

**EVALUACION TÉCNICA Y OPERATIVA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL  
ACUEDUCTO RURAL DE GUACOCHE (CESAR), PARA DETERMINAR LAS  
CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO EXISTENTE EN DICHA POBLACIÓN**



**JOSE ANGEL PEREA RONDON**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR-CESAR**

**2021**

**EVALUACION TÉCNICA Y OPERATIVA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL  
ACUEDUCTO RURAL DE GUACOCHÉ (CESAR), PARA DETERMINAR LAS  
CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO EXISTENTE EN DICHA POBLACIÓN**



**JOSE ANGEL PEREA RONDON**

**Trabajo presentado para recibir el título de ingeniero(a) ambiental y  
sanitario(a)**

**Director  
José Mauricio Pérez  
Ingeniero Sanitario y Ambiental**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR- CESAR  
2021**

## **Tabla de contenido**

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	13
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4 MARCO REFERENCIAL.....	15
4.1 Antecedentes.....	15
4.1.1 A nivel local.....	15
4.1.2 A nivel nacional.....	16
4.1.3 A nivel internacional.....	17
4.2 Marco teórico.....	18
4.2.1 Sistema de suministro de agua para consumo humano.....	18
4.2.2 Tipos de sistema de suministro de agua.....	19
4.2.3 Red de distribución de agua potable.....	20
4.2.4 Concepción de proyectos de redes de distribución.....	21
4.2.5 Condiciones generales para diseños de las redes.....	21
4.2.6 Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.....	23
4.3 Marco conceptual.....	23
4.4 Marco contextual.....	28

4.4.1	Descripción de la zona de estudio.....	28
4.4.2	Geografía .....	29
4.4.3	Historia .....	30
4.4.4	Barrios.....	30
4.4.5	Economía .....	31
4.4.6	Cultura.....	31
4.4.7	Centro educativo .....	32
4.5	Marco legal .....	32
5	MARCO METODOLOGO .....	36
5.1	Tipo de investigación .....	36
5.2	Línea de investigación .....	36
5.3	Nivel de investigación. ....	36
5.4	Población .....	36
5.5	Desarrollo metodológico .....	36
5.5.1	Fase 1: Diagnostico del estado técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche.....	37
5.5.1.1	Actividad 1: Recopilación de información: .....	37
5.5.1.2	Actividad 2: Socialización y concertación con la Comunidad del Corregimiento de Guacoche. ....	37
5.5.2	Fase 2: Examinar los criterios de diseño y parámetros de operación de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche.....	37
5.5.3	Fase 3: Toma de muestras de agua y realización de análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que abastece al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche.....	37

5.5.4	Fase 4: Establecer consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación del Acueducto de Guacoche. ....	40
5.5.4.1	Actividad de Evaluación y análisis de la información .....	40
5.5.4.2	Actividad de Formulación de alternativas de solución .....	40
5.5.4.3	Actividad para el diseño y entrega del documento final .....	40
6	RESULTADOS Y ANALISIS.....	41
6.1	Fase 1: Diagnostico técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche.....	41
6.1.1	Actividad 1: Recopilación de información:.....	41
6.1.2	Actividad 2: Socialización y concertación con la Comunidad del Corregimiento de Guacoche.....	41
	Fase 2: criterios de diseño y parámetros de operación de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche. ....	42
6.1.3	Diagnostico técnico del sistema de acueducto.....	42
6.1.3.1	Sistema de captación .....	42
6.1.3.2	Sistema de aducción conducción .....	43
6.1.3.3	Desarenador .....	43
6.1.3.4	Planta de tratamiento.....	44
6.1.3.5	Red de distribuían de agua.....	44
6.1.4	Diagnostico operativo de la red de distribución.....	48
6.1.4.1	Personal operativo.....	48
6.1.4.2	Funciones que realiza en fontanero.....	49
6.1.4.3	Trabajos de mantenimientos en todo el sistema.....	49

6.2	Fase 3: toma de muestras de agua y realización de análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que abastece al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche.....	51
6.2.1	Cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano. ....	53
6.2.2	Clasificación del nivel del riesgo según la resolución 2115 del 2007 .	54
6.3	Fase 4: consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación del acueducto de Guacoche. ....	56
6.3.1	Actividad de Evaluación y análisis de la información. ....	56
6.3.2	Actividad de Formulación de alternativas de solución.....	58
6.3.2.1	Alternativa 1: Consideraciones de mejoramiento del sistema en la operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura que integran la red de distribución del corregimiento de Guacoche. ....	59
6.3.2.2	Alternativa 2: Modelación hidráulica de la red de distribución. ....	61
6.3.3	Propuesta de optimización de la red de distribución basado en la modelación hidráulica en el programa de Epanet. ....	86
7	CONCLUSIONES.....	87
8	RECOMENDACIONES .....	88
9	BIBLIOGRAFÍA .....	89
	ANEXOS.....	95

### **LISTA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Localización geográfica del corregimiento de Guacoche.....	28
Ilustración 2: Componente Captación Sistema De Acueducto de Guacoche, Valledupar – Cesar .....	42
Ilustración 3: Registro fotográfico del desarenador.....	43

Ilustración 4: Catastro de la red de distribución de agua. ....	44
Ilustración 5: Diagnóstico de la red de distribución de agua. ....	47
Ilustración 6: Estado de la Red .....	48
Ilustración 7: Toma de muestras para análisis fisicoquímico y microbiológico del agua. ....	51
Ilustración 8: Distribución de tuberías en la red. ....	70
Ilustración 9: Distribución de nodos en la red .....	71
Ilustración 10: Demanda base de nodos concentrados. ....	72
Ilustración 11: Presión en la Red de distribución. ....	73
Ilustración 12: Caudal en Tuberías de la red .....	74

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1: Marco Legal de la investigación .....	32
Tabla 2: Accesorios de las tuberías de la red de distribución. ....	45
Tabla 3: Trabajos de mantenimientos preventivos y correctivos de sistema .....	49
Tabla 4: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos de Agua. ....	52
Tabla 5: Res 5115 del 2007, Cuadro N° 6 .....	53
Tabla 6: Parámetros en Riesgo. ....	54
Tabla 7: Clasificación del Nivel de Riesgo según IRCA. ....	54
Tabla 8: Resultados de los cálculos según IRCA. ....	56
Tabla 9: Evaluación de componentes. ....	56
Tabla 10: Implementos. ....	59
Tabla 11: Equipos de Protección de operadores. ....	60
Tabla 12: Materiales y Equipos de Trabajo. ....	60
Tabla 13: Datos para las proyecciones de la Población. ....	62
Tabla 14: Proyección Método Aritmético. ....	63
Tabla 15: Proyección Método Geométrico. ....	65
Tabla 16: Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema .....	67
Tabla 17: Datos para la simulación hidráulica de la red de distribución. ....	69

Tabla 18: Estado de Nodos en la Red de distribución. ....	75
Tabla 19: Estado de Tuberías en la Red de Distribución. ....	78

### **LISTA DE ANEXOS**

Anexo i: preguntas realizadas a personas de la comunidad. ....	96
Anexo ii: firmas de entrevistados en guacoché. ....	97
Anexo iii: pantallazos del análisis de las entrevistas de guacoché. ....	98
Anexo iv: recibo de agua del corregimiento de guacoché. ....	99
Anexo v: evidencias fotográficas. ....	100
Anexo vi: resultados de muestras de aguas. ....	101

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo realizar una evaluación técnica y operativa en la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche, el cual permitirá determinar las causas del desabastecimiento constante existente en esta población. El presente documento muestra los resultados del trabajo de investigación los cuales consistieron en un diagnóstico del estado técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural, examinar los criterios de diseño y parámetros de operación de la red, toma de muestras de agua y realización de análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, y establecer consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación del acueducto de Guacoche. Todo esto arrojó como resultado que el sistema de acueducto del corregimiento de Guacoche no cumple con los estándares establecidos por la ley, dado que presenta deficiencias técnicas y operativas, y el agua suministrada a la población no es apta para el consumo humano debido a su baja calidad.

**Palabras claves:** Red de distribución, Acueducto, Agua potable.

## ABSTRACT

The present project aims to carry out a technical and operational evaluation of the distribution network of the supply system of the village of Guacoche, which will allow to determine the causes of the constant shortage existing in this population. This document shows the results of the research work which consisted of a diagnosis of the technical and operational status of the rural aqueduct distribution network, examine the design criteria and operating parameters of the network, take water samples and carry out basic analysis of some physical, chemical and microbiological parameters of the water, and establish considerations for improvement in the operation, maintenance and rehabilitation of the Guacoche aqueduct. All this resulted in the fact that the aqueduct system of the village of Guacoche does not meet the standards established by law, since it presents technical and operational deficiencies, and the water supplied to the population is not suitable for human consumption due to its low quality.

**Keywords:** Distribution network, Aqueduct, Drinking water.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural primordial para el desarrollo sostenible y es fundamental para el crecimiento socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos, en julio del 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el derecho humano al agua y al saneamiento de todos los seres humanos a tener acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal y que sea segura, aceptable y asequible, y accesible físicamente. (ONU, 2010).

En Colombia los problemas de escases de agua y saneamiento básico, es alarmante Según cifras del DANE, debido a existen coberturas de acueducto de un 92,3 %, mientras que de alcantarillado es de 88,2 %, es decir, hay más de 3,6 millones de personas sin acceso al suministro de agua potable y otros 5,6 millones que no cuentan con el segundo, es decir el servicio de alcantarillado. Son más preocupante las zonas rurales, donde ninguno de los dos servicios antes mencionado supera el 75 % de cobertura. (Espectador, 2018)

Dentro de este porcentaje se encuentra el corregimiento de Guacoche que hace parte del municipio de Valledupar, ubicado al norte del departamento de cesar. El corregimiento por su condición de aislamiento geográfico y de ausencia estatal, presenta problemas de abastecimiento de agua el cual no cuenta con servicios de un acueducto regional, se identificó una serie de problemas relacionados con la presión de servicio de la red de distribución de agua potable, de acuerdo con las especificaciones del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS), el agua llega a los usuarios con presiones inferiores a la mínima en ciertos puntos críticos y en cientos lugares no llega. Esta situación puede

presentarse, por la antigüedad de la red de distribución y por ende los habitantes padecen de enfermedades de origen hídrico. <sup>1</sup>

Es por ello, que este documento, tiene por objeto analizar dicha problemática con una evaluación técnica y operativa de la red de distribución del sistema de abastecimiento del corregimiento de Guacoche, Cesar, proponiendo soluciones que la abarquen desde sus diversas perspectivas, para así asegurarle a la comunidad de Guacoche una mejor calidad de vida.

---

<sup>1</sup> Entrevista realizada al inspector Rural de Policía Luis Carlos Zuleta Rondón en el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, septiembre 23 de 2018

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comunidad de Guacoche cuenta con una red de distribución que no tiene continuidad en el servicio, carece del servicio de agua sobre todo en las épocas secas del año (enero, febrero, marzo, junio, julio, diciembre) la situación es tan crítica que sus habitantes les han tocado volver a las escasas aguas del río Cesar las cuales no son aptas para el consumo y los quehaceres del hogar, en muchas de las casas se han visto obligados a utilizar pequeñas turbinas para extraer el preciado líquido de las tuberías, lo que incrementa significativamente la facturación del servicio de energía eléctrica, así mismo los servicios médicos y de primera infancia se ven suspendidos por la falta del agua, sus habitantes mantienen una actitud defensiva porque es molesto no tener agua para suplir sus necesidades básicas.<sup>2</sup>

La problemática de las redes de distribución del acueducto comunal radica en su condición rudimentaria, que al carecer de diseño y de estructuras apropiadas no garantiza la potabilidad del agua proveniente del río, esta problemática del agua de consumo y del saneamiento básico de la población, se evidencia de manera directa en la salud de la comunidad, que presenta recurrentemente enfermedades de origen hídrico tales como diarrea, vómitos, fiebre y dolor abdominal, la cual puede incidir en la tasa de salubridad de la población.

La mayoría de sus habitantes no consumen agua de la red, en su gran mayoría consumen la del municipio de Valledupar la cual tiene un costo de 2000 pesos una caneca de 20 L, todos estos costos se suman a la canasta familiar. Es tanto la problemática del agua que existen en el pueblo 3 puntos de venta permanente del preciado líquido y los carros de transporte de pasajeros también prestan dicho

---

<sup>2</sup> Entrevista realizada al inspector Rural de Policía Luis Carlos Zuleta Rondón en el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, septiembre 23 de 2018

servicio. Los habitantes expresan que al consumir agua de la red comunal presentan problemas gastrointestinales.<sup>3</sup>

Las opiniones en cuanto a las causas están divididas, muchos de sus habitantes culpan a la administración municipal por la falta de un verdadero acueducto con planta de tratamiento, otros culpan a las fincas que se encuentran en la red madre que extraen el caudal sin permiso, otros culpan la falta de mantenimiento de la red de distribución, otras personas creen que el pueblo en los últimos 7 años ha crecido exponencialmente.

Es claro que no se cumplen los criterios básicos de calidad, cantidad, continuidad y presión. Nosotros queremos determinar cuál de las anteriores variables influye mayormente en el desabastecimiento, con el propósito de brindar un concepto técnico y poder coadyuvar en la solución de este problema que afecta gravemente a esta población.

#### PREGUNTA PROBLEMA:

¿La carencia del servicio de agua en el corregimiento de Guacoche estará asociada al estrés hídrico o a fallas técnicas en el sistema de abastecimiento en especial su la red de distribución?

---

<sup>3</sup> Entrevista realizada al líder de la comunidad Álvaro Bermúdez en el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, septiembre 24 de 2018

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Esta evaluación que se realizara sobre las redes de distribución del acueducto comunal de corregimiento de Guacoche es de vital importancia puesto que el recurso hídrico es considerado como un elemento primordial para la existencia humana, donde el mayor problema de la comunidad, es el de la calidad y la continuidad del agua. Las condiciones de prestación del servicio de acueducto del corregimiento de Guacoche, no son las adecuadas teniendo en cuenta que la red de servicio de agua del corregimiento de Guacoche tiene tubería en asbesto cemento de aproximadamente 20 a 30 años y sectores donde hay PVC que aún no se han conectado a las tuberías madres, los diámetros más comunes en la red son 2" y 3".<sup>4</sup>

Teniendo en cuenta que, el propósito principal de un sistema de redes de distribución de agua potable, es entregarla a todos los usuarios o consumidores finales en cantidades adecuadas con presiones suficientes, con una calidad mínima que permita su consumo y sobre todo de manera continua, el presente trabajo busca identificar, diagnosticar y evaluar las condiciones y los factores que están la causando el desabastecimiento de agua que sufren sus habitantes, asimismo formular alternativas de solución que busquen mejorar los indicadores de calidad, cantidad y continuidad del mismo. Se deberá plantear varias alternativas de optimización de la red de distribución para garantizar el servicio adecuado de agua potable para los habitantes.

---

<sup>4</sup> Entrevista realizada al Fontanero Rural Efraín José Castilla en el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, septiembre 24 de 2020

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- Realizar una evaluación técnica y operativa de la red de distribución del sistema de abastecimiento del corregimiento de Guacoche, Cesar.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche, con el fin de determinar las causas del desabastecimiento que sufren sus habitantes.
- Examinar los criterios de diseño y parámetros de operación de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche, y compararla con las establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS-.
- Realizar un análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que abastece al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche, según lo establecidos en la resolución 2115 del 2007.
- Establecer consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura que integran la red de distribución del acueducto comunal del corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, cesar.

