO TÉCNICO Y SEGUIMIENTO AL USO RACIONAL DEL AGUA EN LAS CONCESIONES OTORGADAS POR LA CAM TERRITORIAL CENTRO CORRESPONDIENTES A LA QUEBRADA REGLAMENTADA GARZÓN – HUILA.

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en las actividades desarrolladas dentro de la pasantía realizada en la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM), cuyo objetivo principal fue apoyar la supervisión del uso racional del agua en las concesiones de la Quebrada Reglamentada Garzón, en el municipio de Garzón, Huila. La metodología empleada es de tipo mixta, en donde se verificó el caudal captado por cada usuario y se evaluó el estado de cada sistema de suministro de agua junto con las obras hidráulicas correspondientes, mediante visitas de seguimiento realizadas en conjunto con el profesional de la CAM. Los resultados obtenidos indicaron que el 28 % de los usuarios cumplen con el caudal asignado, no obstante, solo el 4% de los usuarios sobrepasan dicha asignación, sin embargo, es importante destacar que no fue posible realizar la medición de caudal al 55% de la totalidad de usuarios, lo que refleja una limitación en la capacidad de monitoreo actual y subraya la necesidad urgente de implementar un seguimiento más eficaz y continuo. Adicionalmente, se identificaron fallas mayormente en sistemas de suministro de agua con conducción abierta y mejores condiciones en los sistemas con conducción cerrada, determinando de esta forma, que la eficiencia de los sistemas de suministro de agua está directamente vinculada con el estado de sus componentes y la frecuencia del mantenimiento; por esto, se sugirió medidas como la tecnificación de sistemas, la promoción de prácticas de mantenimiento y la participación de los usuarios, pues estas acciones ayudan a cumplir con la normativa y asegura la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos, así como la preservación de los ecosistemas locales.

Palabras clave: Tecnificación, sostenibilidad, eficiencia, Concesiones de agua, Uso racional, Regulación.

ABSTRACT

This work focuses on the activities developed within the internship carried out at the Regional Autonomous Corporation of Alto Magdalena (CAM), whose main objective was to support the supervision of the rational use of water in the concessions of the Garzón regulated stream, in the municipality of Garzón, Huila. The methodology used is a mixed type, where the flow captured by each user was verified and the status of each water supply system was evaluated along with the corresponding hydraulic works, through follow-up visits carried out together with the CAM professional. . The results obtained indicated that 28% of the users comply with the assigned flow rate, however, only 4% of the users exceed said allocation. However, it is important to highlight that it was not possible to measure the flow rate at 55% of the flow

rate. all users, reflecting a limitation in current monitoring capacity and underscoring the urgent need to implement more effective and continuous monitoring. Additionally, failures were identified mainly in water supply systems with open conduit and better conditions in systems with closed conduit, thus determining that the efficiency of water supply systems is directly linked to the state of its components and the frequency of maintenance; For this reason, measures such as the modernization of systems, the promotion of maintenance practices and the participation of users were suggested, since these actions help comply with regulations and ensure the long-term sustainability of water resources, as well as the preservation of local ecosystems.

Keywords: Technique, sustainability, efficiency, Water concessions, Rational use, Regulation.

1. Introducción

El crecimiento acelerado de la población ha provocado presiones adicionales sobre los recursos naturales, impactando negativamente su calidad y comprometiendo seriamente la sustentabilidad de estos. Es indudable el aumento de la demanda de agua dulce para realizar las actividades antrópicas, generando sobreexplotación del recurso hídrico en las fuentes de abastecimiento (Bedoya, 2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2019) el uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. De igual manera, los autores Bueno, Monroy y Zafra mencionaron que, a nivel global, se estima que el volumen de agua no contabilizada cada día alcanza los 45 millones de metros cúbicos, debido a fugas o a fraudes y mediciones imprecisas (García and Benavides, 2019), sin embargo, las pérdidas de agua se pueden reducir, pero difícilmente se lograría llegar a eliminarlas en su totalidad (Bueno et al.,2019).

Es importante señalar que, en áreas rurales los sistemas de abastecimiento pueden ser considerados artesanales o rudimentarios, lo que no garantiza un flujo constante del recurso (Morales *et al.*,2020). No obstante, a pesar de que actualmente se reconoce que el agua es un recurso importante, este enfrenta grandes problemas, tales como; la escasez o la cantidad insuficiente de agua para satisfacer la demanda actual, la falta de acceso de ciertas poblaciones y el uso inadecuado de este recurso. Estos problemas, sumado a la falta de reglamentación en la mayoría de los países, llevan a preguntar si este bien está correctamente regulado (Benavides, 2011)

Investigaciones a nivel mundial indicaron que, de seguir las prácticas actuales de consumo de agua, enfrentaremos una escasez mundial del 40 %, entre la demanda prevista y el suministro disponible para el año 2030 (Agatón et al., 2016) pues, la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición, en este sentido, es importante para la planificación sostenible del recurso hídrico conocer la cantidad de agua disponible, los niveles de demanda y las restricciones de uso necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora de agua. Esto indica, que además de ofrecer agua para el consumo humano y el abastecimiento de las actividades productivas, es necesario que las corrientes abastecedoras mantengan un remanente de agua para atender los requerimientos hídricos de los ecosistemas asociados a sus cauces, preservando así su biodiversidad, productividad y estabilidad (Domínguez et al., 20).

La Organización Mundial de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (citado por Morales, 2022) afirma que Colombia es un territorio con abundancia hídrica, considerado el sexto país en el mundo con mayor disponibilidad de agua, y con alrededor del

5% del agua dulce superficial del planeta, sin embargo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2018) afirma que la oferta de agua está cada vez más amenazada y los problemas de escasez se incrementan, evidencia de esto es que más del 80 % de las cabeceras municipales se abastecen con fuentes que no cuentan con el caudal suficiente para este propósito, con bajas condiciones de regulación y alta vulnerabilidad, situación que se agrava frente a los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático.

Según estudios realizados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 391 municipios ya están expuestos al riesgo de escasez de agua, y la tendencia a largo plazo indica que muchos más correrán la misma suerte (Banco Mundial, 2021); lo que concuerda con el panorama que se presenta en el informe preliminar del diagnóstico de la Quebrada Garzón realizado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM, 2016), el cual afirma que el Departamento del Huila, especialmente el municipio de Garzón cuenta con una significativa oferta hídrica. Sin embargo, esta se ve afectada por un alto índice de deforestación, pues esta actividad mayormente se desarrolla donde nacen la mayoría de los afluentes, tales como, la Cuenca de la Quebrada Garzón, la cual enfrenta una elevada presión sobre el recurso hídrico, ya que abastece a varios acueductos y canales sin regulación. Por ende, se hace necesario promover el uso eficiente y racional del agua, de manera que se implementen acciones que permitan realizar una adecuada gestión del recurso hídrico, lo que resulta primordial para optimizar la demanda del recurso garantizando la sostenibilidad de estos, así como su disponibilidad y acceso (MADS,2018).

Las Corporaciones Autónomas Regionales son entidades encargadas de gestionar, distribuir, proteger y preservar los recursos renovables dentro de su jurisdicción, asegurando su disponibilidad para las presentes y futuras generaciones de manera armoniosa con el medio ambiente. Entre sus funciones se encuentra la distribución equitativa de los recursos hídricos mediante concesiones, permisos y licencias ambientales, con el objetivo de ejercer un control efectivo y promover un uso adecuado.

Actualmente, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) se encarga de la distribución y control del recurso hídrico en el Huila, Además, de la supervisión de los usuarios mediante visitas de seguimiento, a quienes se les exige cumplir con su deber de hacer uso eficiente y ahorro del agua, con el fin de cumplir con las políticas establecidas por dicha entidad y demás obligaciones estipuladas en la resolución de cada permiso.

El presente trabajo se enfoca en las actividades de seguimiento y apoyo desarrolladas dentro de la pasantía supervisada en la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena–CAM Dirección Territorial Centro, en su dependencia de recurso hídrico, como control del uso racional del agua dentro de las concesiones pertenecientes a la Quebrada reglamentada Garzón en el Municipio de Garzón-Huila.

2. Conceptos para Tener en Cuenta

- **Concesión de agua:** Permiso que otorga la autoridad ambiental competente para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, ya sea que se capte de fuentes superficiales como ríos y quebradas, o subterráneas como pozos profundos y aljibes;

para uso doméstico, agropecuario, recreativo, industrial, generación de energía, entre otros (Área Metropolitana Valle de Aburrá, s/f).