## 4 MARCO REFERENCIAL

### 4.1 Antecedentes

#### 4.1.1 A nivel local

Una investigación relacionada con la optimización de sistemas de acueductos es la realizada por SILVIA PATRICIA MURGAS VANEGAS y YERLYS JOHANA TAMARA BARROS, las cuales realizaron una evaluación hidráulica para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Pueblo Bello donde se realizó un diagnóstico de las condiciones actuales de funcionamiento de cada uno de los componentes, lo cual es necesario para que los procesos unitarios secuenciales convenientemente seleccionados sean eficientes y el recurso que se brinda a la comunidad sea distribuida en toda la zona urbana y apta para el consumo humano. (Silvia Murgas, 2017).

Otra de las investigaciones enfocadas a este tema es la tesis de grado presentada por CINDY DIAZ, KATHERIN SARMIENTO Y LINA MANOSALVA donde este proyecto tuvo como finalidad el diseño de la optimización de cada uno de los elementos que conforman el sistema de acueducto del corregimiento Los Corazones municipio de Valledupar con el propósito de desarrollar un buen funcionamiento del sistema, garantizar un servicio continuo, mejorar la calidad del agua potable y que esta llegue hasta cada vivienda, ayudando al desarrollo social y mejorar la calidad de vida de la población. (Martinez, 2018).

Los trabajos de investigación relacionados con este tema de tesis de grado a nivel local lo realizaron en la universidad de la UDES en la que se realizó una evaluación del abastecimiento del recurso hídrico en donde está implicada las redes de distribución de la planta en casco urbano del municipio de Aguachica, cesar, en donde el sistema de distribución presenta deficiencias técnicas ya que las redes de distribución presentan muchos problemas porque el 50% de las redes son en asbesto cemento y ya cumplieron su vida útil, razón por la cual se presentan muchas

fugas y despresurización de la red, lo que genera la necesidad de implementar alternativas de mejora en el control de la detección de fugas en la red y atención inmediata de los daños. (Navarro, 2016).

El trabajo de optimización del sistema de acueducto de la cabecera del corregimiento de San José Oriente y la vereda Betania del municipio de La Pazcesar realizado por ÁLVARO RAFAEL MEJÍA ACOSTA Y BISMARCK ALFONZO PEDROZA FUENTES es una tesis de grado relacionada con el tema que estamos tratando los cuales partieron de un estudio descriptivo y explicativo por el cual se diagnosticó, identificó y diseñó el sistema de acueducto mencionado. Este diseño tuvo como recomendación que la dosificación de coagulante y desinfectante debería de realizarse en todas las épocas del año, realizar la limpieza respectiva del desarenador, planta y tanque por un tiempo no menos a 2 meses. Con el fin de mejorar la calidad del servicio de agua potable suministrada a esa población. (Pedroza, 2014)

#### **4.1.2 A nivel nacional**

A continuación, se presentan algunos trabajos a nivel nacional de las redes de distribución de agua potable como el del diseño de la red de distribución de un mini-distrito de riego para los corregimientos La Palma y Tres Puertas, municipio de Restrepo departamento de valle del Cauca. Donde se presenta una metodología, apoyada en bases de datos disponibles en aquellos suministros de agua urbanos cuya gestión técnica sea correcta, que sistematiza el establecimiento de auditorías hídricas. Se clasifican, de manera ordenada y en diversos niveles, los diferentes destinos del agua inyectada al sistema, y se definen hasta tres rendimientos distintos que evalúan su eficiencia. (Moreno, 2012).

La tesis de grado presentada por David Leonardo Benavides Garzón, Mildred Johana Castro Molano, Hernán Mauricio vizcaíno Carreño, los cuales realizaron la optimización del sistema de acueducto del Municipio de Timaná (Huila), Basados

en el diagnóstico a las estructuras existentes de captación y conducción como de las características topográficas de la zona, decidieron diseñar nuevas estructuras ya que la vida útil de todo el sistema había finalizado y sus diseños no se ajustaban a los parámetros requeridos por la optimización. Los nuevos diseños del sistema de abastecimiento cumplen normatividades y parámetros que se contemplan para este tipo de proyectos. (David Benavidez, 2006)

Otro ejemplo en el que se trabajó en el análisis de la demanda y la red de distribución de agua fue en el municipio de Aracataca, Departamento del Magdalena en donde se llevó a cabo la identificación del estado actual de la red de distribución de agua potable del municipio de Aracataca, encontrando que tenía bastantes deficiencias en su funcionamiento. Dado lo anterior, se lograron identificar los parámetros que se tuvieron en cuenta para el planteamiento de la optimización de la red, como lo fueron la demanda y las presiones de servicio. (Niño, 2014).

#### **4.1.3 A nivel internacional**

Este artículo de optimización del sistema de distribución de agua potable de la comunidad rural La Marsella, localizada en Venecia de San Carlos, Costa Rica es de gran importancia para nuestra investigación por que nos muestra cómo se ejecutó un análisis hidráulico y de calidad para la extensión total del sistema, Con base en este análisis, ellos tomaron acciones correctivas que aseguren la continuidad y correcta operación del sistema a largo plazo. Este proyecto fue llevado a cabo con el apoyo de Instituciones de Electricidad (ICE), el cual ha asumido la responsabilidad de garantizar la permanencia futura del sistema. Las labores se realizaron en varias etapas, desde la caracterización de campo y la toma de datos, hasta el proceso de análisis hidráulico vía EPANET, junto con un análisis financiero. (Morales M. M., 2008).

El trabajo de investigación a nivel internacional realizado en el Estado Vargas en Venezuela en 1999 manifiesta su similar objetivo sobre temas de evaluación

técnicos y operativos de plantas de tratamientos que no aportan un producto de buena calidad a las poblaciones rurales, originando grandes consecuencias que repercuten en la salud de las personas, donde la investigación se centra en determinar la calidad microbiológica del agua e identificar las posibles fuentes de contaminación antrópica; caracterizar el acueducto rural presente en el estado de Vargas; y determinar los niveles de riesgos sanitarios (Yolanda Barrientos & Ruiz, 2005).

Otro trabajo de investigación es el realizado por Walter Miranda Jaén, universidad para la corporación internacional (USI) en Costa Rica, el cual busca brindar un plan de gestión para la remodelación y ampliación del acueducto rural de Pivijay, Bagaces Guanacaste, con el cual se pretende aportar una solución para satisfacer la demanda de su población actual y futura y 25 años, plazo este estipulado por medio de la administración profesional del proyecto y utilizando la gestión de alcance, tiempo, costo y calidad, se soporta un proyecto que brinde una solución para mejorar el abastecimiento de dicho acueducto. (Jaén, 2009).

## **4.2 Marco teórico**

### **4.2.1 Sistema de suministro de agua para consumo humano**

Es el conjunto de estructuras, materiales, procesos, operaciones y el recurso humano utilizado para la captación, aducción, pretratamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución del agua para consumo humano.

Componentes del sistema: Los sistemas colectivos (llamados también centralizados) de suministro de agua para consumo humano comprenden cinco componentes:

1. Fuentes de agua cruda
2. Captación y aducción de agua cruda

3. Tratamiento y potabilización
4. Conducción, Almacenamiento y Distribución de agua tratada
5. Punto de entrega a la instalación intradomiciliaria.

En los sistemas de suministro de agua de alta complejidad técnica como aquellos de los grandes centros urbanos podrá haber múltiples fuentes, varias estaciones de bombeo, diferentes reservorios y distintos sistemas de transporte. Las plantas de tratamiento tendrán múltiples etapas, procesos especiales, bombeos diferenciales y estaciones de mezcla en los sistemas de distribución, incluyendo tanques reservorios de agua tratada.

En los sistemas simples o de baja complejidad tecnológica, dependiendo de la calidad del agua cruda, no estarán presentes muchos de los componentes y a su vez en las plantas de tratamiento, pueden no estar presentes las etapas del proceso en su totalidad; aun cuando todos los sistemas de suministro deben incluir al menos el proceso de desinfección. Y finalmente el sistema de distribución podrá ser único o complementado con otros medios de transporte, hasta el usuario final.

#### **4.2.2 Tipos de sistema de suministro de agua**

**Sistemas centralizados:** Se denominan sistemas centralizados aquellos donde los componentes mencionados anteriormente son operados y mantenidos en forma continua por una Persona Prestadora pública, privada, mixta o de carácter comunitario, con el fin de atender el suministro de agua domiciliario, para consumo humano, a poblaciones de diferente nivel de complejidad y tamaños que van desde los grandes centros urbanos hasta pequeños poblados (más de 20 viviendas), o acueductos veredales que atienden en su domicilio a viviendas rurales dispersas. También se les llama sistemas de acueducto colectivos.

**Sistemas individuales:** Se denomina sistemas individuales o descentralizados a aquellas soluciones de provisión de agua en comunidades de vivienda rural

dispersa, o periurbana, a partir de fuentes de agua propias del predio o finca donde éstas se ubican como aquellas que captan de manantiales, quebradas, aljibes, pozos profundos o agua lluvia. Esto ocurre donde no es posible, o es impracticable, desarrollar proyectos de acueducto centralizados con suministro de agua domiciliaria como en las zonas de muy baja densidad poblacional, donde las viviendas están muy alejadas unas de otras o están ubicadas en zonas con características topográficas difíciles o donde la oferta de agua es muy baja.<sup>5</sup>

#### **4.2.3 Red de distribución de agua potable**

La red de distribución primaria o red matriz de acueducto, es el conjunto de tuberías mayores que son utilizadas para la distribución de agua potable, que conforman las mallas principales de servicio del municipio y que distribuyen el agua procedente de las líneas expresas o de la planta de tratamiento hacia las redes menores de acueducto. Las redes matrices son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general. Las redes de distribución secundaria y terciaria son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados.

Los sistemas de distribución de agua potable deben cumplir con los siguientes requisitos principales:

1. Suministrar agua potable a todos los usuarios en la cantidad y calidad necesarias y exigidas por este código.
2. Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.
3. Proveer agua para otros tipos de uso, tales como fuentes, servicios públicos etc.

---

<sup>5</sup> COLOMBIA. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1575. Bogotá: Min protección social, 2007.

#### **4.2.4 Concepción de proyectos de redes de distribución.**

Durante la concepción del proyecto deben definirse criterios técnicos y económicos que permitan comparar todas las alternativas posibles para la red de distribución del municipio, a partir de los datos de campo, geológica, urbanística, demográfica etc. La concepción del proyecto de la red de distribución debe incluir, entre otras, las siguientes actividades:

- a) Definición de los caudales para el dimensionamiento de la red de distribución.
- b) Delimitación del perímetro sanitario, perímetro de servicio o del área total.
- c) Delimitación clara de las zonas de presión.
- d) Fijación de las capacidades de los tanques de distribución y compensación localizados dentro de la red de distribución.
- e) Análisis del sistema de distribución existente, con el objetivo de aprovechar eficientemente las tuberías existentes.
- f) Trazado de los conductos principales y secundarios de la red.
- g) Dimensionamiento de cada uno de las tuberías de la red. En caso de que se trate de una ampliación debe establecerse claramente cuáles de los tubos existentes deben ser redimensionados y cambiados.
- h) Localización y dimensionamiento de los equipos y accesorios destinados al funcionamiento y la operación del sistema de distribución de agua potable.
- i) Definición de las etapas de ejecución del sistema de distribución de agua potable.
- j) Especificación de las obras, los materiales y los equipos que conforman la red de distribución.
- k) Estimación de los costos de diseño de construcción del sistema de distribución.<sup>6</sup>

#### **4.2.5 Condiciones generales para diseños de las redes**

Para el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las redes de distribuciones deben identificarse las alternativas de distribución por gravedad, por

---

<sup>6</sup> COLOMBIA. Ministerio de Vivienda. Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Título B: Sistemas de Acueducto. 2 ed. Bogotá: Min vivienda, 2010. p. 131-132.

bombeo y mixtas. Además, deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones generales:

**Capacidad de la red:** La red de distribución de agua potable debe proyectarse de tal forma que asegure en todo momento el suministro directo y adecuado de agua potable al mayor porcentaje de la población, dentro de los límites dados por las condiciones socioeconómicas de la localidad con una presión suficiente y continua en todas las partes del sistema.

**Delimitación de zonas de presión:** La red de distribución de agua potable debe subdividirse en cuantas zonas de presión sean necesarias para cumplir con las condiciones de presión máxima y presión mínima en todos los puntos de la red. Se hace con el fin de obtener la máxima uniformidad en el gradiente de presiones entre los tanques o estaciones de bombeo y los puntos de mínima presión.

**Trazado de la red:** En todos los casos debe procurarse que la red conforme circuitos o mallas. La forma de los mismos y la longitud de las tuberías primarias que los integren deben ceñirse a las características topográficas del municipio, a la densidad de población actual por abastecer y a la ubicación del tanque o tanques de almacenamiento de alimentación.

**Caudal de diseño:** El caudal de diseño para niveles complejidad bajo debe de ser el caudal máximo horario (QMH).

**Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución:** los diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución para sectores urbanos de deberá ser inferior a 75mm para sectores urbanos mientras que para sectores rurales no inferior a 50 mm.

**Caudal de incendios:** el caudal mínimo para incendios para poblaciones menores de 12500 habitantes los hidrantes deben de instalarse en tuberías con capacidad de conducir 5 L/s, la distancia máxima entre hidrantes debe ser de 300 metros.<sup>7</sup>

#### **4.2.6 Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano**

Es el conjunto de acciones periódicas realizadas por la autoridad sanitaria o por las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para el consumo humano en municipios de más de cien mil (100.000) habitantes, según el caso, para comprobar y evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua distribuida por los sistemas de suministro de agua para consumo humano, así como para valorar el grado de cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias y demás disposiciones establecidas en el presente decreto.

#### **4.3 Marco conceptual**

**Acueducto:** es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza hasta un punto de consumo distante, generalmente una ciudad o poblado.

**Agua potable:** Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales.

**Análisis microbiológico del agua:** son los procedimientos del laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia, tipo y cantidad de microorganismos

---

<sup>7</sup> COLOMBIA. Ministerio de Vivienda. Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Resolución 0330 de 2017. Min vivienda, 2017. p. 39-50.

**Análisis físico y químico del agua:** son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.

**Bocatoma:** Es una estructura hidráulica denominada también captación, es la primera obra de arte que se construye en la entrada de un río o arroyos, se construyen en un ángulo inclinado o recto, la finalidad de la construcción de una bocatoma es desviar parte de caudal del río o quebrada hacia un tanque de almacenamiento.

**Característica:** término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.

**Cloro residual libre:** es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito.

**Coliformes:** bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

**Color aparente:** es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado un filtro de 0.45 micras.

**Desinfección:** La desinfección la podemos dividir en natural y artificial. La primera se refiere a la muerte progresiva de las bacterias producida por agentes naturales como la luz solar, la sedimentación, la filtración en las capas arenosas del suelo, o la estabilización de la materia orgánica que disminuye la reserva de alimento de los

microorganismos. La desinfección artificial puede realizarse mediante agentes físicos o químicos. Los agentes físicos más importantes son: el calor y los rayos ultravioletas. Los agentes químicos más importante son: los halógenos (cloro, bromo y yodo)

**Escherichia Coli-E-coli:** bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la  $\beta$  galactosidasa y  $\beta$  glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

**OMS:** La Organización Mundial de la Salud, (en inglés Word Health Organization o WHO) es la autoridad directiva y coordinadora en asuntos de sanidad internacional en el sistema de las Naciones Unidas. Especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial.<sup>8</sup>

**Pérdida de carga:** Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

**Pérdidas menores:** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

**Pérdidas por fricción:** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

**Período de diseño:** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada

---

<sup>8</sup> <http://www.who.int/about/es/>

para este tiempo. Periodo de retorno Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

**Planta de tratamiento de agua potable:** Una planta de potabilización es un conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad de agua potable. Las plantas de tratamiento más conocidas son las llamadas convencionales, que tienen asociados varios de los procesos unitarios de tratamiento en forma secuencial y obedecen a unos criterios establecidos a nivel mundial.<sup>9</sup>

**Población servida o atendida:** es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.

**Prevalencia de sustancias químicas:** son las sustancias químicas presentes en el agua para consumo humano, que permanecen en forma periódica o continua.

**Red matriz:** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

**Red menor de distribución:** Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.

---

<sup>9</sup> ACODAL Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Operación y Mantenimiento de Acueductos, Bogotá, 1999.p13

**Red secundaria de distribución:** Parte de la red de distribución que se deriva de la red primaria y que distribuye el agua a los barrios y urbanizaciones de la ciudad y que puede repartir agua en ruta.

**Red de distribución de agua potable:** es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

**Red de distribución o Red Pública:** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Red local de acueducto:** Es el conjunto de tuberías y accesorios que conforman el sistema de suministro del servicio público de acueducto a una comunidad y del cual se derivan las acometidas de las inmuebles

**Sistema de conducción:** Conjunto de tuberías, ductos o canales que sirven para conducir un fluido.

**Tratamiento o potabilización:** es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.

**Valor aceptable:** es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud.

**UNISDR:** Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres, se creó en diciembre de 1999, la UNISDR se estableció para asegurar la aplicación de la Estrategia Internacional para Reducción de Desastres.

#### 4.4 Marco contextual

##### 4.4.1 Descripción de la zona de estudio



**Ilustración 1: Localización geográfica del corregimiento de Guacoche.**

La comunidad de Guacoche, hace parte de los veinticinco corregimientos del municipio de Valledupar en el departamento del Cesar, ubicado en la zona nor-oriental, a veinte minutos, de dicho municipio. Se llega por una vía en perfecto estado. Es una población conformada por unas 500 viviendas y un promedio de 1.800 habitantes. Su temperatura cálida, al igual que su gente, hacen de esta población un lugar frecuentado por quienes buscan alejarse del bullicio de la ciudad y de un sano esparcimiento los fines de semana.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> [https://guiarte.com/destinos/.../poblacion\\_colombia\\_guacoche-valledupar-cesar](https://guiarte.com/destinos/.../poblacion_colombia_guacoche-valledupar-cesar).

Es una de las muchas comunidades pertenecientes a las comunidades afrodescendientes de nuestro país que fueron afectadas por la violencia y la discriminación social. Actualmente se encuentra en el registro nacional de víctimas. Es un pueblo de tradiciones religiosa católica arraigadas, donde se conmemora las festividades de San Francisco de Asís, en el mes de octubre. Además, el Festival de la Tinaja, a mediados del mes de diciembre.

#### **4.4.2 Geografía**

Guacoche limita al norte con el corregimiento de Guacochito; al occidente con el corregimiento de Los Corazones y al suroccidente con el corregimiento de El Jabo; hacia el oriente limita con el departamento de La Guajira, con los municipios de Villanueva, Urumita y La Jagua del Pilar.<sup>11</sup>

La región El Jabo y Guacoche posee una amplia riqueza de vegetación y fauna en los bosques secos.<sup>2</sup> Hay unas 22 especies de anfibios distribuidas en 14 géneros y 8 familias identificadas por expertos de la Universidad Nacional de Colombia, como el llamado sapo cachón (*Ceratophys calcarata*).<sup>2</sup> En la región habitan unas 43 especies de reptiles, que han sido identificadas; 22 tipos de serpientes con la serpiente cascabel (*Crotalus durissus*) entre las más abundantes; además de Lagartos, tortugas e iguanas. Diferentes especies de aves nativas y migratorias se encuentran en la región con unas 172 especies registradas. Figuran especies como turpiales o toches (*Icterus icterus*), el vencejo de tormenta, la golondrina azul y el atrapamoscas pirata. Hay unas 43 especies mamíferas identificadas, como los murciélagos (*Chiroptera*), dantas y tigrillos.<sup>34</sup>

---

<sup>11</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Guacoche>

<sup>34</sup> Diario El Pilón: Guacoche, un pueblo que se resiste al olvido.

### 4.4.3 Historia

El nombre "Guacoche" viene de la lengua indígena Chimila que significa "agua turbia". Aunque el asentamiento era inicialmente de indígenas Chimilas, eventualmente la llegada de personas de raza negra y zamba se volvió mayoría. Se cree que las personas de raza negra que llegaron eran esclavos cimarrones, que formaron un Palenque en Guacoche o se fusionaron con los indígenas locales. Las casas se hicieron en material bahareque.<sup>12</sup> Según versiones de tradición oral, el pueblo servía como estancia para los viajeros y vaqueros entre La Guajira y el Cesar. Antes de la llegada a la región de las neveras, las tinajas eran producidas en gran cantidad por los pobladores para la conservación de alimentos.<sup>13</sup>

Durante las décadas de 1990 y 2000, Guacoche fue afectado por asesinatos y el desplazamiento de sus habitantes llevado a cabo por paramilitares de las Autodefensa Unidas de Colombia (AUC).<sup>14</sup>

El líder comunitario Algemiro Quiroz Churio fue asesinado el 6 de abril de 1996 por un comando paramilitar en la plaza principal frente a todos los habitantes. Los abusos de los paramilitares contra los pobladores no apaciguaron hasta 2005.<sup>15</sup> La máxima autoridad del corregimiento es el corregidor. A diferencia de los demás corregimientos de Valledupar, Guacoche no tiene veredas.

### 4.4.4 Barrios

- Brisas del río
- Calle ancha
- Calle Colmutis
- Los Cardonales

---

<sup>12</sup> Escalona, el hombre y el mito, capituli2: el torrente desatad

<sup>13</sup> Verdad abierta: Guacoche un ave de fénix en cesar

<sup>14</sup> [http://recursos.franciscanas.edu.co:8081/wikipedia\\_es\\_all/A/Guacoche.html](http://recursos.franciscanas.edu.co:8081/wikipedia_es_all/A/Guacoche.html)

<sup>15</sup> <http://land.redhumus.org/reports/view/525guacheavanzaenreparacióncolectiva>

- Barrió el campo
- Calle de los Flórez
- Calle de los hermanos
- Calle Salón Rojo
- Calle de los higuitos
- Calle cacho aentro
- Cascajalito
- Jolones del rio
- La laguna
- La isla

#### **4.4.5 Economía**

Los habitantes de Guacoche se dedican en su mayoría a la extracción de material de arrastre del río Cesar que venden a constructoras de la región, algunas mujeres son trabajadoras domésticas en Valledupar, el sector de la seguridad privada, existe también docentes, abogados, ingenieros, bacteriólogos, enfermeras, mecánicos en empresas mineras, Otros se dedican a la agricultura y la ganadería a pequeña escala y un grupo significativo de mujeres producen las tradicionales tinajas. Las tinajeras están agrupadas en la Asociación de Alfareros y Artesanos del corregimiento de Guacoche.<sup>16</sup>

#### **4.4.6 Cultura**

Las artesanías a base de barro o alfarería, predominantemente las tinajas, han sido la tradición de Guacoche. Debido a las altas temperaturas de la región, las mujeres han creado una tradición alrededor del uso de toallas en sus cabezas para salir a caminar bajo el sol. Sus habitantes se han resistido a la pavimentación de las calles polvorientas, bajo el temor de perder su identidad. Entre sus personajes ilustres, se

---

<sup>16</sup> Asociación de Fundaciones Empresariales: Fundaciones Mundial y Carboandes, con colores para Guacoche

encuentra el acordeonero y cantautor Lorenzo Morales, juglar de la música vallenata y el rey del merengue, José Vicente “Chente” Munive. El vallenato y la tinaja son celebrados en el Festival Folclórico y Cultural de la Tinaja, que los Guacocheros llevan a cabo a mediados del mes de diciembre, cada año a partir del 2000. La mayoría de la población pertenece a la Iglesia católica y celebra localmente las festividades de San Francisco de Asís en el mes de octubre.<sup>17</sup>

#### 4.4.7 Centro educativo

El corregimiento cuenta con el Instituto Técnico José Celestino Mutis, de primaria y bachillerato.

### 4.5 Marco legal

Tabla 1: Marco Legal de la investigación

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO
Constitución Política	1991	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Al municipio como entidad fundamental de la división política administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley.	79 y 311

---

<sup>17</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Guacoche>

Resolución N° 0330	2017	Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 72, 73, 74 y 75
Resolución N° 1096	2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS	Título C
Resolución N° 1076	2003	Por la cual se actualiza el plan nacional de capacitación y asistencia técnica para el sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y se toman otras disposiciones	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14
Resolución N° 1570	2004	Por la cual se modifica la Resolución 1076 del año 2003	1, 2, y 3
Decreto N° 1575	2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	1, 3, 12, 13, 14, 15 y 16

Resolución N° 2320N° 2115	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20
Resolución N° 0822009	2009	Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano	1, 2, y 3
	2009	Por medio de la cual se modifica la Resolución N° 1096 del 20001 y 2	1 y 2
Resolución 2115	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano	1,2,3,5-13,14,15,16, 18-23
Ley de servicios públicos ley 142	1994	"Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones"	1,2,3,4,5,6,9,10,11,12, 13,14,15,16,17,18,19,20. 23

<p>Corte Constitucional de Colombia Sentencia T-740/11 DERECHO FUNDAMENTAL AL AGUA- Concepto y fundamento</p>		<p>El agua se considera como un derecho fundamental y, se define, de acuerdo con lo establecido por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, como “el derecho de todos de disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal o doméstico”. El agua se erige como una necesidad básica, al ser un elemento indisoluble para la existencia del ser humano.</p>	
<p>Ley 142</p>	<p>1994</p>	<p>Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>1, 5.1, 14.21, 14.22, 99.5 y 116</p>

Fuente: Elaboración Propia

## **5 MARCO METODOLOGO**

### **5.1 Tipo de investigación**

Este estudio se caracteriza por ser una investigación de tipo descriptiva, donde se fundamenta en recolectar, medir o evaluar información de diversos componentes o variables del fenómeno a investigar con el objetivo de llegar al resultado de la investigación. (Danhke, 1989)

### **5.2 Línea de investigación**

Sostenibilidad y Gestión Ambiental

Sub Línea de Investigación: Gestión Integral del curso Hídrico.

### **5.3 Nivel de investigación.**

Se aplicó una investigación de tipo descriptiva, puesto que se pretende explorar y describir a fondo los componentes del sistema de la red de distribución de forma que se puedan dar soluciones que mejoren las condiciones en la prestación del servicio de agua en la comunidad de Guacoche. (Sampieri, 1988)

### **5.4 Población**

En este trabajo de investigación la población de objeto es la calidad del agua que se suministra a los habitantes del corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar.

### **5.5 Desarrollo metodológico**

Para cumplir con lo establecido en los objetivos específicos, la investigación se desarrolló en las siguientes cuatro etapas.

### **5.5.1 Fase 1: Diagnostico del estado técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche.**

#### **5.5.1.1 Actividad 1: Recopilación de información:**

Se recolecto información general a través de documentos tales como: estudios de terreno en la página web de la alcaldía del municipio, mapas de la zona para delimitar el área de estudio y datos estadísticos sobre la población, cobertura, documentación del acueducto entre otras revisiones bibliográficas.

#### **5.5.1.2 Actividad 2: Socialización y concertación con la Comunidad del Corregimiento de Guacoche.**

En esta fase de la investigación se realizaron visitas y socializaciones con personas pertenecientes a la comunidad de Guacoche, así como con el personal encargado de las operaciones y administración del acueducto para conocer las problemáticas actuales que tiene la red de distribución en la prestación del servicio de agua en la comunidad.

### **5.5.2 Fase 2: Examinar los criterios de diseño y parámetros de operación de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche.**

Para el desarrollo de esta etapa, se realizaron visitas de campo al área de estudio con el objetivo de conocer y caracterizar la situación actual de algunos de los componentes del sistema de acueducto e identificar el estado en el que se encuentran, tales como: Redes de distribución, Tratamiento y suministro de agua (tipo de material, diámetros, longitudes, velocidades)

### **5.5.3 Fase 3: Toma de muestras de agua y realización de análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que abastece al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche.**

En esta fase se realizó un análisis físico-químico y microbiológico del agua que consume la población de acuerdo a lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

Por el cual se escogió 1 punto fijo en época de verano o invierno, Inmediatamente después del accesorio o componente donde termina la tubería de conducción y se da inicio a la red de distribución. Es el procedimiento que se efectuará para determinar parámetros físicos como: turbiedad, color aparente, pH, químicos como: cloro residual libre o residual de desinfectante usado, y Microbiológicos como: coliformes totales y Escherichia coli.

### **Muestra para análisis fisicoquímico.**

se deben recolectar 2L de muestra, preferiblemente en envase de vidrio, también puede usarse un recipiente plástico. Recomendaciones para el envase a utilizar.

1. El envase para la muestra debe estar limpio.
2. Debe lavarse con jabón o detergente.
3. Debe enjuagarse varias veces.
4. La última enjuagada se hace con el agua de la muestra, esto se llama purgar el recipiente.
5. La tapa del envase no debe permitir la entrada de ningún tipo de contaminación, ni la salida del líquido.
6. El envase debe ser etiquetado cuidadosamente con los siguientes datos: lugar, fecha, hora y nombre de la persona encargada de recoger la muestra, demás puede colocar los datos que se consideren de interés.

### **Toma de la muestra.**

1. Si la muestra a analizar es del suministro de distribución público se debe dejar correr el agua de 4 a 5 minutos, para así proceder a tomar la muestra.
2. Si el agua es de un pozo excavado, el recipiente en el cual se toma la muestra se le amarra una cuerda se debe sumergir con rapidez a una profundidad de 20 cm, una vez lleno el recipiente se tapar inmediatamente, rotular y así enviarla al laboratorio.
3. Si la muestra se toma en el casco urbano se debe realizar en llaves de uso frecuente y en los diferentes puntos de distribución.

4. Si las muestras se toman en la planta, se deben extraer en un punto donde se quiere verificar la calidad.

### **Muestras para análisis microbiológico.**

Los recipientes más usados para la toma de muestras para los exámenes microbiológicos son los frascos de plástico o preferiblemente de vidrio esterilizable. Deben ser de boca ancha, tapa protectora y cierre hermético para evitar escapes de agua; provistos con una cubierta de tela, papel resistente o papel de aluminio para proteger la tapa en el momento del muestreo.

La capacidad de estos frascos debe ser como mínimo de 300 ml, con el objeto de poder tomar muestras de 250 ml y dejar un espacio vacío que facilite la supervivencia de los microorganismos aerobios.

### **Recomendaciones a seguir en la toma de muestras.**

Se selecciona la muestra en un grifo conectado a la tubería de distribución, esto quiere decir que el grifo no está conecta a tanques de abastecimiento o filtros, tampoco es aconsejable tomar las muestras de puntos muertos de la tubería.