- **Reglamentación:** conjunto de acciones de carácter técnico y jurídico que realiza la autoridad ambiental como mecanismo de planificación del recurso hídrico, para lograr una mejor distribución de las aguas en el área de su jurisdicción, teniendo en cuenta el reparto actual, las necesidades de los predios que las utilizan y las de aquellos que puedan aprovecharlas (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015).
- **Resolución:** Acto administrativo por el cual se otorga o se niega una concesión de aguas.
- **Sistemas de suministro de agua:** conjunto de obras necesarias para captar, conducir, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema (Cárdenas and Patiño, 2010).
- **Sistema de Captación:** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento (Santos, 2015a).
- **Conducción:** Sistema a través del cual se transporta el agua ya sea a flujo libre o a presión (Santos, 2015b).
- **Conducción cerrada:** El agua es transportada por conductos que poseen secciones transversales cerradas, en donde la presión interna es diferente a la atmosférica, como por ejemplo las redes de sistemas de agua potable y tuberías en general (Rodríguez, 2008).
- **Conducción abierta:** el líquido fluye sometido a la presión atmosférica a través de un conducto abierto con una pendiente determinada, un ejemplo de ello es la conducción mediante canales de riego (Toribio, 2015).
- **Bocatoma:** Obra hidráulica destinada a captar y derivar un determinado volumen de agua, para ser utilizadas en un fin específico (Jáuregui, 2019), la cual puede ser construida de manera artesanal (Tupia) o tecnificada.
- **Canal:** Estructura destinada al transporte de fluidos en el que éste es desplazado por su propio peso y la pendiente de la construcción (Edibon, s/f). Estas estructuras comprenden desde canales de riego convencionales (en tierra) a canales tecnificados.
- **Obras hidráulicas:** son aquellas que están diseñadas para administrar el recurso hídrico, con fines poblacionales o agrícolas, estas obras son diseñadas de acuerdo con la disponibilidad de agua, factores ambientales, climáticos, geológicos, topográficos, entre otros (Yáñez, 2020)
- **Derivación intrapredial:** Estructura que permite el desvío de las aguas desde una corriente principal, permitiendo la entrada al predio en la cantidad que le corresponde (Comisión Nacional de Riego, 2020)

3. Metodología

3.1 Generalidades de la Cuenca Quebrada Garzón

La cuenca de la quebrada Garzón está situada al sur oriente del departamento del Huila, en el municipio de Garzón, nace en el occidente de la Cordillera Oriental en los límites de los departamentos del Huila y del Caquetá y desemboca sobre el margen derecho del río Magdalena; limita con la cuenca hidrográfica de la quebrada Las Damas y la cuenca hidrográfica de la quebrada Majo y cuenta con una extensión de 11354.26 Ha. (Corporación Autónoma del Alto Magdalena), a lo largo de su recorrido la Quebrada Garzón va recogiendo los caudales de los afluentes de las quebradas San Benito, La Muralla, Chochuna, Paramillo, Careperro, Las Vueltas o Galeano, La Chorrera, Las Perlas, Agua Blanca, Lozada, La Oria, La Cascajosa, Cabeza de Negro entre otros pequeños arroyos (CAM, 2008).

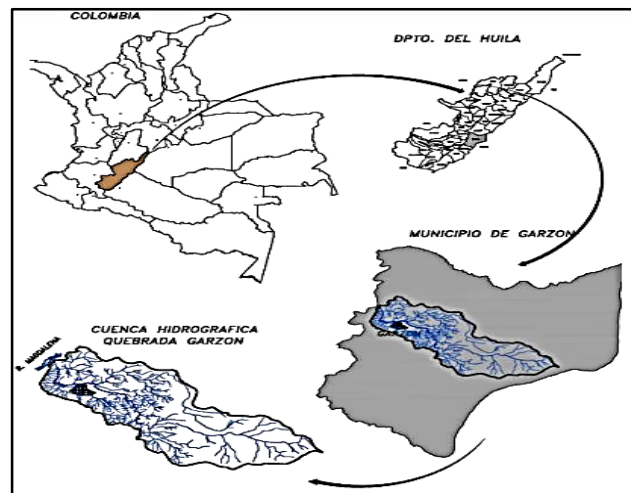


FIGURA 1. Localización de la cuenca Quebrada Garzon

Fuente. Tomado de “Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica de la Quebrada Garzón Fases de Aprestamiento y Diagnóstico” (p. 5) CAM, 2008.

3.2 Delimitación de la Zona de Trabajo

En el marco de este estudio, se consideraron exclusivamente los usuarios contemplados en la resolución 4156 del 31 de diciembre de 2018, la cual regula los usos y aprovechamientos de la Quebrada Garzón y sus principales afluentes. Esta normativa abarca un total de 137 usuarios, no obstante, para fines de este estudio, se tuvieron en cuenta únicamente 134 usuarios, como se detalla en la figura 2. Esto se debe a que se confirmó que dos de los tres usuarios restantes están dentro de la resolución, pero no están sujetos a la reglamentación de la Quebrada Garzón. En cuanto al tercer usuario restante, no se pudo obtener información actualizada ni del titular de la concesión ni del predio, por lo que se decidió no incluirlo en el análisis.

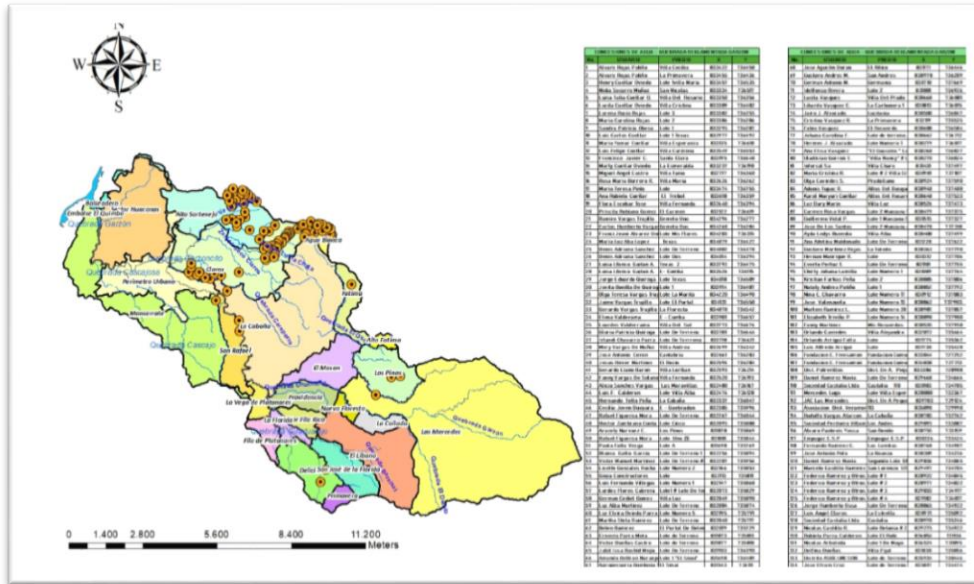


FIGURA 2. Distribución espacial de las concesiones de agua pertenecientes a la Quebrada Reglamentada Garzón

3.3 Tipo de Estudio

Se realizó un estudio de tipo mixto, con enfoque metodológico tanto cuantitativo como cualitativo mediante mediciones e inspecciones oculares en campo. Este enfoque permitió abordar de manera más amplia y detallada el tema de investigación, pues esto ayudó a comprender de forma más completa el fenómeno estudiado. La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos facilitó una evaluación más integral, incorporando tanto la dimensión numérica como las percepciones subjetivas, enriqueciendo así la calidad y profundidad de los resultados obtenidos.

En el desarrollo de esta investigación, se analizó el uso racional del agua en las concesiones pertenecientes a la Quebrada Reglamentada Garzón, para ello se enfocó exclusivamente en las variables detalladas en la Tabla 1, ya que se determinó que este enfoque aborda una problemática importante en la gestión y control del recurso hídrico, pues pese a que el aprovechamiento de las fuentes hídricas es regulado mediante concesiones, en muchas de ellas se realizan monitoreos poco eficaces y efectivos, adicionalmente, en la actualidad las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento es el problema que más se registra, especialmente en las zonas rurales (Rivera and Suarez, 2018).

No obstante, tal como lo menciona la Comisión Nacional de Riego (2009) en la mayoría de los canales comunitarios, se aprecian manejos operacionales rudimentarios y una infraestructura precaria, destacando la necesidad de mejorar cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento, lo que lo convierte en un tema de gran relevancia para los entes encargados y para la ejecución de este trabajo.

TABLA 1. Variables por evaluar en las visitas de seguimiento para los usuarios de la Quebrada Reglamentada Garzón

Variable	Tipo	Definición	Indicador	Instrumento
Verificación del caudal asignado a cada usuario	Cuantitativa	Supervisar la cantidad de agua asignada a cada usuario	- Cantidad de usuarios que emplean un caudal menor o igual al otorgado	Métodos de aforo
Estado del sistema de suministro de agua y obras hidráulicas	Cualitativa	Características y condiciones que presenta cada componente	- Falencias y mejoras encontradas en cada componente. - Aspectos que limitan el correcto funcionamiento de cada componente y obra hidráulica. - Condiciones estructurales de cada sistema de suministro y obra hidráulica.	Inspecciones oculares

3.3.1 Instrumentos de Trabajo

Las principales fuentes de información e instrumentos de trabajo considerados en la ejecución de este proyecto incluyeron:

- Información obtenida a través de las inspecciones oculares en campo.
- Información recopilada mediante entrevistas directas con los usuarios.
- Herramientas y equipos tecnológicos tales como GPS, cinta métrica, computadoras e instrumentos para la medición del caudal.
- Bases de datos y documentación proporcionada por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM

3.4 Desarrollo Metodológico del Proyecto

El presente proyecto se llevó a cabo mediante las siguientes etapas:

3.4.1 Primera Etapa: Gestión Documental y Planificación Inicial

Inicialmente se realizó la identificación del área de trabajo con base en la información encontrada en la resolución 4156, la cual aportó información clave sobre la cuenca Quebrada Garzón, los lineamientos para hacer uso de esta fuente hídrica y sus tributarios, e información de la distribución de los caudales de acuerdo con los requerimientos hídricos para cada uso al igual que las áreas de los predios de los 134 usuarios que poseen el permiso de concesión de aguas superficiales en esta reglamentación.

Además de utilizar como fuente principal la resolución anteriormente mencionada, se recurrió a los aplicativos y bases de datos de la CAM para obtener datos específicos de cada usuario, como información personal e informes de visitas de seguimiento de años anteriores, esto proporcionó una visión más clara y precisa de las condiciones de cada permiso y facilitó la identificación de medios rápidos para contactar a los usuarios, con el objetivo de planificar y llevar a cabo las visitas de seguimiento.

Tras la identificación del área objeto de trabajo, se procedió a programar las visitas de seguimiento en función de la cantidad de concesiones encontradas en cada una de las veredas a las que pertenecen los usuarios de la Quebrada reglamentada Garzón. Este enfoque permitió priorizar las zonas con mayor concentración de usuarios, optimizando así el proceso de seguimiento.

TABLA 2. Distribución veredal de los usuarios de la Quebrada Reglamentada Garzón.

Nombre	Cantidad De Usuarios	Medio por el cual se aprovecha el recurso hídrico		
		Tubería o manguera (Cantidad de usuarios)	Canales Comunerros	
			Nombre	Cantidad De Usuarios
Vereda Claros	84	3	Canal Combat	20
			Canal Figaro	16
			Canal Guásimo	37
			Canal Castalia	11
Vereda Alto Sartenejo	33	-	Canal Guásimo	33
Vereda San Rafael	4	4	-	-
Vereda Las Mercedes	3	3	-	-
Vereda San José De La Florida	2	2	-	-
Vereda Bajo Fátima	1	1	-	-
Vereda El mesón	1	1	-	-
Vereda La Nueva Floresta	1	1	-	-
Vereda La Florida	1	1	-	-
Vereda Bajo Monserrate	1	1	-	-
Total	134	17	-	117

Se encontró que la vereda con la mayor cantidad de usuarios es la vereda de Claros albergando un total de 84 usuarios distribuidos en 4 canales comuneros y 3 usuarios independientes, seguida en número de la Vereda Alto Sartenejo con 33 usuarios, agrupados en un solo canal comunero, por ende, se estableció que se iniciaría las visitas de seguimiento con los usuarios hallados en la vereda Claros, abordando uno a uno los usuarios de cada canal, para cubrir de manera ordenada la totalidad de usuarios, con esto se dio prioridad a los usuarios agrupados por medio de canales, dejando para el final los usuarios independientes, quienes se encontraban en menor cantidad.

3.4.2 Segunda Etapa: Visitas de Seguimiento.

Después de establecer el plan de acción para la ejecución de este proyecto, se procedió a llevar a cabo las visitas de seguimiento, las cuales comprendieron las siguientes actividades:

3.4.2.1 Entrevistas con los usuarios y recopilación de información.

Antes de realizar la visita de seguimiento se contactó con antelación al titular de la concesión por medio de llamada telefónica, en donde se le comunicó el motivo de la visita y se le solicitó estar presente en ella, para ello se estipuló a conveniencia de ambas partes el punto de encuentro, la hora y fecha de dicha visita.

Luego, en conjunto con el profesional de la CAM, se realizó el desplazamiento hasta el punto de encuentro en la fecha y hora estipulada. Estando allí, se llevó a cabo una pequeña entrevista, en donde se le solicitó al titular de la concesión brindar información sobre sus datos personales, además del nombre, área total, uso actual y área del predio utilizada en cada actividad.

Posteriormente, se realizó un recorrido, tanto por el predio que poseía la concesión como por los lugares en donde se encontraban los sistemas de captación, conducción, derivación, y distribución, además de las obras hidráulicas realizadas por cada usuario para tal fin. A lo largo del recorrido, se recopiló información relevante de lo hallado, para ello, se consideró aspectos como el tipo de sistema u obra hidráulica y su condición estructural. Toda la información recopilada se registró en el formato establecido por la CAM para seguimiento a concesiones de agua superficiales detallado en el anexo 1.

3.4.2.2 Georreferenciación.

Se procedió a georreferenciar tanto el predio de cada usuario como el lugar seleccionado para llevar a cabo el aforo. La elección de este último se basó en el tipo de conducción de cada sistema de suministro de agua, ya que las pérdidas de agua varían según dicho tipo. Un ejemplo de esta variación se observa en los sistemas que emplean canales abiertos, los cuales presentan mayores pérdidas del recurso hídrico debido a factores como la evaporación, la infiltración, la naturaleza de su estructura (artesanal o tecnificada) y su estado estructural. Es importante destacar que, tanto en sistemas con canales abiertos como en aquellos que emplean tuberías, se registran pérdidas por fugas, obstrucciones y acumulación de sedimentos en los diferentes componentes u obras hidráulicas de cada sistema de suministro de agua.

En este contexto, es fundamental considerar la información mencionada al realizar la medición del caudal, con el objetivo de obtener mediciones lo más precisas posibles. Por ello, para los sistemas que emplean conducción por canal abierto, se llevó a cabo el aforo metros después del punto de captación y metros antes de la derivación intrapredial, con el fin de verificar la exactitud de la medición. En contraste, para los sistemas de conducción cerrada, el aforo se realizó únicamente metros antes de la derivación intrapredial o en el punto donde el usuario hace uso del recurso en el predio. Esto se debe a que, independientemente del lugar seleccionado, la variación en el valor obtenido en el aforo no será tan significativa en sistemas de conducción cerrada.

3.4.2.3 Verificación del cumplimiento de las variables a evaluar.

3.4.2.3.1 Caudal.

Se realizó la medición del caudal captado por cada uno de los usuarios, mediante los métodos de aforo tipo volumétrico (conducción Cerrada) y flotante (Conducción abierta), con el fin de verificar si los usuarios están captando menor, igual o mayor caudal del que se le fue otorgado.

3.4.2.3.2 Aforo por el Método Volumétrico.

Este método consiste en medir la cantidad de agua que fluye por un sistema de conducción cerrada durante un tiempo determinado, para ello, se hizo uso de un balde para recoger el agua que sale del conducto y un cronómetro para medir el tiempo en el que el líquido llena el recipiente, para mayor exactitud se repitió el mismo proceso 3 veces.



FIGURA 2: Aforo a través del método volumétrico

Para el cálculo del caudal se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{v}{t} \quad (1)$$

Donde Q es el caudal en L/s, v corresponde a la capacidad volumétrica del recipiente en litros y t el tiempo dado en segundos.

3.4.2.3.3 Aforo por el Método del Flotador.

Este es un método utilizado para determinar el caudal que pasa por una sección o tramo de un canal abierto o fuente hídrica. Para realizar el aforo se emplearon 3 esferas de poliestireno expandido (Icopor) del mismo tamaño, que sirvieron como objeto flotante, además de un cronómetro, cinta métrica y una cuerda.

En primer lugar, se seleccionó un tramo del canal que fuese uniforme, en donde el agua no tuviera tanto obstáculo ni turbulencia y que tuviera como mínimo una longitud de 4 metros, seguido a esto, se realizó la delimitación del tramo seleccionado colocando dos cuerdas, una al inicio y otra al final de la sección de manera perpendicular al flujo del agua. Luego en la parte inicial se lanzaron una a una las esferas con el fin de cronometrar el tiempo que tardaron en llegar al final de la sección (véase la Figura 3) y así calcular la velocidad mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{d}{t} \quad (2)$$

En donde V es la velocidad dada en m/s, d es la longitud total del tramo seleccionado, en metros y t corresponde al tiempo promedio en segundos que tardo el objeto flotante en llegar al final de la sección.



FIGURA 3: Realización del aforo por el método del flotador

Después de registrar los tiempos, se llevó a cabo la medición de la profundidad. Para ello, se dividió el ancho total en tres partes, en cada división se midió el ancho y la altura de la lámina de agua, con el propósito de calcular el área promedio de cada sección mediante la siguiente fórmula:

$$Area\ promedio = \sum ancho * \sum Profundidad \quad (3)$$

Donde; el Área promedio dado en m² es el resultado de multiplicar el ancho promedio por la profundidad promedio en metros.

Finalmente, con los datos obtenidos, se procedió a calcular el caudal para el tramo seleccionado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * A * Fc \quad (4)$$

Donde; Q es caudal dado en m³/s, V es la velocidad del flujo del agua en m/s, A es el área promedio en m² y Fc es el factor de corrección, el cual se selecciona de acuerdo con el tipo de canal, tal como se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3. Factor de corrección para el cálculo del caudal por el método del flotador.

Factor	Valor
Canal en concreto, profundidad del agua > 15 cm	0,8
Canal en tierra, profundidad del agua > 15 cm	0,7
Riachuelos o quebradas, profundidad del agua > 15 cm	0,5
Canal en tierra, profundidad < 15 cm	0,25 – 0,5

Fuente: Tomado de Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI, 2014.

3.4.2.3 Estado del Sistema de Suministro de Agua y Obras Hidráulicas

Por último, se llevó a cabo una inspección en cada uno de los sistemas de suministro de agua, con el propósito de observar en qué estado se hallaba cada componente (sistemas de captación, derivación, conducción, distribución) con sus respectivas obras hidráulicas. Para ello, se tuvieron en cuenta aspectos generales de cada elemento, tales como:

- Estado estructural: Se realizó una inspección detallada para detectar posibles signos de deterioro en cada componente u obras hidráulicas. Esto incluyó la identificación de grietas o fisuras que pudieran haber sido causadas por la exposición a condiciones climáticas adversas o el desgaste natural de la estructura debido al uso prolongado.
- Funcionamiento: Se verificó que cada componente del sistema funcionara correctamente y cumpliera con su función prevista. Por ejemplo, al evaluar una derivación intrapredial, se observó si el flujo de agua se dirigía adecuadamente hacia el área de aprovechamiento prevista o si por el contrario presentaba obstrucciones que pudieran interrumpir su funcionamiento. Este proceso se repitió para cada uno de los componentes o sistemas identificados en el sistema de suministro de agua.
- Pérdidas del recurso hídrico: Se prestó especial atención a la identificación y evaluación de posibles pérdidas de agua a lo largo de todo el sistema. Se investigaron las causas de las fugas o reboses, que podrían deberse a taponamientos, acumulación de sedimentos, infiltraciones, o daños en las tuberías. Este análisis permitió determinar dónde se presentaban las pérdidas y las medidas correctivas necesarias para mitigarlas.