Se deben quitar los grifos cuando son de goma y luego se procede a limpiar la boca de este para eliminar la suciedad acumulada en la parte interior, luego dejar salir el agua durante un periodo de tres minutos, para posteriormente ser esterilizado. Se debe comprobar que quedó bien puesto el grifo y que no está teniendo pérdidas en la válvula de cierre, ya que esto dificulta la esterilización.

La esterilización del grifo se realiza calentándolo por varios minutos con una llama de lámpara para soldar o de alcohol. Luego se abre con cuidado la llave y se deja correr el agua por 30 segundos, de forma que el chorro sea fuerte e intenso. Después, se sostiene el frasco y se destapa con cuidado evitando cualquier tipo de

contacto de los dedos o con la boca, por esto es aconsejable utilizar guantes de látex; se llena y se tapa.

Una vez definido el tipo de muestra y los parámetros a analizar es importante asegurarse, antes de iniciar el recorrido de toma de muestras Las neveras portátiles deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura. El enfriamiento simple (en hielo o en un refrigerador a 4° C) y el almacenamiento de la muestra en la oscuridad es, en la mayoría de los casos, suficiente para preservar la muestra durante el transporte al laboratorio y durante un período de tiempo relativamente corto antes del análisis.

#### **5.5.4 Fase 4: Establecer consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación del Acueducto de Guacoeche.**

Para esta etapa se pretende realizar las siguientes actividades tales como:

##### **5.5.4.1 Actividad de Evaluación y análisis de la información**

A partir de la selección y organización de la información recolectada, se procederá a hacer una evaluación que nos permite detectar las falencias que tiene el sistema en el área técnica y operativa, para luego ser analizados los resultados que arrojó la investigación y compararlos con la normatividad vigente.

##### **5.5.4.2 Actividad de Formulación de alternativas de solución**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se formulan las alternativas de mejoramiento y se sugieren algunas recomendaciones para lograr solucionar las problemáticas detectadas y así mejorar la calidad del servicio de acueducto.

##### **5.5.4.3 Actividad para el diseño y entrega del documento final**

Luego de elaborar el documento de acuerdo a los hallazgos hechos en la investigación, se hace entrega del trabajo final, avalado por el docente director del proyecto a la coordinación del proyecto curricular para su posterior evaluación.

## 6 RESULTADOS Y ANALISIS

### **6.1 Fase 1: Diagnostico técnico y operativo de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche.**

#### **6.1.1 Actividad 1: Recopilación de información:**

Por medio de documentos como trabajos de grados, página web de la alcaldía del municipio, mapas de la zona del área de estudio, catastro de la red de distribución del corregimiento de Guacoche y datos estadísticos de la población,<sup>18</sup> entre otras revisiones bibliográficas se logró recoger información indispensable para dar inicio a la evaluación del estado técnico de la red de distribución del acueducto rural de Guacoche. (Secop, 2019)

#### **6.1.2 Actividad 2: Socialización y concertación con la Comunidad del Corregimiento de Guacoche.**

Para la recolección de la información primaria sobre la problemática que se presenta en la población de Guacoche se dialogó con líderes comunales como es el inspector de policía (Luis Carlos Zuleta), el fontanero (Efraín castilla), así como personas del común que viven actualmente en la población de Guacoche las cuales aportaron su punto de vista de cómo está la situación actual en el corregimiento con respecto a la prestación del servicio de agua.

Se entrevisto a 10 personas de la comunidad en donde se le realizaron preguntas abiertas y después de analizar detalladamente sus puntos de vista o percepciones se evidencia que están en descontento e inconformidad sobre el servicio de agua que presta el acueducto del corregimiento como se indica en el anexo 3.

---

18 <https://elpilon.com.co/planta-de-tratamiento-de-acueducto-del-norte-esta-paralizada/>

## **Fase 2: criterios de diseño y parámetros de operación de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoche.**

Se realizó una visita de campo en la zona de estudio donde se pudo recolectar información indispensable sobre el estado actual de los componentes del sistema que se va a evaluar en el corregimiento de Guacoche.

### **6.1.3 Diagnostico técnico del sistema de acueducto.**

#### **6.1.3.1 Sistema de captación**

El sistema de acueducto que abastece a la población del corregimiento de Guacoche es captado por medio de un sistema de captación de fondo ubicada en las aguas del río Badillo en un lugar conocido como la piedra de la Campana aproximadamente a 500 metros del corregimiento de Badillo Cesar a una altura aproximada de 250 msnm. Compuesto por una rejilla, un canal de derivación y una cámara de recolección. No posee rejilla la cual fue retirada por razones desconocidas, la cámara de recolección tiene 1.80 m de longitud y 1.50 m de ancho, con lo anterior se evidencia la ausencia de sistemas mínimos de seguridad establecidos en el literal B.4.3.12 del RAS – 2012.



**Ilustración 2: Componente Captación Sistema De Acueducto de Guacoche, Valledupar – Cesar**

**Fuente: Registro fotográfico tomado por el autor, diciembre 2019.**

### 6.1.3.2 Sistema de aducción conducción

Luego de la captación el caudal es transportado por una tubería de PVC de 8" de aproximadamente 100 metros hasta llegar al desarenador.

### 6.1.3.3 Desarenador

El desarenador está compuesto por 3 zonas, una zona de entrada, una zona de sedimentación y una zona de salida. Posee 12.0 m de longitud, 2.00 m de ancho y 3.50 m de profundidad. Posee una trampa de hojas instalada por la comunidad en muy malas condiciones. Este componente no posee sistema de rebose y las compuertas de entrada y salida se encuentran en malas condiciones. El material sedimentado es extraído manualmente, debido a que solo cuenta con un desagüe el cual se encuentra deteriorado, El caudal que sale del desarenar es transportado en una tubería de PVC de 8" hasta aproximadamente a 200 metros donde hay una unión en de dos tuberías de PVC de 6" la cual una hace un desvío para suplir agua al corregimiento del Alto de la Vuelta y la otra sigue su recorrido pasando por la comunidad de Guacochito hasta llegar a la población de Guacoche.<sup>19</sup>



**Ilustración 3: Registro fotográfico del desarenador.**

**Fuente: Registro fotográfico tomado por el autor, diciembre 2019.**

---

<sup>19</sup> Entrevista realizada al Fontanero Rural Efraín José Romero en el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar, departamento del Cesar, septiembre 24 de 2018

#### 6.1.3.4 Planta de tratamiento

La comunidad no cuenta con una planta encargada de potabilizar el agua que llega a la población de Guacoche.

#### 6.1.3.5 Red de distribución de agua

La red de distribución de agua de la población de Guacoche anteriormente se encontraba en un cien por ciento con tubos de asbestos cemento de 2 y 3 pulgadas y con el pasar del tiempo se han venido reemplazando en su mayoría por tubos de PVC, en donde algunas partes de la población aún se encuentran tramos de tuberías con este material.

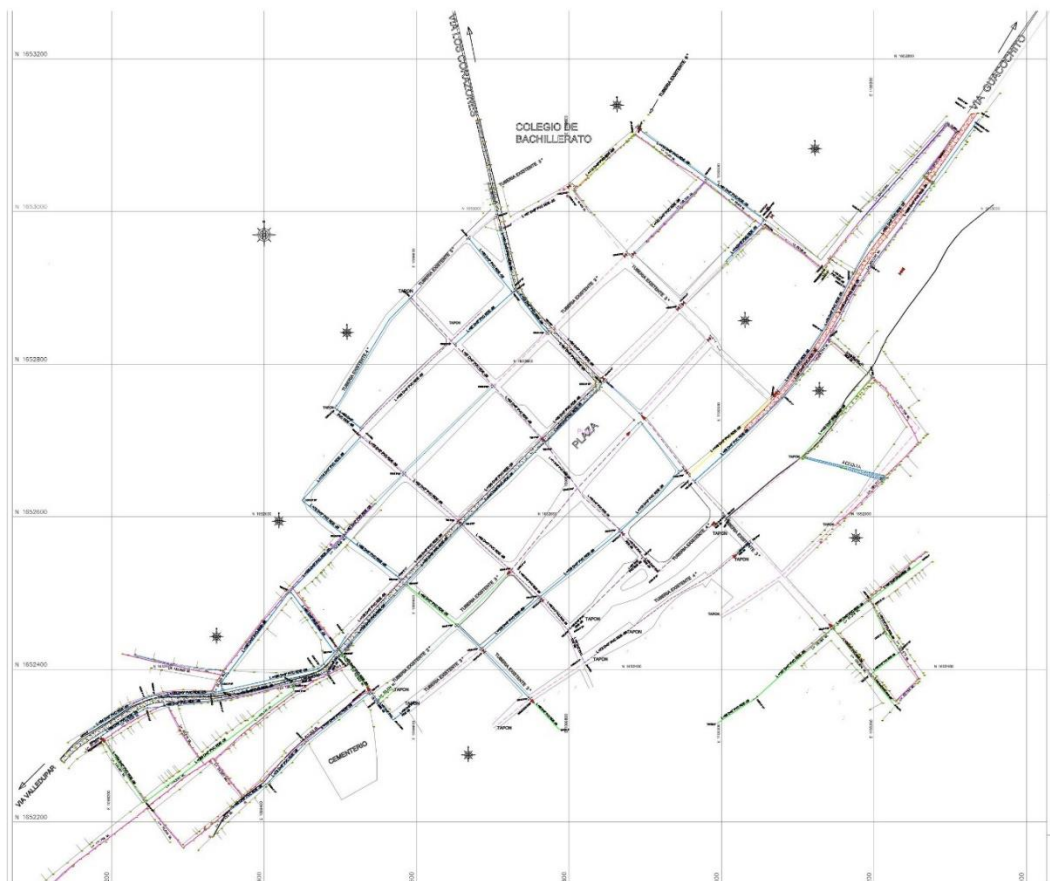


Ilustración 4: Catastro de la red de distribución de agua.

De acuerdo al catastro de las redes de distribución que nos ha facilitado la oficina del topógrafo Janer Conrado y con la información recolectada con líderes de la comunidad y el operador encargado de las labores del acueducto, podemos describir el sistema de redes y verificar que están divididos en varios tramos como se muestra en la figura resaltados de diferentes colores, como lo especificaremos a continuación:

Línea de conducción PVC 4" RDE 26 (color rosa).

PVC 3" RDE-26, (Morado claro) red nueva.

PVC 3" RDE-26, (Morado oscuro) red existente.

PVC 3" RDE-26, (azul) red nueva.

PVC 3" RDE-26, (rosa con línea entre cortada) red existente.

PVC 2" RDE-26, (verde) red nueva.

PVC 2" RDE-26, (azul con línea entre cortada) red existente.

ASBESTO CEMENTO 3", (gris línea entre cortada) fuera de servicio.

PVC 2" RDE-26, (rosada oscura) red antigua.

Todos los sectores de las redes están interconectados los cuales todos se abastecen de la red matriz, de PVC 4" RDE 26 (color rosa) que llega por la salida al corregimiento de Guacochito.

Se encuentran diferente accesorio distribuido por todo el sistema de distribución como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Accesorios de las tuberías de la red de distribución.**

ACCESORIOS	
Unión PVC 2"	Tee HD EL 2" * 2"
Unión PVC 3"	Tee HD EL 3" * 2"
Unión PVC 4"	Tee HD EL 3" * 3"
Unión HD dre sser 2"	Tee HD EL 4" * 3"
Unión HD dre sser 3"	Tee HD EL 4" * 4"
Unión HD dre sser 4"	Cruz 2" * 2"

Codo HD 2" 11.25	Cruz 2" * 2"
Codo HD 2" 22.5	Cruz 2" * 2"
Codo HD 2" 45	Reducción HD 3" * 2"
Codo HD 2" 90	Reducción HD 4" * 3"
Codo HD 3" 11.25	Tapón HD 2"
Codo HD 3" 22.5	Tapón HD 3"
Codo HD 3" 45	Válvula HD EL VNA 2"
Codo HD 3" 90	Válvula HD EL VNA 3"
Codo HD 4" 11.25	Válvula HD EL VNA 4"
Codo HD 4" 90	

### **Problemática actual de la red.**

En todo el sistema se evidencian grandes problemas en la distribución del agua como son fugas en las tuberías por deterioro de las mismas, conexiones en mal estado, mala instalación de tuberías, obstrucciones naturales por sedimento, o el crecimiento de raíces que afectan gravemente el funcionamiento del sistema de distribución y cabe resaltar el principal problema es el desabastecimiento del agua por periodos de tiempo muy largos, como son semanas y meses.

La problemática actual de la red de distribución se caracteriza principalmente por:

- En las épocas de verano se presenta muy mala continuidad en el servicio, y constantes y prolongadas interrupciones de este.
- En la zona norte del corregimiento se presenta un problema de desabastecimiento gracias a que la red de distribución presenta cotas más altas a las cotas que tiene en el inicio de la red de distribución.
- La válvula que se encuentra al inicio de la red de distribución se encuentra sellada totalmente por el mal estado en que se encontraba.
- La red de distribución contiene un índice de pérdidas muy alto gracias a que las tuberías cuentan con demasiados años de uso y el mal mantenimiento que realizan las personas de la comunidad al no tener un buen conocimiento ni la preparación adecuada.

- Las ventosas que estaban instaladas en la red de distribución fueron dañadas por personas inescrupulosas.
- Los usuarios tienen malos hábitos en cuanto al consumo del agua, desperdiciado el recurso por mal en épocas de abundancia.
- Tubería en mal estado o mal instalada con presencia de fugas importantes con las cuales se convive.
- Conexiones sin anclajes, instaladas de forma forzosa y artesanal.
- Tuberías antiguas que han transportado agua cruda con altos niveles de sedimentos, colores, y turbiedad, que se han deteriorado, resaltando la disminución del diámetro interno efectivo.



**Ilustración 5: Diagnóstico de la red de distribución de agua.**



**Ilustración 6: Estado de la Red**

**Fuente: Registro fotográfico tomado por el autor, diciembre 2019**

#### **6.1.4 Diagnostico operativo de la red de distribución.**

El análisis operativo del sistema consistió en hacer una descripción detallada de la estructura, funcionamiento, mantenimiento y equipos que conforman el sistema de acueducto del corregimiento de Guacoche de acuerdo a la información recolectada en las visitas de campo y a las entrevistas realizadas a algunos líderes de la comunidad y al fontanero encargado del acueducto comunal. A continuación, se hace una descripción de cada uno de lo que corresponde a la administración operativa del sistema.

##### **6.1.4.1 Personal operativo**

Actualmente en la comunidad de Guacoche se encuentra un solo fontanero (Efraín Castilla) que es el encargado de realizar las labores del sistema, la junta de acción comunal en cabeza del inspector de policía Luis Carlos Zuleta, son los encargados de contratar al fontanero, no es un contrato escrito sino de forma verbal, no cuenta con prestaciones de servicios como lo establece la normativa colombiana en el código sustantivo de trabajo y es remunerado cada mes alrededor de quinientos mil

pesos gracias a lo recolectado en los recibos de consumo de agua como se evidencia en el anexo 5.

Al fontanero actualmente se no se le dota de ningún tipo de implementos y herramientas de trabajo para realizar su labor en el acueducto, así como uniformes o equipos de protección que son muy indispensable para su protección y salud en el trabajo. Con lo poco que gana y con las ayudas de personas de buen corazón que le colaboran puede comprar las herramientas de trabajo que se necesita para realizar los trabajos de mantenimientos.