Según lo mencionado anteriormente, estas características se pueden ilustrar de la siguiente manera: en la Figura 4 se muestra un ejemplo claro de componentes y obras hidráulicas que presentan buenas condiciones estructurales. A pesar del desgaste causado por el uso continuo y la exposición a las condiciones climáticas, esto no afecta su funcionamiento adecuado dentro del sistema. Por el contrario, en la Figura 5 se observa un deterioro significativo en las estructuras, junto con la presencia de sedimentos, residuos vegetales y fugas a lo largo del sistema.



FIGURA 4. Componentes y obras hidráulicas del sistema de suministro de agua en estado favorable.



FIGURA 5. Componentes y obras hidráulicas del sistema de suministro de agua en estado desfavorable

3.5 Tercera Etapa: Análisis de la Información

Después de realizar las visitas de seguimiento a cada uno de los usuarios, se efectuó el análisis de la información obtenida en conjunto con el profesional asignado por la CAM, con el objetivo de determinar si lo evidenciado en la visita de seguimiento se ajusta a los parámetros y lineamientos establecidos por esta entidad, conforme a la resolución 4156. Para ello, se

inició realizando el cálculo del caudal captado para cada uno de los usuarios, teniendo en cuenta el tipo de aforo realizado.

3.5.1 Ejemplo de Cálculo del Caudal por el Método Volumétrico

Para este ejemplo, se utilizó la información registrada en la medición del caudal para el usuario 114 de la Tabla 13. Luego de registrar las mediciones de tiempo y volumen para cada repetición, se procedió a calcular el promedio para cada conjunto de datos tal como se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4. Registro de los valores obtenidos en la medición del caudal.

	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Volumen (L)	Tiempo (s)	Volumen (L)	Tiempo (s)	Volumen (L)	Tiempo (sg)
	10	9,51	10	8,99	10	9,39
	10	9,35	10	9,04	10	9,28
	10	9,24	10	9,08	10	9,33
Promedio	10	9,37	10	9,04	10	9,33

Posteriormente, con los datos ya promediados para cada una de las repeticiones, se calculó el caudal empleando la fórmula (1), donde se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 5):

TABLA 5. Resultados obtenidos en el cálculo del caudal para cada medición.

Caudal 1 (l/s)	Caudal 2 (l/s)	Caudal 3 (l/s)
1,07	1,11	1,07
Promedio = 1,08 l/s		

Por último, se obtuvo el caudal final promediando los tres caudales obtenidos en la Tabla 5. Este mismo proceso se llevó a cabo para determinar el caudal en todos los usuarios que aprovechaban el agua mediante conducción cerrada.

3.5.2 Ejemplo de Cálculo del Caudal por el Método Del Flotador

Para este ejemplo se empleó la información obtenida en la medición del caudal para el usuario 103 según la Tabla 13. Inicialmente se procedió a hallar la velocidad para los tres pares de datos de las tres mediciones registradas en la Tabla 6 empleando la ecuación 2.

TABLA 6. Registro de los valores obtenidos en la medición de la velocidad

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)

31,7	4	30,81	4	31,08	4
31,24	4	31,6	4	30,96	4
31,49	4	31,99	4	30,88	4

Luego de haber hallado las velocidades, se realizó la sumatoria de los resultados de cada medición, tal como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7. Registro de las velocidades obtenidas para cada medición.

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Velocidades (m/s)		Velocidades (m/s)		Velocidades (m/s)	
1	0,126	1	0,129	1	0,128
2	0,128	2	0,126	2	0,129
3	0,127	3	0,125	3	0,129
Σ	0,381	Σ	0,380	Σ	0,386

Posteriormente se halló la velocidad final para cada medición, para ello se dividió la sumatoria de las velocidades entre la distancia del tramo seleccionado, dichos resultados se presentan en la Tabla 8.

TABLA 8. Resultados obtenidos en el cálculo de las velocidades finales.

Velocidad Final 1	Velocidad Final 2	Velocidad Final 3
0,127 m/s	0,126 m/s	0,128 m/s

Luego, con el registro de los valores obtenidos en cada medición para la profundidad y el ancho (Tabla 9) se calculó el área empleando la ecuación 3 y se registraron los valores de las áreas obtenidas en cada medición tal como se muestra en la tabla 10.

TABLA 9. Registro de los valores obtenidos en la medición del área.

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Ancho (m)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
0,15	0,07	0,16	0,09	0,17	0,08
0,18	0,08	0,17	0,08	0,19	0,08
0,19	0,09	0,18	0,09	0,18	0,07

TABLA 10. Registro de las áreas obtenidas para cada medición.

Medida 1 (m ²)		Medida 2 (m ²)		Medida 3 (m ²)	
Área 1	0,0105	Área 1	0,0144	Área 1	0,0136
Área 2	0,0144	Área 2	0,0136	Área 2	0,0152
Área 3	0,0171	Área 3	0,0162	Área 3	0,0126
Σ	0,042	Σ	0,044	Σ	0,041

Después de realizar el cálculo de las áreas, se procede a promediar los datos obtenidos en cada medición, con el fin de obtener las áreas finales, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 11.

TABLA 11. Resultados obtenidos para el cálculo de las áreas finales.

Área Final 1	Área Final 2	Área Final 3
0,014 m ²	0,015 m ²	0,014 m ²

Por último, se empleó la ecuación 4 para hallar el caudal, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 12.

TABLA 12. Resultados obtenidos para el cálculo del caudal final.

Caudal 1	Caudal 2	Caudal 3
0,00044 m ³ /s	0,00047 m ³ /s	0,00044 m ³ /s
Promedio = 0,00045 m ³ /s \approx 0,45 l/s		

Finalmente, se obtuvo el caudal final promediando los tres caudales obtenidos en la Tabla 12. Este mismo proceso se llevó a cabo para determinar el caudal en todos los usuarios que aprovechan el agua mediante conducción abierta.

3.5.3 Tratamiento Estadístico de las Medidas

Toda medición conlleva un margen de error que indica su fiabilidad y precisión. Para determinar este error en las mediciones realizadas en este estudio, se asumió como premisa que los procedimientos empleados para obtener cada medida del caudal se llevaron a cabo correctamente.

Con esta premisa establecida, procedemos a calcular el margen de error. A modo de ejemplo, tomaremos los caudales obtenidos en el cálculo del caudal mediante el método volumétrico, como se muestra en la Tabla 5. En primer lugar, se calculó la media aritmética utilizando la siguiente ecuación:

$$x = \frac{Q_1+Q_2+Q_3}{n-1} \quad (5)$$

Donde x es la media aritmética de los caudales obtenidos y n la cantidad de mediciones realizadas.

Y que reemplazando los valores se obtendría lo siguiente:

$$x = \frac{1,07 + 1,11 + 1,07}{3} = 1,083$$

Con lo obtenido en la media aritmética, se procede a calcular la desviación estándar para ese conjunto de datos, mediante la siguiente ecuación:

$$Desviacion E = \frac{\sqrt{((Q1-x)^2+(Q2-x)^2+(Q3-x)^2)}}{n-1} \quad (6)$$

Donde Q corresponde a cada uno de los caudales, x es la media aritmética y n la cantidad de mediciones realizadas.

Se reemplazo y se obtuvo lo siguiente:

$$Desviacion E = \frac{\sqrt{((1,07 - 1,083)^2 + (1,11 - 1,083)^2 + (1,07 - 1,083)^2)}}{3 - 1} = 0,023$$

Por último, para obtener el error de esta medida, se halló el error típico calculado mediante la siguiente ecuación:

$$Error Tipico = \frac{Desviacion E}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Donde el error típico es la desviación estándar obtenida anteriormente sobre la raíz de n que es la cantidad de mediciones realizadas.

Se reemplazo y se obtuvo lo siguiente:

$$Error Tipico = \frac{0,023}{\sqrt{3}} = 0,01$$

Es decir, que el caudal obtenido para este ejemplo tendrá un error de $\pm 0,01$. Por ende, la medida obtenida para dicho caudal se escribirá de esta manera:

$$Q = 1,08 \pm 0,01 \text{ l/s}$$

Este mismo proceso se realizó con cada uno de los caudales hallados para cada usuario, tal como se muestra en la Tabla 11.

3.5.4 *Análisis de las Variables Evaluadas*

Para verificar el cumplimiento del caudal asignado a cada usuario, se comparó la asignación de caudales indicada en el cuadro de reparto de la resolución con los caudales obtenidos a través de los métodos de aforo en cada una de las inspecciones oculares tal como se muestra en la Tabla 13.

TABLA 13. Caudales hallados en campo y caudales asignados para cada usuario

No.	Usuario	Caudal aforado (l/s)	Caudal otorgado (l/s)	No.	Usuario	Caudal Aforado (l/s)	Caudal Otorgado (l/s)
1	Álvaro Rojas Patiño	No se realizo	1,06	68	José Agustín Duran	No se realizo	4,32
2	Álvaro Rojas Patiño	No se realizo	1,27	69	Gustavo Martínez	No se realizo	4,00
3	Henry Cuellar Oviedo	No se realizo	2,79	70	German Morales	Sin Uso	3,92
4	Nidia Socorro Muñoz+	No se realizo	0,07	71	Idelfonso Rivera	0,08 ± 0,004	1,12
5	Luisa Tulia Cuellar Oviedo	No se realizo	0,48	72	Lucila Vasques	0,02 ± 0,002	0,02
6	Lucila Cuellar Oviedo	No se realizo	0,01	73	Libardo Vásquez	No se realizo	0,40
7	Lorena R. Rojas	0,01 ± 0,002	0,01	74	Jairo Jiménez	No se realizo	9,52
8	María C. Rojas	0,001 ± 0,001	0,01	75	Cristina Vásquez	No se realizo	0,74
9	Sandra P. Obeso	0,06 ± 0,005	0,01	76	Fabio Vásquez	0,37 ± 0,02	0,37
10	Luis Carlos Cuellar	No se realizo	1,55	77	Johana Figueroa	No se realizo	1,33
11	María Yomar C.	Sin Uso	1,76	78	Hermes Alvarado	No se realizo	0,93
12	Luis Felipe Cuellar	No se realizo	1,17	79	Ana Elisa Vásquez	No se realizo	1,48
13	Francisco C.	Sin uso	0,01	80	Uladiaslao Gorrón T.	No se realizo	0,71
14	Marly Cuellar	No se realizo	0,34	81	Infercal Sa	Sin Uso	0,02
15	Miguel A. Castro	Sin Uso	0,76	82	María Ramírez	No se realizo	3,77
16	Rosa Borrero	0,03 ± 0,002	0,03	83	Olga Caviedes	Sin Uso	1,37
17	María T. Pinto	8,16 ± 0,04	8,16	84	Adonis Ramírez	0,44 ± 0,02	1,28
18	Ana Rubiela C.	Sin Uso	0,01	85	Karol Cuellar	Sin Uso	0,75
19	Flora Escobar	0,12 ± 0, 01	0,12	86	Luz Dary M.	0,22 ± 0,02	0,35
20	Priscila Rubiano	No se realizo	1,04	87	Carmen Rosa	Sin Uso	0,14
21	Ramiro Vargas T.	No se realizo	0,62	88	Guillermo Vidal	0,15 ± 0,01	0,16
22	Carlos H. Vargas	No se realizo	0,48	89	José Donoso	Sin Uso	0,07
23	Franci Jeani A.	0,01 ± 0,01	0,01	90	Ayda L. Buendía	0,07 ± 0,01	3,46
24	Maria Lopez	Sin Uso	0,35	91	Ana Maldonado	Sin Uso	0,30
25	Denis Sánchez	Sin Uso	0,11	92	Gustavo Rojas	No se realizo	0,74
26	Denis Sánchez	Sin Uso	0,04	93	Hernán Manrique	No se realizo	4,37
27	Luisa Alfonso Gaita Aragonés	No se realizo	3,64	94	Everto Pertuz	0,28 ± 0,02	0,38
28	Luisa Gaitán	Sin Uso	1,86				
29	Jorge Eduardo Quiroga	No se realizo	1,05				

30	Jovita Bonilla	Sin Uso	0,31		95	Chirly Johana Lamilla Q.	No se realizo	0,20
31	Olga Teresa Vargas Trujillo	No se realizo	0,33		96	Kristian Farkas	Sin uso	0,02
32	Jaime Vargas Trujillo	No se realizo	0,47		97	Nataly A. Patiño	Sin Uso	0,02
33	Gerardo Vargas Trujillo	No se realizo	0,64		98	Nina Aros	No se realizo	0,04
34	Elena Valderrama	No se realizo	0,48		99	José Julián Valenzuela	No se realizo	0,06
35	Lourdes Valderrama	No se realizo	0,48		100	Marleni Ramírez	Sin Uso	0,02
36	Gloria Patricia Quiroa Bustos	No se realizo	0,11		101	Elizabeth Triviño	0,43 ± 0,04	0,06
37	Irandi Chavarro	Sin Uso	0,11		102	Fanny Martínez	Sin Uso	9,18
38	Mery Vargas	Sin Uso	0, 60		103	Orlando Caviedes S.	4,40 ± 0,18	4,99
39	José Antonio C.	0,04 ± 0,01	0,04		104	Orlando Arrigí	1,70 ± 0,11	1,18
40	Jesús Martínez	Sin Uso	1,37		105	Luis Arrigí	0,27 ± 0,02	1,34
41	Gerardo Llano Barón	No se realizo	0,08		106	Fundación Fivesamon	2,95 ± 0,10	4,00
42	Fanny Vargas	Sin Uso	0,06		107	Fundación Fivesamon	4,52 ± 0,18	5,45
43	Alicia Sanches	0,03 ± 0,01	0,03		108	Potrerrillos	17,85 ± 0,16	34,46
44	Luis Calderón	No se realizo	0,13		109	Daniel Ramírez	Sin Uso	7,18
45	Hernando Tello	Sin Uso	0,01		110	Sociedad Castalia Ltda.	Sin Uso	1,75
46	Cecilia Joven	Sin Uso	0,42		111	Mercedes Lugo	0,53 ± 0,04	1,43
47	Rafael Figueroa	Sin Uso	1,25		112	JAC Las Mercedes	Sin Uso	65,0
48	Héctor Zambrano	No se realizo	0,02		113	Veramon	Sin Uso	163,62
49	Aracely Narváez	0,04 ± 0,01	0,05		114	Rodolfo Vargas	1,10 ± 0,04	1,36
50	Rafael Figueroa	0,07 ± 0,01	0,07		115	Sociedad Perdomo V.	No se realizo	1,55
51	Paola Falla Vesga	No se realizo	1,26		116	Álvaro Pantevis	Sin Uso	0,66
52	Blanca Gallo G,	0,1 ± 0,03	0,14		117	Empugar	261,7 ± 0,76	261,7
53	Victor Manuel Martínez C.	No se realizo	0,03		118	Fernando R.	Sin Uso	7,00
54	Lisette Rocha	No se realizo	0,03		119	José Antonio Polo	No se realizo	2,61
55	Ginza Constructores	No se realizo	0,01		120	Daniel Ramírez	3,45 ± 0,05	9,45
56	Luis Fernando Villegas	No se realizo	0,01		121	Marcelo Castillo	3,41 ± 0,08	19,63
57	Lurdes Flores Cabrera	No se realizo	0,03		122	Federico y otros	Sin Uso	0,70
58	German Cediel	Sin Uso	0,03		123	Federico y Otros	Sin Uso	0,70
59	Luz A. Martínez	Sin Uso	0,03		124	Federico y Otros	Sin Uso	5,25

60	Luz Elvira Oviedo Parra	No se realizo	0,15		125	Federico y Otros	4,44 ± 0,06	8,75
61	Martha Stela Ramírez C.	No se realizo	0,58		126	Jorge Ossa	0,02 ± 0,01	0,07
62	Belén Ramírez de Rivera	No se realizo	0,25		127	Luis Ángel C.	0,09 ± 0,01	0,61
63	Ernesto Parra Mota	No se realizo	0,05		128	Sociedad Castalia Ltda.	0,83 ± 0,04	14,61
64	Víctor Dueñas Castro	No se realizo	0,17		129	Nicolas Castillo	1,04 ± 0,03	9,80
65	Jalid Issa Rashid	0,11 ± 0,01	0,48		130	Rubiela Parra	0,26 ± 0,01	0,03
66	Amanda Beltrán Naranjo	No se realizo	1,44		131	Nicolas Arboleda	0,28 ± 0,02	0,03
67	Agropecuaria Bombona Sa	No se realizo	8,20		132	ASOELMESON	5,36 ± 0,10	16,49
					133	José Cruz	Sin uso	1,29
					134	Delfina Dueñas	0,12 ± 0,01	0,13

Además, para analizar la información sobre el estado de los sistemas de suministro de agua y las obras hidráulicas, se optó por clasificar estos sistemas en dos grupos: aquellos que utilizan conducción abierta, los cuales agrupan a una cantidad específica de usuarios dentro de cada sistema mediante canales comuneros y, por otro lado, los que emplean conducción cerrada, caracterizados por tener un único usuario. La elección de esta clasificación se basó en la tipología de conducción y la cantidad de usuarios, aspectos que constituyen las características comunes dentro de cada grupo.

4. Resultados Y Discusión

4.1 Verificación del Cumplimiento del Caudal Asignado

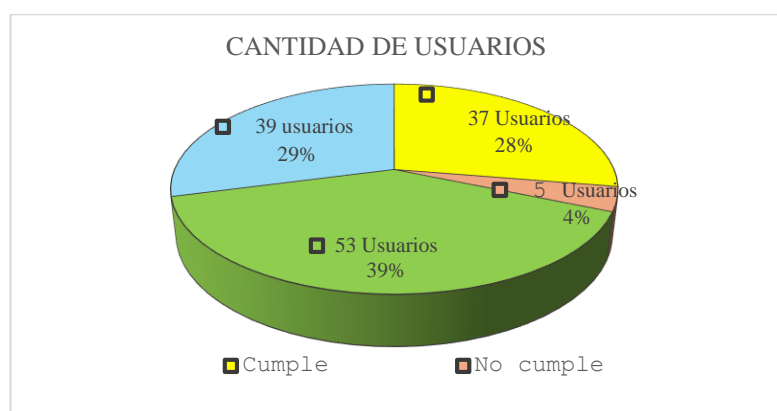


FIGURA 5. Resultados obtenidos de la verificación del caudal asignado para cada usuario.