#### **6.1.4.2 Funciones que realiza en fontanero.**

En la actualidad en fontanero cumple las siguientes funciones:

- Procurar que todo el sistema de la red de distribución se mantenga en buenas condiciones.
- Realizar todos los trabajos relacionados con la plomería (arreglo de fujas, cambio y reposición de redes etc.)
- Cuidar de que los accesorios de la red no sean retirados o dañados por personas del común (vigilancias).
- Realizar mantenimientos preventivos de forma periódica para evitar daños en el sistema de la red de distribución.

#### **6.1.4.3 Trabajos de mantenimientos en todo el sistema.**

En la tabla 3 se describe los componentes y mantenimiento que realiza el operador.

**Tabla 3: Trabajos de mantenimientos preventivos y correctivos de sistema**

<b>COMPONENTES DE SISTEMA</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
BOCATOMA	No se le efectúa limpieza de residuos que se	Por su alejada ubicación se hace casi imposible llegar al lugar para

	acumulan en la bocatoma.	realizarle mantenimiento a este componente.
ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN	No se le hace mantenimiento	Solo si se presentan daños en las redes se realizan las respectivas correcciones
DESARENADOR	De vez en cuando se le hace limpieza	Algunas veces los Trabajadores de la finca donde se encuentra el desarenador realizan limpieza de hojas
DESINFECCIÓN	No cuenta con sistema de desinfección	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	no presenta componente de almacenamiento	
RED DE DISTRIBUCIÓN	No se le realiza mantenimientos preventivos, solo correctivos.	Solo cuando se presentan daños, obstrucciones o suspensiones de servicio de agua se procede a trabajos de mantenimientos correctivos en la red.

**6.2 Fase 3: toma de muestras de agua y realización de análisis básico de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que abastece al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche.**

Con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que se le distribuye al corregimiento de Guacoche se tomaron muestras Inmediatamente después del accesorio o componente donde termina la tubería de conducción y se da inicio a la red de distribución; en donde inmediatamente fueron transportada las muestras al laboratorio al laboratorio de Nancy Flores el cual está certificado por el estado en el control de la calidad para su posterior análisis.



**Ilustración 7: Toma de muestras para análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.**

**Fuente: Registro fotográfico tomado por el autor, diciembre 2019**

En la siguiente tabla encontramos los resultados de los parámetros que fueron necesario de analizar en el laboratorio.

**Tabla 4: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos de Agua.**

<b>CERTIFICADO DE ANALISIS</b>						
<b>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</b>						
<b>ANALISIS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>EXPRESION</b>	<b>F. ANALISIS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>RES 2115/17</b>	<b>CUMPLE</b>
ACIDEZ TOTAL	mg/l	CaCO <sub>3</sub>	11/26/2019	≤10	50	SI
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	CaCO <sub>3</sub>	11/26/2019	25.5	200	SI
COLOR LIBRE RESIDUAL	mg/l	Cl <sub>2</sub>	11/26/2019	0.30	0.3-2.0	SI
CLORUROS	mg/l	Cl	11/26/2019	≤2.00	250	SI
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	μS/cm	11/26/2019	55.7	1000	SI
COLOR APARENTE	U P C	Un-Pt-Co	11/26/2019	40	15	NO
DUREZA CALCICA	mg/l	CaCO <sub>3</sub>	11/26/2019	8.69	60	SI
DUREZA DE MAGNESIO	mg/l	CaCO <sub>3</sub>	11/26/2019	13.9	36	SI
DUREZA TOTAL	mg/l	CaCO <sub>3</sub>	11/26/2019	22.6	300	SI
OLOR Y SABOR	ACE		11/26/2019	ACEPTABLE	ACEPTABLE	SI
PH	UNIDAD	UNIDAD	11/26/2019	7.52	6.5-9.0	SI
SOLIDOS DISUETO	mg/l	mg/l	11/26/2019	53.8	NO APLICA	
TEMPERATURA	°C	°C	11/26/2019	20.2	-	
TURBIEDAD	UNT	UNT	11/26/2019	1.63	2	
<b>PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>						
COLOFORMES TOTALES	AUS	UFC/100ML	11/26/2019	DNPSC	AUSENTE	NO

COLIFORMES FECALES	AUS	UFC/100ML	11/26/2019	12	AUSEN TE	NO
-----------------------	-----	-----------	------------	----	-------------	----

### 6.2.1 Cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano.

De acuerdo como lo establece la resolución 2115 del 2007 en su artículo 13, se define el porcentaje de riesgo para la salud humana en el siguiente cuadro.

**Tabla 5: Res 5115 del 2007, Cuadro N° 6**

PARAMETRO	PUNTAJE DE RIESGO
COLOR APARENTE	6
TURBIEDAD	15
PH	1,5
COLOR RESIDUAL	15
ALCALINIDAD TOTAL	1
CALCIO	1
FOSFATOS	1
MANGANESO	1
MOLIBDENO	1
MAGNESIO	1
ZINC	1
DUREZA TOTAL	1
SULFATOS	1
HIERRO TOTAL	1,5
CLORUROS	1
NITRATOS	1
NITRITOS	3
ALUMINIO	3
FUORUROS	1
COT	3
COLIFORMES TOTALES	15
ESCHERICHIA COLI	25
SUMATORIA DE PUNTAJES ASIGNADOS	100

**Tabla 6: Parámetros en Riesgo.**

PARÁMETROS	PUNTAJE DE RIESGO
COLOR APARENTE	6
COLOFORMES TOTALES	15
COLIFORMES FECALES	25

## 6.2.2 Clasificación del nivel del riesgo según la resolución 2115 del 2007

**Tabla 7: Clasificación del Nivel de Riesgo según IRCA.**

CLASIFICACIÓN IRCA	N. DE RIESGO	NOTIFICACIONES QUE ADELANTARA LA AUTORIDAD SANITARIA DE MANERA INMEDIATA	IRCA (ACCIONES)
80.1 – 100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, gobernador, SSPD, MPD, INS, MAVDT, Contraloría general y procuraduría.	Agua no apta para el consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35 – 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde,	Agua no apta para el consumo humano, gestión directa de

		governador, y a la SSPD.	acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y gobernador.	Agua no apta para el consumo, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para el consumo humano, susceptible de mejoramiento
1 – 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para el consumo humano. Continuar la vigilancia.

Los resultados obtenidos en el análisis de riesgo de la calidad del agua para el consumo fueron realizados con la siguiente formula:

$$IRCA = \frac{\Sigma \text{ de los IRCAS obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\Sigma \text{ Numero total de muestras realizadas}}$$

**Tabla 8: Resultados de los cálculos según IRCA.**

BASICO IRCA	NIVEL DEL RIESGO
51.98	ALTO

Por los resultados obtenidos anteriormente se concluye que el agua que se le está suministrando a los pobladores del corregimiento de Guacoche es un AGUA NO APTA PARA EN CONSUMO HUMANO debido a que su nivel de riesgo a la salud según el IRCA es ALTO y se obliga a tomar acciones correctivas como se establece en dicha resolución.

### **6.3 Fase 4: consideraciones de mejoramiento en la operación, mantenimiento y rehabilitación del acueducto de Guacoche.**

En la fase diagnóstico que se le hizo al acueducto comunal del corregimiento de Guacoche se plantearon unas acciones para el mejoramiento en la operación mantenimiento y rehabilitación, a continuación, se describe cada una de ellas:

#### **6.3.1 Actividad de Evaluación y análisis de la información.**

A partir de la selección y organización de la información recolectada del diagnóstico que se le hizo al acueducto del corregimiento, se realizó una evaluación que me permitió detectar las fallas que tiene el sistema de acueducto en el área técnica, administrativa y operativa, y luego fueron analizadas estos resultados que arrojó la investigación y campándolos con la normativa vigente.

En la tabla 9 se expresan los componentes de acuerdo a la evaluación realizada.

**Tabla 9: Evaluación de componentes.**

COMPONENTE	REGLAMETO TECNICO DE AGUA Y SANEAMIENTO BASICO	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
CAPTACION	RAS /17. ART 54 CAPTACION	X		Se utiliza captación de fondo

	B.4.3.1.6 TOMA DE REJILLA B.4.4.5 REJILLA		x	No posee rejilla
	B.4.3.3 SEGURIDAD B.4.2.12 CERRAMIENTO		x	No cuenta con ningún tipo de cerramiento ni seguridad
ADUCCION Y CONDUCCION	RAS /17: ART 56 TIPO DE ADUCCIONES Y CONDICIONES	X		La aducción actual es con tuberías de PVC 8"
	6.3.3 FACILIDAD DE ACCESO A CAJAS DE VALVULAS		x	No presenta
	6.3.5 VULNERABILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LA LINEA DE ADUCCION O CONDUCCION	X		Vulnerabilidad Baja a media, Tipo de Material PVC
	6.4.4.8 DIAMETRO MINIMO DE LAS TUBERIAS DE ADUCCION Y CONDUCCION	X		En el caso de conducciones, el diámetro nominal mínimo debe ser de 75 mm
DESARENADOR	RAS /17: ART 55 DESARENADOR	X		
	CAMARA DE AQUIETAMIENTO	X		El desarenador posee cámara de aquietamiento.
	PANTALLA DIFUSORA	X		Posee 5 filas con orificios de 2 pulgadas de diámetros
	B.4.6.5 ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS	X		Se encuentra sin cerramiento
	ZONA DE SEDIMENTACION	X		Esta zona posee una sola tolva.
	B.4.6.4 DIMENSIONAMIENTO	X		El largo es 4 veces el ancho
SISTEMA DE DESINFECCION	C.8		x	No cuenta con sistema de desinfección

REDES DE DISTRIBUCION	B.7.0 RED DE DISTRIBUCION	X		
	7.4.4 CALIDAD DE AGUA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN		X	no cumple con los lineamientos de la Ras 2115 del 2007
	7.4.5 MATERIALES PARA LAS TUBERÍAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		X	tuberías de asbesto cemento de 3" tuberías de PVC 2", 3"
	RAS /17: ART 62 PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN		X	No supe el llenado de toda la tubería
	RAS /17: ART 65 VALVULAS REGULADORAS DE PRESION		X	
	RAS / 17: ART 66 VENTOSAS		X	Retiradas por el fontanero por ser dañadas por personas de la comunidad.
	RAS /17: ART 67 VALVULAS DE PURGA	X	X	Posee diámetro de 2", 3"
	7.4.7 DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN	X		
	7.6.2 VALVULAS EN RED PRIMARIA	X		Se encuentra sin tapa la caja de válvula
	7.6.3 VALVULAS EN RED SECUNDARIAS		X	Si
7.4.6.9 HIDRANTES		X	No	

Fuente: Autor.

### 6.3.2 Actividad de Formulación de alternativas de solución.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se plantean alternativas de mejoramiento que se recomiendan para el mejoramiento del sistema de tratamiento del acueducto del corregimiento de Guacoche, tales como:

### **6.3.2.1 Alternativa 1: Consideraciones de mejoramiento del sistema en la operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura que integran la red de distribución del corregimiento de Guacoche.**

El presente documento tiene la finalidad de proporcionar un conocimiento óptimo sobre el manejo adecuado que debe llevar a cabo el personal a cargo del mantenimiento de las redes de distribución.

#### **Objetivo**

Proporcionar conocimientos básicos para una eficiente operación y mantenimiento de las redes de distribución de agua en el corregimiento de Guacoche, Cesar.

#### **Operación del sistema de la red de distribución**

El sistema de la red de distribución debe estar a cargo de una persona responsable y calificada que realice el conjunto de operaciones que se deben efectuar para poder brindar un buen servicio a la comunidad, así como contar con todas las herramientas de trabajo que se necesitan para realizar adecuadamente su labor.

#### **Equipos de trabajo**

Para las labores diarias que ejerce el operario debe contar con:

**Tabla 10: Implementos.**

<b>IMPLEMENTOS</b>	
Llave de tubos	Llaves expansivas
Llave rache	Palas Y Pico
Barras	Cortadoras
Martillos	Carretillas
Baldes	

**Tabla 11: Equipos de Protección de operadores.**

<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN</b>	
Cascos	Gafas
Guantes	Uniformes

**Tabla 12: Materiales y Equipos de Trabajo.**

<b>MATERIALES</b>	
Tubos	Uniones
Codos	Accesorios
Pegamento	Cabezotes

### **Mantenimientos preventivos y correctivos en las redes de distribución.**

El operario encargado debe realizar constantemente chequeos en todo el sistema de distribución del agua para verificar que esté trabajando en óptimas condiciones que puedan evitar interrupciones en el suministro y deterioros de las redes o accesorios. Cuando se presenten algún tipo de mantenimiento en la red de distribución el operador deberá:

- El operador deberá informar con anterioridad a la comunidad el trabajo de limpieza que se le hará a la tubería.
- Se recomienda hacer el lavado durante las horas de la noche para que después de realizado el trabajo exista el tiempo suficiente para volver a activar el servicio de agua.
- Inspeccionar de manera continua y permanente las redes para detectar que no existan fugas y daños en la infraestructura.
- Excavar en el sitio en donde se encuentra el daño y proseguir con el tipo de reparación que se requiera.

- Realizar la respectiva reparación lo más rápido y seguro posible el cual no perjudique tanto tiempo la continuidad del servicio.
- Estar siempre pendiente de que no le falte ninguno del implemento y la herramienta que se requieran en los mantenimientos de las redes.
- Después de hacer el respectivo mantenimiento a la tubería se procese a abrir las válvulas del circuito en el cual se está haciendo las reparaciones para observar si existen fugas en el sitio que se trabajó.
- Se debe de llevar registros de mantenimientos y reparaciones de las tuberías.
- En el caso de las válvulas Cuando se presenten algún tipo de reparación el operador deberá:
- Debe de programar con anterioridad el trabajo de mantenimiento que le realiza a las diferentes válvulas.
- Se recomienda llevar registros de todos los trabajos que se le hagas a las válvulas como ubicación, sentido de rotación, estado en el que se encuentra y fecha de reparación etc.
- Las válvulas deben a abrir y cerrar facialmente, y Revisar el estado de las válvulas haciéndolas girar lentamente para evitar cambios bruscos de presiones en las tuberías.
- Si se presentan por fallas en la contratuerca se debe proceder a cambiarla
- Verificar que los pernos y tuercas de las válvulas se encuentren bien apretadas para evitar fugas.
- Mantener en perfecto estado las cajas de válvulas.

#### **6.3.2.2 Alternativa 2: Modelación hidráulica de la red de distribución.**

Para la simulación hidráulica de la red de distribución de agua del corregimiento de Guacoeche se utilizó el programa de Epanet 2.0.12 desarrollado por la agencia de protección ambiental de los Estados unidos de Norte América, es un programa

gratuito y ha sido diseñado como una herramienta de investigación para mejorar el conocimiento del movimiento y evolución de los constituyentes del agua en el interior de los sistemas de distribución, es un programa fácil de manejar pero que se debe tener cuidado con los datos que se le introduce para no alterar los resultados.

### **Objetivo**

Desarrollar una modelación hidráulica que sirva de guía para dar solución a la problemática de suministro de agua que presenta la comunidad del corregimiento de Guacoche.

Para esta alternativa se planteó el diseño de esta modelación teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

### **Condiciones generales de modelación**

Para iniciar la modelación hidráulica de la red de distribución de la población del corregimiento de Guacoche se debe contar con datos poblacionales de por lo menos los dos últimos censos, los cuales se obtuvieron los datos en las oficinas del DANE en el municipio de Valledupar. (Dane, 2019)

**Tabla 13: Datos para las proyecciones de la Población.**

<b>AÑO</b>	<b>2015</b>	<b>2019</b>
<b>POBLACION</b>	1805	2355
<b>NUMERO DE VIVIENDAS</b>	-	1228
<b>DENSIDAD POBLACIONAL</b>	-	3.6

Según el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2017, en su artículo 40 establece que, para todos los sistemas de los componentes de acueducto, su periodo de diseño se adopta a 25 años.

Para el cálculo de las proyecciones de poblaciones futuras se puede optar por utilizar el método geométrico o el método aritmético, ya que en la población solo se encuentran registros de los dos últimos los cuales nos servirán para calcular la tasa de crecimiento poblacional del corregimiento.

No podemos utilizar el método exponencial en las proyecciones de la población porque necesitamos como mínimo tres datos de los últimos censos realizados a la comunidad para calcular la tasa de crecimiento, igual es el caso del método gráfico ya que para aplicar este método se necesitan datos de poblaciones con características parecidas a la que se está trabajando y compararlas.

### Método Aritmético

$$Pf = P_{UC} + \left[ \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \right] * (T_f - T_{cu})$$

$$Pf = 2355 + \left[ \frac{2355 - 1805}{2019 - 2015} \right] * (2044 - 2019)$$

$$Pf = 5.774 \text{ hab}$$

Tabla 14: Proyección Método Aritmético.

AÑO	POBLACION PROYECTADA (HAB)
2019	2355
2020	2492
2021	2630
2022	2767
2023	2905

2024	3042
2025	3180
2026	3317
2027	3452
2028	3588
2029	3726
2030	3864
2031	4001
2032	4139
2033	4276
2034	4414
2035	4551
2036	4809
2037	4826
2038	4964
2039	5101
2040	5239
2041	5376
2042	5514
2043	5651
2044	5789

**Método Geométrico.**

- Cálculo de la tasa de crecimiento.

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\left( \frac{1}{T} \right)} - 1$$

$$r = \left( \frac{2355}{1805} \right)^{\left( \frac{1}{4} \right)} - 1$$

$$r = 0.068$$

➤ Cálculo de la población futura.

$$Pf = P_{UC} * (1 + r)^{(T)}$$

$$Pf = 2355 * (1 + 0.068)^{(25)}$$

$$Pf = 12198 \text{ hab}$$

Tabla 15: Proyección Método Geométrico.

AÑO	POBLACION PROYECTADA (HAB)
2019	2355
2020	2515
2021	2686
2022	2869
2023	3064
2024	3272
2025	3495
2026	3732
2027	3986
2028	4257
2029	4547
2030	4856

2031	5186
2032	5539
2033	5915
2034	6318
2035	6747
2036	7206
2037	7696
2038	8219
2039	8778
2040	9375
2041	10012
2042	10693
2043	11420
2044	12198

Este método de proyección por lo general arroja resultados muy elevados en poblaciones que apenas se están desarrollando, dando tasa de crecimientos muy alta mientras se equilibra el crecimiento de su población.

- Promedio final de proyecciones

$$P_{2044} = \left[ \frac{5774 + 12198}{2} \right]$$

$$P_{2044} = 8.985 \text{ hab}$$

- Cálculo de la dotación neta.

La población del corregimiento de Guacoche posee una altura alrededor de 150 m.s.n.m, en cual es indispensable para determinación de la dotación neta como

dicta el artículo 43 de la resolución 0330 del 2017 donde establece que para poblaciones con alturas promedio menores a los 1000 m.s.n.m, su dotación neta será de 140 (L/hab/día)

**Tabla 16: Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema**

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA (L/HAB/DIA)
2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
1000 m.s.n.m	140

Fuente: RAS 2017, art 43.

➤ Cálculo de la dotación bruta

Para el cálculo de la dotación bruta se utilizó la ecuación como lo establece el artículo 44 de la resolución 0330 del 2017 para todos los componentes del sistema sin importar el nivel de complejidad y un porcentaje de pérdidas técnicas máximas el cual no debe ser mayor al 25%.

$$Dbruta = \frac{dneta}{1-\%p}$$

$$Dbruta = \frac{140 \left( \frac{lt}{hab} * dia \right)}{1 - 0.25}$$

$$Dbruta = 186.6 \left( \frac{lt}{hab} * dia \right)$$

➤ Cálculo del caudal medio diario (Qmd)

Se procede a calcular el caudal medio diario con la ecuación con la siguiente ecuación:

$$Qmd = \left[ \frac{P * Dbruta}{86.400} \right]$$

$$Q_{md} = \left[ \frac{8.985 \text{ hab} * 189.6 \left( \frac{\text{lt}}{\text{hab}} * \text{dia} \right)}{86.400} \right]$$

$$Q_{md} = 19.71 \left( \frac{\text{lt}}{\text{s}} \right)$$

➤ Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo horario se obtiene multiplicando el Qmd por un factor de mayoración k1 que en este caso tiene un valor de 1.3 como lo establece el parágrafo 2 del artículo 47 del RAS 2017 para poblaciones menores de 12.500 habitantes.

$$QMD = 19.71 \left( \frac{\text{lt}}{\text{s}} \right) * 1.3$$

$$QMD = 25.623 \left( \frac{\text{lt}}{\text{s}} \right)$$

➤ Caudal máximo horario (QMH)

El QMH se obtiene multiplicando el QMD con el factor de mayoración k2 que según el ras 2017 no debe ser superior a 1.6 para poblaciones menores a 12.500 habitantes.

$$QMH = 25.623 \left( \frac{\text{l}}{\text{s}} \right) * 1.6$$

$$QMH = 40.99 \left( \frac{\text{l}}{\text{s}} \right)$$

**Datos de estradas para la simulación.**

Para su respectiva modelación se requieren datos de entradas son los caudales concentrados de cada nodo, cotas de nodos, longitud de tubería, diámetros de la red, utilizaremos la ecuación de Hazen Williams para las pérdidas de cargas en la tubería.

Para la obtención de las cotas del terreno se utilizó el software de Google Earth, y para el cálculo de los caudales concentrados de cada nodo utilizamos el método de las longitudes equivalente con la ayuda del software de Watercad, la cual es un método rápido y confiable en los resultados. A continuación, se muestran los datos de entrada utilizados en el análisis hidráulico de la red propuesta para el corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar – Cesar:

**Tabla 17: Datos para la simulación hidráulica de la red de distribución.**

<b>DATOS PARA LA SIMULACIÓN.</b>	
<b>DATOS HIDRAULICOS</b>	
UNIDADES DE FLUJO	Lps
FORMULA DE PERDIDAS	Williams & Hazen
GRAVEDAD ESPECÍFICA	1
VISCOSIDAD RELATIVA	1
ITERACIONES MÁXIMAS	40
PRECISIÓN	0,001
MATERIAL DE LA TUBERÍA	PVC
DIÁMETROS UTILIZADOS	2, 3 Y 4 pulg.



**Ilustración 8: Distribución de tuberías en la red.**



Ilustración 9: Distribución de nodos en la red

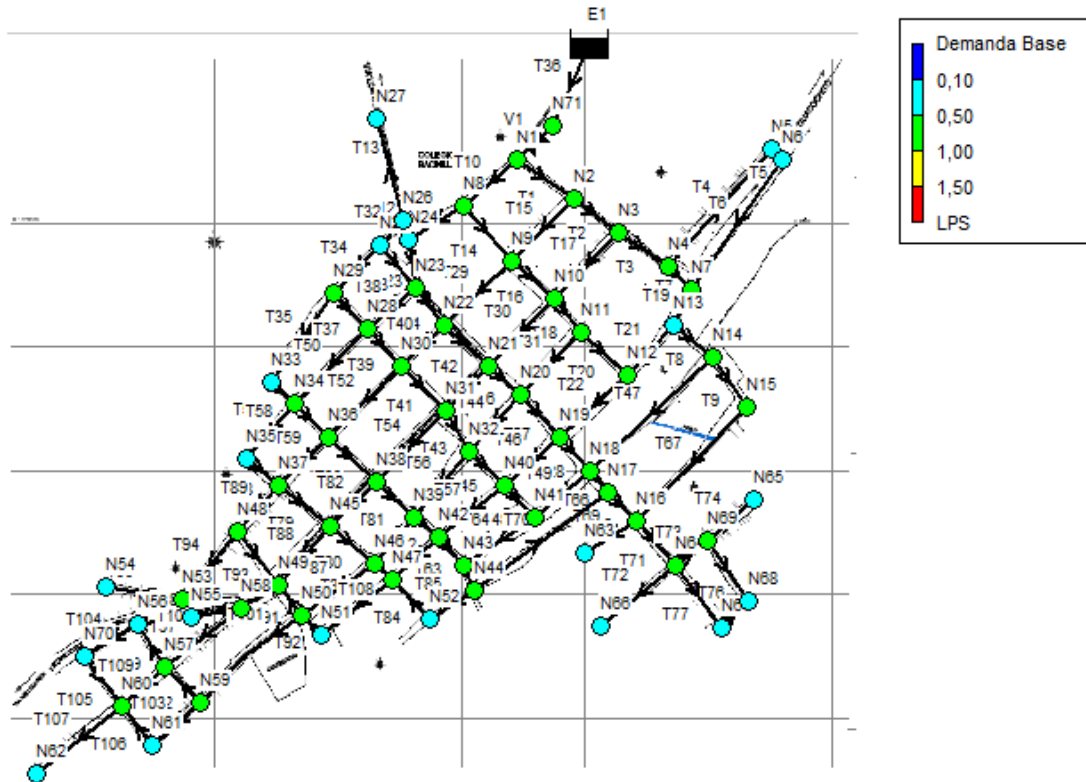


Ilustración 10: Demanda base de nodos concentrados.

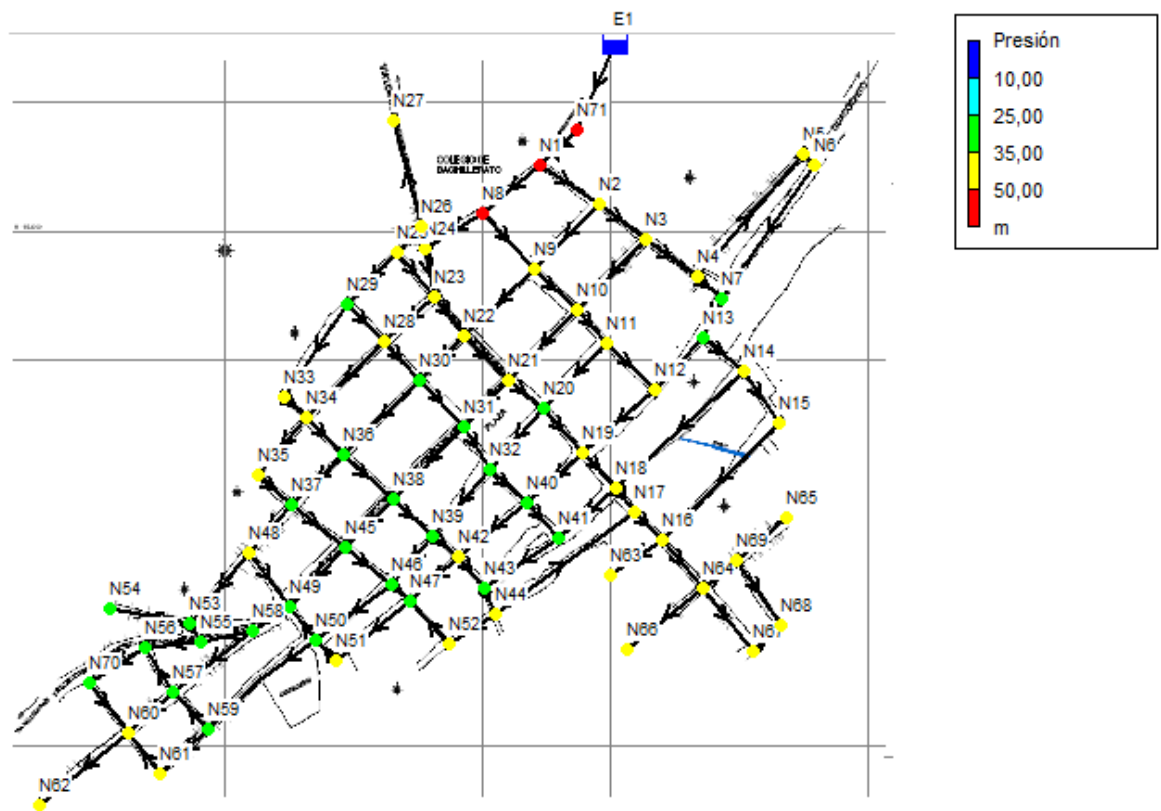


Ilustración 11: Presión en la Red de distribución.