La Figura 5 presenta el resultado de la verificación de los caudales asignados de acuerdo con lo estipulado en la Resolución No. 4156, en comparación con los caudales medidos en campo. Se obtuvo que de un total de 134 usuarios pertenecientes a la quebrada reglamentada Garzón, 37 de ellos están captando la cantidad de agua establecida. Sin embargo, se identificó que 5 usuarios están utilizando un caudal superior.

Es importante señalar que no se pudo llevar a cabo la medición del caudal para 53 usuarios, todos ellos pertenecientes a los canales comuneros. Este hecho refleja una situación crítica en cuanto a la infraestructura disponible, su eficacia, funcionamiento y la baja participación de los usuarios en la implementación de acciones para mejorar el funcionamiento de cada sistema. Se observó con frecuencia el abandono de la infraestructura y la falta de mantenimiento de los componentes, lo que fue corroborado durante las entrevistas con la mayoría de los usuarios de los canales comuneros. Estos usuarios coincidieron en que son pocos los que se preocupan por realizar un mantenimiento adecuado de los componentes y obras intraprediales, y que rara vez logran obtener una participación activa de los demás usuarios para el mantenimiento de los sistemas principales. Esta falta de organización e interés se agrava especialmente en condiciones climáticas desfavorables, ya que se observaron fallos en el suministro de agua durante la mayoría de las visitas debido a obstrucciones parciales y totales en los sistemas de captación y conducción, causadas por lluvias frecuentes y crecientes súbitas.

Es necesario mencionar también que la mayoría de los canales comuneros tienen una infraestructura rudimentaria y precaria, careciendo de obras hidráulicas de control que faciliten la medición del caudal que se está derivando. Esto genera dificultades adicionales a la hora de realizar el aforo y complica el proceso de gestión y control del uso del recurso hídrico.



FIGURA 6: Obstrucción parcial en los componentes de los sistemas de suministro de agua

Además, se verificó que 39 usuarios no estaban utilizando el recurso hídrico. De estos, se observó que 21 de estos usuarios poseían concesiones en predios que carecían de las obras hidráulicas correspondientes para realizar la derivación intrapredial del recurso hídrico, pues muchos de estos predios son terrenos en donde no se realiza ningún tipo de actividad económica y generalmente no son habitados, también algunos de esos predios si contaban con la derivación intrapredial sin embargo, por daños en algunos de los sistemas o falta de

mantenimiento no se volvieron a utilizar, o en algunos casos son concesiones que se otorgaron para la realización de proyectos a gran escala que no cuentan con la inversión económica suficiente para construir la infraestructura necesaria.

Por otro lado, los 18 usuarios restantes indicaron que no hacían uso del recurso hídrico porque no lo necesitaban, ya que contaban con servicios de agua a través de acueductos y distritos de riego, o simplemente porque el agua fluía a través de sus predios con fines estéticos, como en el caso de algunas fincas turísticas de la zona.

En consecuencia, aproximadamente el 55% de los usuarios carecían de sistemas de suministro de agua adecuados para la derivación del recurso hídrico, lo que afectaba significativamente la verificación del caudal.

4.2 Estado del Suministro de Agua y Obras Hidráulicas

Después de realizar la verificación en campo, de acuerdo con lo estipulado en el artículo segundo de la Resolución 4156, emitida el 31 de diciembre de 2018, en donde establece que los usuarios de las aguas de la corriente Garzón y sus principales afluentes, que comprenden las Quebradas Platanillal, Paramillo, La Vega, Careperro, Cascajosa y Garzoncito, junto con su afluente Carne Asada, están obligados a llevar a cabo la construcción de las obras hidráulicas necesarias para la captación, conducción, distribución y control de los caudales asignados a sus respectivas propiedades mediante derivaciones desde las fuentes de agua y en el caso de obras hidráulicas ya existentes, estas pueden ser utilizadas, siempre y cuando sean adaptadas para asegurar el control de los caudales asignados, además de la responsabilidad de mantener en óptimas condiciones de conservación y limpieza los canales derivados, a fin de asegurar su capacidad suficiente para el transporte de los caudales asignados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el caso de los usuarios agrupados mediante canales comuneros, se obtuvo que 4 de los 5 canales presentaron deficiencias en el funcionamiento de sus sistemas de suministro de agua, además de mostrar signos leves y moderados de deterioro en sus componentes, provocando bajos rendimientos y múltiples pérdidas de agua, debido a la infraestructura poco tecnificada. Esta falta de tecnificación se vio reflejada en componentes mayormente elaborados de forma artesanal, como canales en tierra y bocatomas. Esta característica los hace especialmente propensos a obstrucciones, fallas y fugas en diversos puntos del sistema, pues son estructuras mayormente expuestas a las condiciones ambientales.

Por otro lado, el canal Carne Asada se destacó como el único canal que presenta óptimas condiciones estructurales, pues a pesar de que su sistema está compuesto por un canal abierto, se distingue por la incorporación de elementos diseñados para reducir las pérdidas de agua, como el uso de tuberías de PVC y mangueras. Además, cuenta con un sistema de captación tecnificado, razón por la que no se evidencian fugas a lo largo del sistema.

TABLA 14. Estado de los componentes y obras hidráulicas halladas en los sistemas de suministro de agua de los usuarios agrupados por canales comuneros.

Sistema De Suministro De Agua	Componente	Estado/descripción	Obras Hidráulicas	Estado/descripción
Canal El Combat	Sistema De Captación	<ul style="list-style-type: none"> - Posee múltiples fugas - Se evidencia mantenimiento poco frecuente - Posee deficientes condiciones estructurales - No funciona correctamente 	Bocatoma artesanal	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada con material rustico de la zona - Estructura expuesta a condiciones ambientales - Presenta fugas y reboses del recurso hídrico - Presenta taponamientos por sedimentos
	Sistema De Conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta perdidas del recurso hídrico por falta de mantenimiento - Pendiente adecuada para el flujo del agua - Se evidencian obstrucciones a lo largo del sistema - Presenta signos moderados de deterioro - Rendimiento regular 	Canal abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de cobertura vegetal a las laderas - Poco expuesto a la radiación solar - Presenta fugas y taponamientos
	Sistema De Distribución Principal	<ul style="list-style-type: none"> - funciona de manera correcta, no se evidencian fugas 	Cajilla de concreto	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura elaborada en concreto - presenta buenas condiciones estructurales
	Sistema De Derivación, Conducción Y distribución Intrapredial	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta signos leves de deterioro - Se evidencia mantenimiento frecuente y detección preventiva de fugas 	Canal en Tierra	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los usuarios derivan, conducen y distribuyen el recurso hídrico mediante canal en tierra - El canal presenta signos leves de deterioro sin afectar significativamente su funcionamiento
Canal El Fígaro	Sistema De Captación	<ul style="list-style-type: none"> - Posee múltiples fugas - Se evidencia mantenimiento poco frecuente - El sistema no funciona correctamente 	Bocatoma artesanal	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborada con material rustico de la zona - presenta fugas y taponamientos por ser una estructura expuesta a las condiciones ambientales
			Canaleta Parshall	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborada en concreto revestido

				<ul style="list-style-type: none"> -Posee buenas condiciones estructurales - se evidencio acumulación de sedimentos a causa de la falta de mantenimiento
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborada en concreto - Posee fisuras y grietas - presenta daños graves en su estructura
	Sistema De Conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento regular - Posee múltiples fugas - Se evidencia mantenimiento poco frecuente 	Canal abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> -Posee cobertura vegetal en las laderas - Presenta fugas y taponamientos por acumulación de sedimentos
	Sistema De Distribución Principal	<ul style="list-style-type: none"> -Realiza de manera eficiente su trabajo - Posee buenas condiciones estructurales 	Tanque distribuidor	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborado en concreto revestido -Permite que los sedimentos se decanten - No presenta daños estructurales
	Derivación Intrapredial Sistema De conducción Y distribución Intrapredial	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta signos moderados de deterioro - Se evidencia deficiencias en el mantenimiento y múltiples fugas 	Canal abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los usuarios derivan, conducen y distribuyen el recurso hídrico mediante canal en tierra - El canal presenta signos moderados de deterioro, además de fugas y obstrucciones
Canal Guásimo	Sistema De Captación	<ul style="list-style-type: none"> - Se evidenciaron múltiples fugas - Presenta deficiencias en el mantenimiento - Condiciones estructurales deficientes 	Bocatoma artesanal	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada con material rustico de la zona - Estructura expuesta a condiciones ambientales - Presenta fugas y taponamientos
	Sistema De conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Pose pendiente adecuada para el flujo del agua - Se evidencia poca exposición directa a radiación solar - Presenta signos leves de deterioro 	Canal abierto	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta bajo número de fugas - Presenta buen mantenimiento a lo largo del canal - Posee cobertura vegetal en las laderas