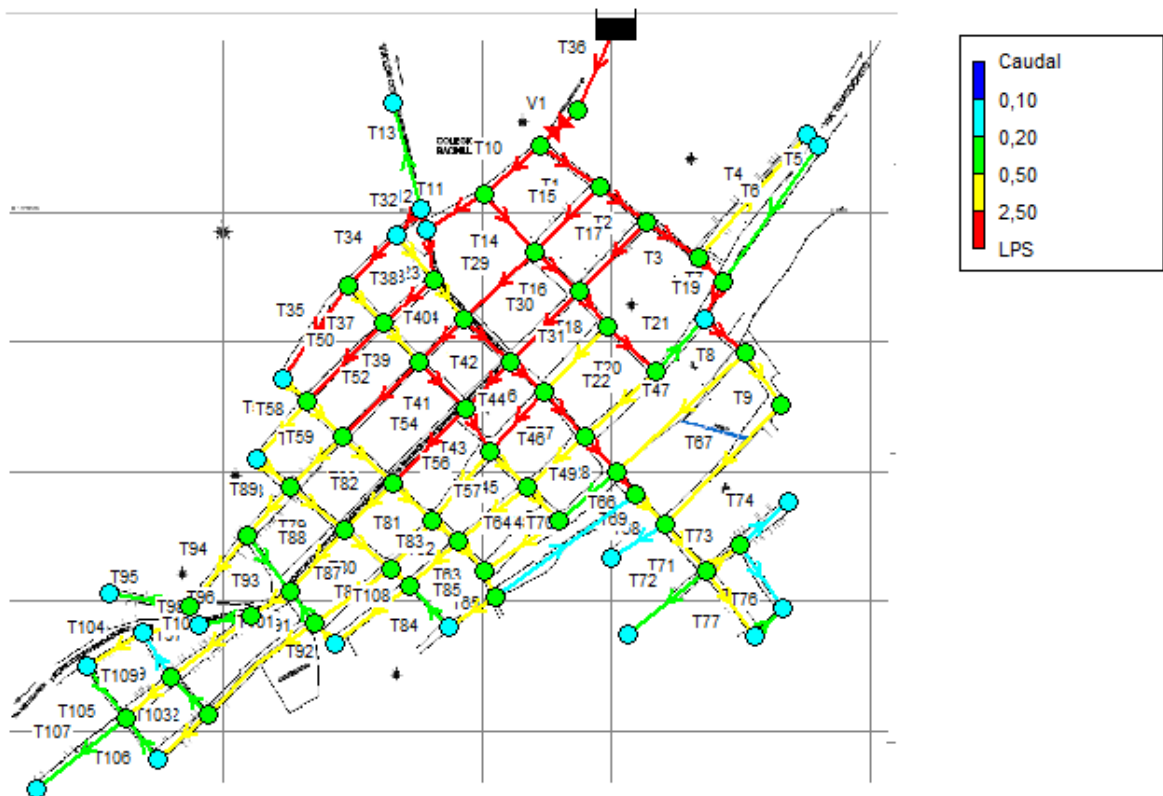


Ilustración 12: Caudal en Tuberías de la red

**Tabla 18: Estado de Nodos en la Red de distribución.**

<b>ESTADO DE LOS NODOS DE LA RED</b>						
<b>ID DE NODOS</b>	<b>COTA M</b>	<b>DEMANDA BASE</b>	<b>DEMANDA Lps</b>	<b>ALTURA m</b>	<b>PRESION Mca</b>	
Nudo N1	134	0,75	0,75	190,57	56,57	
Nudo N2	131	0,62	0,62	174,67	43,67	
Nudo N3	130	0,61	0,61	168,49	38,49	
Nudo N4	123	0,70	0,70	165,90	42,90	
Nudo N5	128	0,48	0,48	165,49	37,49	
Nudo N6	128	0,49	0,49	165,48	37,48	
Nudo N7	132	0,67	0,67	165,45	33,45	
Nudo N8	131	0,60	0,60	181,06	50,06	
Nudo N9	130	0,89	0,89	171,94	41,94	
Nudo N10	132	0,82	0,82	167,88	35,88	
Nudo N11	128	0,57	0,57	165,70	37,70	
Nudo N12	126	0,65	0,65	164,94	38,94	
Nudo N13	130	0,46	0,46	164,93	34,93	
Nudo N14	128	0,81	0,81	164,04	36,04	
Nudo N15	127	0,63	0,63	163,68	36,68	
Nudo N16	126	0,91	0,91	163,38	37,38	
Nudo N17	126	0,67	0,67	163,64	37,64	
Nudo N18	126	0,90	0,90	163,90	37,90	
Nudo N19	129	0,76	0,76	164,40	35,40	
Nudo N20	134	0,76	0,76	165,12	31,12	
Nudo N21	131	0,74	0,74	166,07	35,07	
Nudo N22	130	0,75	0,75	167,15	37,15	
Nudo N23	130	0,63	0,63	167,37	37,37	
Nudo N24	128	0,37	0,37	171,69	43,69	

Nudo N25	128	0,44	0,44	167,59	39,59
Nudo N26	130	0,41	0,41	170,11	40,11
Nudo N27	131	0,28	0,28	170,11	39,11
Nudo N28	130	0,77	0,77	165,78	35,78
Nudo N29	134	0,65	0,65	165,85	31,85
Nudo N30	132	0,78	0,78	165,52	33,52
Nudo N31	132	0,78	0,78	164,91	32,91
Nudo N32	137	0,73	0,73	164,46	27,46
Nudo N33	129	0,40	0,40	164,85	35,85
Nudo N34	129	0,73	0,73	164,63	35,63
Nudo N35	129	0,33	0,33	164,10	35,10
Nudo N36	134	0,81	0,81	164,33	30,33
Nudo N37	129	0,69	0,69	163,85	34,85
Nudo N38	134	0,80	0,80	163,96	29,96
Nudo N39	132	0,66	0,66	163,85	31,85
Nudo N40	133	0,71	0,71	164,10	31,10
Nudo N41	132	0,83	0,83	163,90	31,90
Nudo N42	128	0,61	0,61	163,78	35,78
Nudo N43	132	0,57	0,57	163,73	31,73
Nudo N44	128	0,71	0,71	163,64	35,64
Nudo N45	130	0,73	0,73	163,76	33,76
Nudo N46	132	0,67	0,67	163,65	31,65
Nudo N47	130	0,68	0,68	163,64	33,64
Nudo N48	128	0,62	0,62	163,34	35,34
Nudo N49	131	0,67	0,67	163,33	32,33
Nudo N50	132	0,83	0,83	163,34	31,34
Nudo N51	128	0,34	0,34	163,38	35,38
Nudo N52	128	0,31	0,31	163,64	35,64
Nudo N53	130	0,52	0,52	163,08	33,08

Nudo N54	131	0,21	0,21	163,08	32,08
Nudo N55	130	0,34	0,34	163,07	33,07
Nudo N56	131	0,47	0,47	162,92	31,92
Nudo N57	128	0,57	0,57	162,93	34,93
Nudo N58	129	0,55	0,55	163,08	34,08
Nudo N59	132	0,57	0,57	162,93	30,93
Nudo N60	127	0,78	0,78	162,85	35,85
Nudo N61	126	0,33	0,33	162,86	36,86
Nudo N62	126	0,28	0,28	162,75	36,75
Nudo N63	126	0,18	0,18	163,37	37,37
Nudo N64	126	0,83	0,83	162,86	36,86
Nudo N65	126	0,18	0,18	162,82	36,82
Nudo N66	125	0,30	0,30	162,85	37,85
Nudo N67	125	0,33	0,33	162,83	37,83
Nudo N68	126	0,31	0,31	162,82	36,82
Nudo N69	126	0,51	0,51	162,83	36,83
Nudo N70	128	0,37	0,37	162,86	34,86
Nudo N71	134	0,75	0,75	261,37	127,37
Embalse E1	500	Sin Valor	-42,16	500,00	0,00

**Tabla 19: Estado de Tuberías en la Red de Distribución.**

<b>ESTADO DE LAS LÍNEAS DE LA RED</b>						
<b>ID LÍNEA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>RUGOSIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>VELOCIDAD</b>	<b>ESTADO</b>
Tubería T1	110,0	100	140	16,52	2,10	Abierta
Tubería T2	91,0	75	140	10,03	2,27	Abierta
Tubería T3	93,138	75	140	6,20	1,40	Abierta
Tubería T4	250,953	75	140	1,34	0,30	Abierta
Tubería T5	15,265	75	140	0,86	0,19	Abierta
Tubería T6	201,0	75	140	0,37	0,08	Abierta
Tubería T7	45,0	75	140	3,86	0,87	Abierta
Tubería T8	79,0	75	140	3,80	0,86	Abierta
Tubería T9	104,5	75	140	2,00	0,45	Abierta
Tubería T10	112,0	100	140	24,14	3,07	Abierta
Tubería T11	87,0	75	140	12,87	2,91	Abierta
Tubería T12	45,0	75	140	7,03	1,59	Abierta

Tubería T13	26,45	65,5	140	0,28	0,08	Abierta
Tubería T14	120,0	75	140	10,66	2,41	Abierta
Tubería T15	108,299	75	140	-5,87	1,33	Abierta
Tubería T16	89,0	75	140	8,11	1,83	Abierta
Tubería T17	74,0	75	140	-3,23	0,73	Abierta
Tubería T18	79,0	75	140	6,16	1,39	Abierta
Tubería T19	34,0	75	140	4,16	0,94	Abierta
Tubería T20	98,0	75	140	3,12	0,71	Abierta
Tubería T21	65,0	75	140	-0,40	0,09	Abierta
Tubería T22	149,0	75	140	2,07	0,47	Abierta
Tubería T23	101,0	65,5	140	5,48	1,63	Abierta
Tubería T24	77,0	75	140	1,81	0,41	Abierta
Tubería T25	91,0	75	140	3,92	0,89	Abierta
Tubería T26	75,0	75	140	4,04	0,92	Abierta

Tubería T27	88,0	75	140	3,22	0,73	Abierta
Tubería T28	75,7	75	140	2,83	0,64	Abierta
Tubería T29	120,0	75	140	7,54	1,71	Abierta
Tubería T30	125,0	75	140	4,35	0,99	Abierta
Tubería T31	115,0	75	140	2,47	0,56	Abierta
Tubería T32	45,0	65,5	140	6,34	1,88	Abierta
Tubería T33	93,0	75	140	1,63	0,37	Abierta
Tubería T34	125,0	75	140	4,27	0,97	Abierta
Tubería T35	168,0	75	140	2,70	0,61	Abierta
Tubería T37	87,0	75	140	0,92	0,21	Abierta
Tubería T38	97,0	75	140	-4,66	1,06	Abierta
Tubería T39	87,0	75	140	1,87	0,42	Abierta
Tubería T40	99,0	75	140	-4,68	1,06	Abierta
Tubería T41	92	75	140	2,84	0,64	Abierta

Tubería T42	120,4	75	140	-3,49	0,79	Abierta
Tubería T43	71,0	75	140	2,80	0,63	Abierta
Tubería T44	125	75	140	-2,53	0,57	Abierta
Tubería T45	79,0	75	140	2,32	0,52	Abierta
Tubería T46	115,2	75	140	-1,70	0,38	Abierta
Tubería T47	142,0	75	140	1,00	0,23	Abierta
Tubería T48	86,0	75	140	1,66	0,38	Abierta
Tubería T49	98,5	75	140	0,25	0,06	Abierta
Tubería T50	164,0	75	140	2,95	0,67	Abierta
Tubería T51	114,0	75	140	2,34	0,53	Abierta
Tubería T52	172,0	75	140	2,92	0,66	Abierta
Tubería T53	125,0	75	140	2,12	0,48	Abierta
Tubería T54	154,0	75	140	2,75	0,62	Abierta
Tubería T55	108,0	75	140	1,44	0,33	Abierta

Tubería T56	140,0	75	140	2,28	0,52	Abierta
Tubería T57	135,0	75	140	1,64	0,37	Abierta
Tubería T58	50,0	75	140	2,30	0,52	Abierta
Tubería T59	75,0	75	140	2,17	0,49	Abierta
Tubería T60	92,0	75	140	2,17	0,49	Abierta
Tubería T61	88,0	75	140	1,18	0,27	Abierta
Tubería T62	52,0	75	140	1,16	0,26	Abierta
Tubería T63	58,0	75	140	0,94	0,21	Abierta
Tubería T64	145,8	75	140	1,09	0,25	Abierta
Tubería T65	47,0	75	140	1,46	0,33	Abierta
Tubería T66	45,3	75	140	2,67	0,60	Abierta
Tubería T67	180,71	75	140	1,37	0,31	Abierta
Tubería T68	65,0	75	140	2,18	0,49	Abierta
Tubería T69	89,0	75	140	0,18	0,04	Abierta

Tubería T70	175,0	75	140	-0,18	0,04	Abierta
Tubería T71	102,0	75	140	2,46	0,56	Abierta
Tubería T72	137,0	75	140	0,30	0,07	Abierta
Tubería T73	61,3	75	140	0,79	0,18	Abierta
Tubería T74	84,0	75	140	0,18	0,04	Abierta
Tubería T75	123,0	75	140	0,10	0,02	Abierta
Tubería T76	42,7	75	140	-0,21	0,05	Abierta
Tubería T77	126,0	75	140	0,54	0,12	Abierta
Tubería T78	73,0	75	140	2,01	0,46	Abierta
Tubería T79	93,0	75	140	1,00	0,23	Abierta
Tubería T80	86,0	75	140	1,18	0,27	Abierta
Tubería T81	83,0	75	140	1,65	0,37	Abierta
Tubería T82	100,0	75	140	1,50	0,34	Abierta
Tubería T83	103,0	75	140	1,25	0,28	Abierta

Tubería T84	99,0	75	140	-0,26	0,06	Abierta
Tubería T85	4,87	75	140	-0,57	0,13	Abierta
Tubería T86	149,0	75	140	1,37	0,31	Abierta
Tubería T87	135,0	75	140	1,62	0,37	Abierta
Tubería T88	123,0	75	140	2,02	0,46	Abierta
Tubería T89	102,8	75	140	2,44	0,55	Abierta
Tubería T90	98,5	75	140	0,25	0,06	Abierta
Tubería T91	42,0	75	140	-0,34	0,08	Abierta
Tubería T92	47,0	75	140	-1,03	0,23	Abierta
Tubería T93	77,0	75	140	1,94	0,44	Abierta
Tubería T94	60,2	65,5	140	1,57	0,47	Abierta
Tubería T95	132,5	75	140	0,21	0,05	Abierta
Tubería T96	99,0	75	140	0,39	0,09	Abierta
Tubería T97	24,0	75	140	0,84	0,19	Abierta

Tubería T98	98,0	65,5	140	0,90	0,27	Abierta
Tubería T99	92,6	65,5	140	-0,15	0,04	Abierta
Tubería T100	169,0	75	140	0,99	0,23	Abierta
Tubería T101	207,0	75	140	1,48	0,33	Abierta
Tubería T102	64,5	75	140	-0,31	0,07	Abierta
Tubería T103	102,9	65,5	140	0,60	0,18	Abierta
Tubería T104	95,6	65,5	140	0,57	0,17	Abierta
Tubería T105	104,5	75	140	0,20	0,05	Abierta
Tubería T106	70,15	75	140	-0,27	0,06	Abierta
Tubería T107	1171,2	75	140	0,28	0,06	Abierta
Tubería T108	48,0	75	140	0,54	0,12	Abierta
Tubería T109	105,2	65,5	140	0,59	0,17	Abierta

### **6.3.3 Propuesta de optimización de la red de distribución basado en la modelación hidráulica en el programa de Epanet.**

De acuerdo al análisis arrojado en la investigación se entrega un modelo digital de la red de distribución del corregimiento de guacoeche en el programa de EPANET, en donde se hizo una corrida en periodo estático con respeto a las demandas de cada nodo, los diámetros y la rugosidad de las tuberías con la finalidad de observar el comportamiento de las presiones y las velocidades en todo el sistema. Se determinó el caudal de diseño para la red de distribución y las dotaciones hasta el año 2044 para un periodo de diseño de 25 años y un al nivel de complejidad del sistema de Bajo. Se observaron que las presiones mínimas que se presentan en los nodos de la modelación cumplen como lo establece el RAS 2017 en el artículo 61 el cual debe de ser de 10 m.c.a para poblaciones menores a 12.500 habitantes, garantizando el llenado de toda la red de distribución, así como velocidades por debajo de lo estipulado en esta normativa colombiana.

Se plantean cambios de tubería de asbesto cemento por Tubería PVC, y se aprovecha para cambiar también diámetros de algunas tuberías que permite equilibrar el sistema para todo el periodo de la red del corregimiento de Guacoeche, se utiliza diámetro de 2, 3 y 4 pulgadas en todo el sistema, distribuidas en diferentes tramos de la tubería divididos en 109 tramos en 71 nodos.

En los análisis operativos de la red de distribución se logra identificar que el trabajo ejercido por el personal operativo no cumplen íntegramente con los aspectos técnicos establecidos en la normatividad vigente y de acuerdo a la problemática planteada y a la metodología implementada se logra por medio de diálogos con el operador o fontanero convencerlo de que es importante buscar nuevas alternativas de capacitación así como poner en práctica las consideraciones de mejoramiento en la operación establecidas en este documento para un mejor desempeño en las labores que ejerce en las redes de distribución.

## **7 CONCLUSIONES**

El sistema de acueducto del corregimiento de Guacoche no está cumpliendo con lo establecido con la resolución 0330 del 2017 debido a que presenta deficiencias con los parámetros tanto técnico como operativos que exige la normativa para su adecuada prestación del servicio de agua potable.

En la actualidad de acuerdo a la resolución 2115 del 2007, el agua que se le está suministrando a la población del corregimiento de Guacoche para su consumo no cumple con los estándares de calidad debido a que presenta parámetros por encima de lo establecido por dicha norma el cual pone en peligro la salud de las personas que habitan en dicha comunidad.