	Sistema De derivación, conducción Y distribución Intrapredial	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los usuarios derivan, conducen y distribuyen el recurso hídrico mediante canal - Presenta buenas condiciones estructurales 	<p>Canal abierto en tierra</p> <p>Canal revestido en concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Signos leves de deterioro - Bajo número de fugas - Solo 6 usuarios poseen esta estructura - buenas condiciones estructurales, no se evidenciaron fugas
Canal Castalia	Sistema De captación	<ul style="list-style-type: none"> - Posee múltiples fugas - Presenta deficiencias en el mantenimiento - Condiciones estructurales deficientes - El sistema no funciona correctamente 	Bocatoma Artesanal	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborada con material rustico de la zona - Estructura expuesta a condiciones ambientales - Presenta fugas y taponamientos
	Sistema De conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño regular - Presenta deficiencias en el mantenimiento 	Canal Abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> -Se observaron fugas y taponamientos - Posee cobertura vegetal en las laderas
	Sistema De derivación, conducción Y distribución Intrapredial	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta signos moderado de deterioro - Presenta deficiencias en el mantenimiento y múltiples fugas 	Canal abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los usuarios derivan, conducen y distribuyen el recurso hídrico mediante canal en tierra - El canal presenta signos moderados de deterioro, además de fugas y obstrucciones
Canal Carne Asada	Sistema De captación	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionamiento optimo - Se observa un mantenimiento adecuado 	Bocatoma de fondo	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto - Posee buenas condiciones estructurales, sin fisuras ni grietas
	Sistema De conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Para la conducción mayormente se emplea tubería de PVC - Presenta óptimas condiciones, ausencia de fugas 	Canal abierto en tierra	<ul style="list-style-type: none"> - El canal posee poca extensión - Presenta buenas condiciones, no se evidencian fugas ni taponamientos - Posee cobertura vegetal a las laderas
	Sistema De derivación, conducción Y distribución	<ul style="list-style-type: none"> - uso de manguera y tubería PVC - No se evidenciaron fugas 	No Aplica	

	distribución Intrapredial		
--	------------------------------	--	--

Para el caso del grupo que emplea la conducción cerrada, se obtuvo que 5 de los 6 usuarios cuentan con sistemas de suministro de agua en óptimas condiciones estructurales (Véase la Tabla 5). No se detectaron signos de deterioro en ninguno de los componentes ni fugas de agua. Esto se debe a que sus sistemas están equipados con elementos adecuados, como tuberías de PVC, mallas y rejillas, así como obras hidráulicas tecnificadas, que incluyen bocatomas de fondo, desarenadores, plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento.

Es importante destacar que estos 5 usuarios son acueductos y distritos de riego que atienden a un número considerable de suscriptores. Por lo tanto, es fundamental que el servicio que brindan sea constante y tenga el menor número posible de interrupciones, razón por la que estos usuarios invierten significativamente en la adecuación y mantenimiento de cada uno de los componentes de sus sistemas de suministro de agua.

Sin embargo, se constató que solo uno de estos seis usuarios capta el recurso hídrico para uso exclusivo. En este caso, se evidenció que el sistema de suministro de agua funciona adecuadamente a pesar de no contar con obras hidráulicas tecnificadas, pues sus componentes no presentaron signos de deterioro ni fugas de agua significativas.

TABLA 15. Estado de los componentes y obras hidráulicas halladas en los sistemas de suministro de agua que emplean únicamente conducción cerrada.

Usuario	Componentes	Estado/Descripción	Obras hidráulicas	Estado/Descripción
Distrito De Riego Asoelmeson	Sistema de captación	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento óptimo - No presenta deterioro - Posee buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente 	Bocatoma de fondo con rejilla	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto - Posee rejilla para acumular sedimentos - Óptimas condiciones estructurales - Presenta buen mantenimiento
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto revestido - La estructura no se encuentra expuesta a condiciones ambientales - Posee óptimas condiciones estructurales
	Sistema de conducción y distribución	<ul style="list-style-type: none"> - Todo el sistema posee tubería PVC - Posee buenas condiciones estructurales 	No Aplica	

		- No se evidencian fugas ni pérdidas del recurso hídrico		
Fundación Comunitaria Fivesamon Acueducto Filo Y Vega De Platanares	Sistema de captación	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento óptimo - No presenta deterioro - Presenta buen rendimiento - Posee buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente 	Bocatoma de fondo	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto revestido - Posee malla para evitar acumulación de sólido - Presenta buen mantenimiento - Óptimas condiciones estructurales
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto - Estructura no expuesta a condiciones ambientales - Presenta buenas condiciones estructurales - Sin evidencia de fugas, ni signos de deterioro - Funciona correctamente
	Sistema de conducción	<ul style="list-style-type: none"> - Todo el sistema posee tubería PVC - En algunos tramos se evidencia el uso de un viaducto para proteger la tubería - Posee buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas ni pérdidas del recurso hídrico 	Viaducto	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura elaborada con bases de concreto y soportes de hierro - Esta ubicado en un punto estratégico con el fin de evitar daños en la tubería - Presenta buenas condiciones estructurales
Fundación Comunitaria Fivesamon	Sistema de distribución	<ul style="list-style-type: none"> - Muy bien adecuado - No presenta signos de deterioro - Presenta un óptimo mantenimiento - Posee buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas o pérdidas del recurso hídrico 	Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Planta Minipack-5D-AV - Estructura sin exposición a condiciones ambientales - Posee buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente
			Tanque de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto revestido - Posee válvula de lavado y llaves de paso - Presenta condiciones óptimas
Fundación Comunitaria Fivesamon	Sistema de captación	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento óptimo - No presenta deterioro 	Bocatoma de fondo	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto revestido - Posee malla para evitar acumulación de sólidos

– Acueducto San Rafael Y Montserrat e		<ul style="list-style-type: none"> - Posee buenas condiciones estructurales - funciona correctamente 		<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento optimo - Óptimas condiciones estructurales
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto - Estructura no expuesta a condiciones ambientales - Presenta buenas condiciones estructurales - Sin evidencia de fugas, ni signos de deterioro
	Sistema de conducción	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema emplea solamente tubería PVC - En algunos tramos se evidencia el uso de un viaducto para proteger la tubería - Posee buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas ni pérdidas del recurso hídrico 	No aplica	
Sistema de distribución	<ul style="list-style-type: none"> - No presenta signos de deterioro - Presenta un mantenimiento optimo - Posee buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas o pérdidas del recurso hídrico 	Planta de Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Planta Minipack-5D-AV - Estructura sin exposición a condiciones ambientales - Presenta buenas condiciones estructurales - Funciona de manera correcta 	
		Tanque de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto revestido - Posee válvula de lavado y llaves de paso - Presenta condiciones optimas 	
Distrito De Riego Potrerillos	Sistema de captación	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento optimo - No presenta deterioro - Posee buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente 	Bocatoma de fondo con rejilla	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto - Posee rejilla para acumular sedimentos - Presenta óptimas condiciones estructurales - Se evidencia mantenimiento frecuente
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en concreto - Estructura no expuesta a condiciones ambientales

				<ul style="list-style-type: none"> - Presenta buenas condiciones estructurales - Sin evidencia de fugas, ni signos de deterioro
	Sistema de conducción	<ul style="list-style-type: none"> - La conducción se realiza mediante tubería - La tubería presenta encofrado en algunos tramos - No se evidencian fugas 	No Aplica	
	Sistema de distribución	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema funciona de manera correcta - Se emplea tubería PVC para distribuir el recurso hídrico - Presenta buen rendimiento - No se evidenciaron fugas 	Tanque de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura elaborada en concreto - Presenta un mantenimiento optimo - Buenas condiciones estructurales - No se evidencia fugas ni perdidas del recurso hídrico
Empugar	Sistema de captación	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta un mantenimiento optimo - No presenta deterioro - Posee buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente 	Bocatoma de fondo	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborada en concreto revestido - Presenta un mantenimiento optimo - Óptimas condiciones estructurales
			Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura en concreto con aislamiento - Posee buenas condiciones estructurales
	Sistema de conducción	<ul style="list-style-type: none"> - La conducción se realiza por tubería protegida mediante encofrado - Posee buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas ni perdidas del recurso hídrico 	Viaducto	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura elaborada con bases de concreto y soportes de hierro - Se encuentra ubicado en un punto estratégico para evitar daños en la tubería - Presenta buenas condiciones estructurales
	Sistema de distribución	<ul style="list-style-type: none"> - No presenta signos de deterioro - Se evidencia mantenimiento frecuente - Buenas condiciones estructurales 	Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de tratamiento adecuado - Presenta buenas condiciones estructurales - No se evidencian fugas
			Tanque de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura elaborada en concreto

		- No se evidencian fugas o pérdidas del recurso hídrico		- Presenta un mantenimiento óptimo - Presenta buenas condiciones estructurales - No se evidencia fugas ni pérdidas del recurso hídrico
Mercedes Lugo de Rivera	Sistema de Captación	- Posee fugas no significativas - El sistema posee condiciones estructurales regulares - No funciona de manera adecuada	Bocatoma Artesanal	- Elaborada con material rústico de la zona - Estructura expuesta a condiciones ambientales - Presenta fugas y reboses del recurso hídrico - Presenta taponamientos por sedimentos vegetales
			Desarenador	- Elaborado en material plástico - Presenta malla para acumular sedimentos
	Sistema de conducción	- Se emplea tubería PVC para la conducción principal - se encontró en buen estado - No se evidencian fugas	No Aplica	
	Sistema de distribución	- Se emplea manguera para la distribución del recurso hídrico - presenta buenas condiciones estructurales - Funciona correctamente	Tanque de almacenamiento	- Estructura de material plástico - No se evidenciaron fugas - Posee buenas condiciones estructurales

5. Conclusiones

En el análisis de la información obtenida de las concesiones de agua en la Quebrada Reglamentada Garzón y sus afluentes arroja conclusiones significativas que delimitan la complejidad del panorama hídrico en la zona. Estas conclusiones destacan la necesidad de medidas específicas para asegurar un uso eficiente sostenible del recurso hídrico en esta región.

En primer lugar, la incapacidad de medir el caudal asignado en 53 usuarios revela una problemática crítica. Las condiciones desfavorables de los sistemas de suministro de agua, marcadas por obstrucciones debido a lluvias constantes y mantenimiento insuficiente, generan una falta de datos precisos. Este problema resalta la urgencia de implementar medidas preventivas y programas educativos para concientizar a los usuarios sobre la importancia del mantenimiento adecuado de las infraestructuras hídricas.

Aunque la mayoría de los usuarios que fueron objeto de verificación del caudal asignado cumplen con la cantidad de agua estipulada, la presencia de cinco usuarios que exceden las asignaciones y otros 39 que carecen de sistemas adecuados subraya la necesidad de llevar a cabo un monitoreo continuo y la implementación de medidas específicas para garantizar el cumplimiento normativo. Asimismo, la identificación de usuarios que no hacen uso del recurso hídrico debido a la falta de infraestructuras adecuadas destaca la urgencia de adoptar medidas que fomenten la participación y promuevan el desarrollo de dichas infraestructuras, contribuyendo así a optimizar y llevar a cabo un uso sostenible del recurso.

En el análisis de los usuarios agrupados mediante canales comuneros, se evidenciaron deficiencias en sus sistemas de suministro de agua, subrayando la necesidad de mejoras y tecnificación para reducir pérdidas y aumentar la eficiencia en la distribución del recurso hídrico.

En contraste, el grupo de usuarios con conducción cerrada, principalmente acueductos y distritos de riego, exhibe sistemas bien estructurados y tecnificados. Este enfoque se revela eficaz para garantizar la eficiencia en la distribución del agua, especialmente cuando se invierte significativamente en el mantenimiento de las obras hidráulicas.

La frecuencia y calidad del mantenimiento emergen como factores cruciales en la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de suministro de agua. Aquellos usuarios que llevan a cabo un mantenimiento frecuente y preventivo presentan sistemas con mejores condiciones estructurales y menores pérdidas de agua.

En resumen, se recomienda la implementación de medidas de mejora, como la tecnificación de sistemas, la promoción de prácticas de mantenimiento efectivas y el fomento de la participación de los usuarios. Estas acciones contribuirán a cumplir con las disposiciones normativas, garantizando un suministro de agua confiable y la preservación a largo plazo de los ecosistemas locales.

6. Referencias

- Agatón, A.L., Ruiz, J.C.C. y Sayago, U.F.C. (2016). Review of the status of art collection and utilization of rain water in urban and airports. *Tecnura*, 20(50), 141-153. DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.11567>
- Área Metropolitana Valle de Aburra. (s/f). Concesiones de agua. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Paginas/instrumentos-de-comando-y-control/concesiones-de-agua.aspx#:~:text=La%20concesi%C3%B3n%20de%20agua%20es,%2C%20recreativo%2C%20industrial%2C%20generaci%C3%B3n%20de>
- Banco Mundial. (2021, marzo 18). Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones. World Bank; Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/09/02/colombia-water-security>
- Bedoya Cardoso M. (2020). Uso racional del Agua para un desarrollo económico y social sostenible. *Revista Ingeniería y Región* Vol. 24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8159795>. DOI: <https://doi.org/10.25054/22161325.2998>
- Benavides Burbano F. (2011). El Derecho Al Agua Como Derecho Fundamental. <https://earchivo.uc3m.es/bitstream/h>

- Cárdenas Jaramillo D & Patiño Guaraca F. Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, provincia del Azuay. [Tesis Ingeniería Civil]. Cuenca (Ecuador): Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, 2010, 10 p. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM (2008), plan de ordenamiento de la cuenca hidrográfica de la quebrada garzón. http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22594/41_Aprestamiento-diagnostico-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CAM (2016). Diagnóstico De La Quebrada Garzón Y Sus Principales Afluentes, Jurisdicción Del Municipio De Garzón, Departamento Del Huila
- CAM (2018). Reglamentación de los usos y aprovechamientos de las aguas de la corriente Garzón y sus principales tributarios que discurren por el municipio de Garzón.
- Comisión Nacional de Riego. Análisis comparado entre conducción entubada y conducción abierta en canales de riego. Santiago (Chile): 2009, 2 p. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/8f9fb6ac-b2c8-42bd-85ec-c6a2a8213e05/content>
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (2015). Instructivo reglamentación de corrientes.
- Domínguez Calle, E. A., Rivera, H. G., Vanegas Sarmiento, R., & Moreno, P. (2023). Relaciones Demanda-Oferta De Agua Y El Índice De Escasez De Agua Como Herramientas De Evaluación Del Recurso Hídrico Colombiano. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 32(123), 195–212. [https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.32\(123\).2008.2257](https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.32(123).2008.2257)
- Edibon (s/f). Mecánica de Fluidos: canales Hidráulicos. <https://www.edibon.com/es/mecanica-de-fluidos/canales-hidraulicos>
- García-Espinosa, JC, & Benavides-Muñoz, H. (2019). Valor de ajuste del índice de fugas de agua en infraestructuras. Dina, 86 (208), 316-320. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.67230>
- Jáuregui Jáuregui B, G. Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación Ccecca, Ishua y Huaycahuacho. [Tesis ingeniería Agrícola]. Lima (Perú): Universidad Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola, 2019, 8 p. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3901>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2018). Uso Eficiente y Ahorro del Agua. <https://www.minambiente.gov.co/estion-integral-del-recurso-hidrico/uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/>
- Ministerio de Agricultura y Riego (2014). Manual No. 5 Medición del Agua. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf>
- Morales-Tejeiro, L. V., Trujillo-González, J. M., Torres-Mora, M. A. (2022). Identificación de los sistemas de suministro y disposición del agua en una comunidad rural. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 13(1), 205 – 220. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.4271>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

- Rivera López E, F. and Suarez Rodríguez D, M. Propuesta para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Tena (Cundinamarca). [Trabajo de grado ingeniería Civil]. Bogotá (Colombia): Universidad católica de Colombia, Facultad de ingeniería, 2018, 19 p. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/c6be623c-8007-473b-98c6-7ddfbdfc4928>
- Rodríguez Ruiz P. (2008). Hidráulica de canales. https://www.academia.edu/25000821/Hidr%C3%A1ulica_de_Canales_Pedro_Rodr%C3%ADguez_Ruiz?uc-g-sw=42045193
- Santos García, D. M. Propuesta de diseño de la captación, línea de aducción, desarenador y línea conducción del rio Mogoticos, para la red alterna del sistema de acueducto de la cabecera municipal de San Gil Santander. [Trabajo de grado ingeniería Civil]. Bogotá (Colombia): Universidad La Gran Colombia, Facultad de ingeniería Civil, 2015, 1 p. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4379>
- Toribio, S. (2015). Flujo en canales abiertos teoría y práctica año de la diversificación productiva y del fortalecimiento de la educación facultad de ingenierías y arquitectura. https://www.academia.edu/13160073/flujo_en_canales_abiertos_teor%C3%8da_y_pr%C3%81ctica_a%C3%91o_de_la_diversificaci%C3%93n_productiva_y_del_fortalecimiento_de_la_educaci%C3%93n_facultad_de_ingenier%C3%8das_y_arquitectura?hb-g-sw=31001724
- Yáñez Romero, M. G. Diseño de obras hidráulicas para sistema de captación, conducción y distribución de agua para uso agrícola, canal derivación Nancho Cajamarca. [Tesis Ingeniería Civil]. Lima (Perú): Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020, 7 p. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70432>

ANEXOS

ANEXO 1. Formato para seguimiento a concesiones de agua

 	ACTA DE SEGUIMIENTO A PERMISOS AMBIENTALES F-CAM-347. Versión 1. Julio 29 de 2021
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

ACTA No. _____ **DEPENDENCIA:** _____

REFERENCIA: _____ **Exp.** _____

ASUNTO: _____

LOCALIZACIÓN: **MUNICIPIO** _____ **VEREDA** _____

FECHA DE SEGUIMIENTO: _____ de _____ de _____

FECHA DEL INFORME: _____ de _____ de _____

ASISTENTES: _____

1. ANTECEDENTES

Mediante Acto administrativo _____ No _____ de _____, se otorgo _____

_____.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS

Durante el _____ seguimiento se estableció _____

_____.

Actualización de Datos:

USUARIO: _____
IDENTIFICACION: _____
DIRECCION: _____
TELEFONO: _____
E-MAIL: _____
MUNICIPIO: _____
PREDIO: _____
CUERPO DE AGUA: _____
USO: _____
NUMERO DE USUARIOS: _____



**ACTA DE SEGUIMIENTO A PERMISOS
AMBIENTALES**

F-CAM-347. Versión 1. Julio 29 de 2021

CONCESION EN USO: SI NO

NOMBRE PREDIO CAPTACION: _____

COORDENADAS (WGS84 Latitud / Longitud): _____

NOMBRE PREDIO BENEFICIADO _____

COORDENADAS (WGS84 Latitud / Longitud): _____

3. CONCEPTO TÉCNICO

4. REQUERIMIENTOS

5. RECOMENDACIONES

Preparado y elaborado por:

Firma: _____

Nombre Completo _____

VoBo. Funcionario: _____

Cargo: _____