Es indispensable que la población del corregimiento de Guacoche tenga en cuenta y aplique las alternativas planteadas en este documento para optimizar la operatividad del acueducto y sea eficiente la prestación del servicio de agua en dicha población.

## 8 RECOMENDACIONES

- Se sugiere que a la bocatoma y el desarenador se le haga el respectivo mantenimiento preventivo y correctivo por lo menos una vez por semana por parte de personal operativo, así como invitar a las autoridades ambientales a tener mayor presencia de las en las zonas de captación para impedir el desvío del cauce por personas mal intencionado.
- Es primordial aumentar el personal operativo del acueducto, así como brindar capacitaciones y formalizar un contrato laboral sin importar su denominación ya sea contrata a término fijo o un contrato indefinido, al operario actual como lo establece el código sustantivo del trabajo por parte de las autoridades ambientales o la administración municipal.
- Es muy importante hacer un mantenimiento preventivo más constante de las redes de distribución que permita optimizar el funcionamiento de las tuberías.
- Con el fin de suministrar un agua de calidad a la población se recomienda la construcción de un sistema de desinfección en el acueducto ya que se evidencio en los análisis que presentan altos concentraciones de Escherichia Coli que sobrepasan los valores permitidos por la norma 2115 del 2007.
- Para suplir la necesidad de agua potable en el corregimiento de Guacoche es recomendable implementar el diseño de la red de distribución como se hizo en el software Epanet.
- Realizar jornadas de socialización en la comunidad por parte de las autoridades ambientales y administración municipal que generen conciencia sobre la importancia de preservar, ahorrar y darle un uso eficiente al recurso hídrico para que se garantice tu perdurabilidad en el tiempo.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Manaure Cesar. (2015). *Revisión y Ajuste General E.O.T Manaure* (Primera ed.). (H. Alvis Barranco, & F. R. Villeros Barrera, Edits.) Manaure, Cesar, Colombia.
- ALCALDIA DE VALLEDUPAR. (2019). *SECOP*. Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-1-188103>
- Aragón Giovannetti, A. F. (2012). *Plan de negocios para la creación de una aldea ecoturística en la Sierra Nevada de Santa Marta en inmediaciones municipio de Pueblo Bello*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Bogotá.
- Arellano Guerrero, A. E. (2014). *Ecoturismo como alternativa de desarrollo económico y social para el corregimiento de la Quisquina*. Proyecto, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias Sociales, Palmira.
- Artunduaga Perdomo, A. M., & Freire Patiño, N. (2014). *Análisis comparativo del sector ecoturismo entre Costa Rica y Colombia para generar estrategias de internacionalización*. Tesis de Grado, Universidad del Rosario, Bogotá.
- Asociación Saavedra Fajardo. (s.f.). *El Turismo. Conceptos y definiciones e importancia actual*. Universidad de Murcia, Murcia.
- Bringas Rábago, N., & Ojeda Revah, L. (2000). El ecoturismo: ¿una nueva modalidad de turismo en masas? *Economía, Sociedad y Desarrollo*, II(7). Obtenido de <http://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/436/889>
- Buitelaar, R., & Gómez, J. J. (2001). CEPAL - SERIE N° 17 Seminarios y Conferencias. *Memorias del seminario internacional del ecoturismo: políticas globales para oportunidades locales, mayo de 2001*. Santiago de Chile: Copyright © Naciones Unidas.

- Cahuich Carrillo, A. J. (2000). *Ecoturismo como una alternativa de uso sustentable de los recursos naturales en el corredor costero Isla Aguada - Sabancuy, Campeche*. Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen.
- Castañeda Tiria, P. M. (s.f.). *Zonificación climatológica según el modelo de Caldas - Lang de la cuenca Río Negro mediante el uso de sistemas de información geográfica SIG*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Cifuentes, M. (1992). *Determinación de la capacidad de carga turística en áreas protegidas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba.
- Coppin, L. (1990). Ecoturismo: una opción para el futuro. *Horizonte 2000*. Lima.
- Coppin, L. (1992). Ecoturismo y América Latina: una aproximación al tema. Venezuela.
- CORPOCESAR & Fundación Wii. (Diciembre de 2011). *Implementación del plan de acción regional para la conservación del oso andino (Tremarctos ornatus) en la ecorregión Serranía del Perijá, en marco del programa nacional conservación del Oso Andino*. Informe Final de Actividades, Valledupar.
- Dane, I. P. (2019). [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/050919-CNPV-presentacion-Cesar.pdf>
- Danhke, G. L. (1989). *Investigación y comunicación. La comunicación humana: ciencia social*. Obtenido de [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=investigaci%C3%B3n+y+comunicaci%C3%B3n+dankhe&btnG=#d=gs\\_qabs&u=%23p%3Dntzukul1jj3cJ](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=investigaci%C3%B3n+y+comunicaci%C3%B3n+dankhe&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3Dntzukul1jj3cJ)
- David Benavidez, M. C. (2006). *OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE TIMANA (HUILA)*.
- DAVID LEONARDO BENAVIDES GARZÓN, M. Y. (2006). *OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE TIMANA (HUILA)*.

- Espectador, E. (26 de JULIO de 2018). Obtenido de <https://www.elespectador.com/economia/proyecto-de-ley-propone-borron-y-cuenta-nueva-en-datacredito-articulo-802502>
- Grajales, T. (s.f.). *Centro de Educación Abierta*. Obtenido de CEA : <http://www.ceavirtual.ceuniversidad.com/material/3/metod1/353.pdf>
- Jaen, W. M. (2009). *PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO PARA LA REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ACUEDUCTO RURAL DE PIJJE BAGACES, GUANACASTE*.
- Manuel Aragón, M. (2014). *Análisis del Ecoturismo como alternativa de desarrollo sustentable en Latinoamérica (México, Costa Rica y Ecuador)*. Tesis Máster, Université de Sherbrook, Chetumal.
- Martinez, C. P. (2018). *OPTIMIZACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CORREGIMIENTO LOS CORAZONES, MUNICIPIO DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR. VALLEDUPAR*.
- Mesa Velandia, C. A., & Munévar Martínez, D. E. (2013). *Formulación del plan de manejo ambiental para la zona turística de Playa Blanca, Municipio de Tota, Boyacá*. Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Programa para el manejo de sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana*. Bogotá, Colombia.
- Molina Proaño, S. (2012). *Análisis preliminar de la dinámica poblacional y amenazas del oso andino (Tremarctos ornatus) al nor-occidente del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) - Ecuador*. Tesis Máster, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Morales, J., & Esteves, J. (2006). *EL PÁRAMO: ¿ECOSISTEMA EN VÍA DE EXTINCIÓN? Luna Azul*.
- Morales, M. M. (2008). *Modelación Asistida de Sistemas de Distribución de Agua (MASDA)*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835623>

- Moreno, L. J. (2012). *DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE UN MINI-DISTRITO DE RIEGO*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7775/1/CB-0470380.pdf>
- Navarro, A. P. (AGOSTO de 2016). *EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1389/1/29588.pdf>
- Niño, A. L. (2014). *ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1757/1/Optimizaci%C3%B3n-Red-de-Distribuci%C3%B3n-Aracataca.pdf>
- OMS. (2015). *Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales*.
- ONU. (28 de JULIO de 2010). *NACIONES UNIDAS*. Obtenido de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Ortiz Luque, C. (2014). *España y Francia ante el ecoturismo*. Tesis de Grado, Universidad de Málaga, Facultad de Turismo, Málaga.
- Ospina Díaz, M. R., Mora, R., & Romero Infante, J. A. (2013). Ecoturismo: Diagnóstico y propuesta estratégica para la oferta de destinos ecoturísticos en Colombia por parte de las agencias de turismo localizadas en Bogotá, DC. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, IX(17), 7 - 28.
- Parra Romero, A. (2011). *Ánalysis integral del conflicto asociado a la presencia del oso andino (Tremarctos ornatus) y el desarrollo de sistemas productivos ganaderos en áreas de amortiguación del PPN Chingaza*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

- Pedroza, Á. M. (2014). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA DEL CORREGIMIENTO DE SAN JOSÉ ORIENTE Y LA VEREDA BETANIA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ-CESAR.*
- PEDROZO, Á. R. (2014). *DISEÑO DE LA OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA DEL COREGIMIENTO DE SAN JOSE DE ORIENTE Y LA VEREDA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ CESAR . VALLEDUPAR.*
- Pérez-Torres, J. (2001). *Guía para la conservación del oso andino u oso de anteojos, Tremarctos ornatus.* Bogotá, Colombia: Serie Ciencia y Tecnología.
- Real García, R. (2012). *Sendero interpretativo como estrategia de conservación: Caso Bosque de Manglar en el Comitán, B.C.S.* Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Baja California, Departamento Académico de Economía, La Paz.
- Reichardt, C., & Cook, T. (2005). *Hacia una superación del enfrentamiento entre los métodos cualitativos y los cuantitativos* (Quinta ed.). (G. Solana, Trad.) Madrid, España: Ediciones Moratas.
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1996). Metodología de la Investigación Cualitativa. En *Metodología de la Investigación Cualitativa.* Granada: Ediciones Aljibe.
- Sampieri. (1988). *ESTUDIOS DESCRIPTIVOS Y EXPLICATIVOS.*
- Sansbello, R. F., & Flores, J. M. (2003). Ecoturismo Itinerante En El Trapecio Amazónico Colombiano. 15.
- Secop. (2019). *ALCALDIA DE VALLEDUPAR.* Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-1-188103>
- Secretaría de Turismo. (2001). *Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos* (Primera ed.). México, DF, México.
- Silvia Murgas, Y. T. (2017). *EVALUACIÓN HIDRÁULICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO-CESAR.* VALLEDUPAR.

- SOCIAL, M. D. (2007). *DECRETO 1575*.
- UNESCO. (2014). *State Of Conservation of World Heritage Properties A statistical analysis*.
- UNICEF, O. /. (2017). *Gestión mundial de agua potable*.
- Vanegas Montes, G. M. (2006). *Ecoturismo instrumento de desarrollo sostenible*. Monografía, Universidad de Antioquia, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental , Medellín.
- Vela Vargas, I. M., Vasquez Domínguez, G., Galindo González, J., & Pérez Torres, J. (2011). El oso andino suramericano, su importancia y conservación. *Ciencia*.
- Yolanda Barrientos, C. S., & Ruiz, S. (2005). *Calidad Microbiológica Del Agua Y Riesgo Sanitario De Dos Acueductos Rurales En El Estado Vargas, Venezuela*. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-00872005000100005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-00872005000100005&script=sci_arttext&tlng=en)

# **ANEXOS**

**ANEXO I: PREGUNTAS REALIZADAS A PERSONAS DE LA COMUNIDAD.**

**PREGUNTAS ABIERTAS REALIZADAS A LOS POBLADORES DEL  
CORREGIMIENTO DE GUACOCHE.**

1. ¿Como le parece a usted la calidad del agua que recibe del acueducto?
2. ¿con que frecuencia le abastece el acueducto agua?
3. ¿les toca buscar agua para el consumo en otro lugar?
4. ¿ha adquirido alguna enfermedad usted o su familia por causa del agua que consume?
5. ¿en qué condiciones se encuentra el acueducto del corregimiento?
6. ¿Quién es el encargado de la administración del acueducto?
7. ¿Quiénes son los encargados de los mantenimientos de que se le realizan a los componentes del acueducto?
8. ¿con que frecuencia se presentan fugas en las tuberías y accesorios de la red de distribución?
9. ¿Qué tiempo lleva en funcionamiento el acueducto comunal de Guacocoche?
10. ¿cree usted que se le debe hacer una optimización al acueducto comunal del corregimiento?

**ANEXO II: FIRMAS DE ENTREVISTADOS EN GUACOCHÉ.**

LISTA DE ENTREVISTADOS				
NOMBRE	CEDULA	DIRECCION	FECHA	FIRMA
Tomas Efraim Castillo	12435168	Guacoché	24	Efraim
Juan Carlos Fuleto	77024826	Guacoché	24 octubre	Juan Carlos
Luis R. Parca	12435181	64397	24	Luis Parca
José M <sup>o</sup> Chinchio	77021444	Guacoché	24	José M <sup>o</sup> Chinchio
Rubén D. Bracho	77019873	Calle 74437	24	Rubén D. Bracho
Alfonso Castilla	77133601	CRA 7 <sup>E</sup> N <sup>o</sup> 11	24 10/2019	Alfonso
Mauricio Castillo V	49773662	CRA 7 <sup>E</sup> N <sup>o</sup> 11	24 16/19	Mauricio
Hernando Cujia	77022151	CRA 7 <sup>E</sup> N <sup>o</sup> 4-45	24 10-2019	Hernando
Blanca Romero	1003232021	Guacoché	24	Blanca
Yajaira	49772965	Guacoché	24	Yajaira






**ANEXO V: EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS.**



## ANEXO VI: RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUAS


**Laboratorios**  
**Nancy Flórez García S.A.S**  
 Confiable a toda prueba  
 NIT: 824.005.588-0

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS  
N° 28702

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

EMPRESA : JOSE ANGEL PEREA RONDON  
 DIRECCIÓN : CLL 13# 6-45  
 CONTACTO : JOSE PEREA  
 CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065598873  
 CIUDAD : VALLEDUPAR  
 TELÉFONO : 3043590649

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

NOMBRE : AGUA POTABLE  
 LUGAR DE MUESTREO : GUACOCHÉ  
 PUNTO DE MUESTREO : RED DE DISTRIBUCION  
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE  
 PLAN DE MUESTREO : N.S  
 PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 191153392  
 LOTE : N.A  
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 11:40  
 MUESTREO : 2019/11/26  
 RECEPCIÓN : 2019/11/26  
 INICIO ENSAYOS : 2019/11/26  
 FINAL ENSAYOS : 2019/12/10  
 INFORME : 2019/12/11

Físicoquímico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Acidez Total mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2310 B - Titulométrico	10,0	2019/11/26	N.R	<10,0
A alcalinidad Total mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2320 B - Volumétrico	0,500	2019/11/26	200	25,5
Cloro Libre Residual mg Cl <sub>2</sub> /L	HACH DPD - Fotométrico	-	2019/11/26	0,3-2,0	0,30
Cloruros mg Cl/L	SM 4500 - Cl B - Argentométrico	2,00	2019/11/29	250	<2,00
Color Aparente UPC	AQM 114421 - Comparación visual	5,00	2019/11/26	15	40,0
Conductividad µS/cm	SM 2510 B - Electrométrico	-	2019/11/28	1000	55,7
Dureza Calcica mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 3500-Ca B - Volumétrico - EDTA	0,500	2019/12/03	N.R	8,69
Dureza Magnésica mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 3500-Mg B - Cálculo	0,500	2019/12/03	N.R	13,9
Dureza Total mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2340 C - Volumétrico - EDTA	0,500	2019/12/02	300	22,6
Olor y Sabor	Organoléptico - Organoléptico	-	2019/11/26	Acceptable	Acceptable
pH (20,2 °C) U de pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	2019/11/26	6,5-9,0	7,52
Sólidos Disueltos mg/L	SM 2540 C - Gravimétrico	5,00	2019/12/04	N.R	53,8
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrico	-	2019/11/26	N.R	20,2
Turbiedad NTU	SM 2130 B - Nefelométrico	0,500	2019/11/26	2	1,63
Microbiológico					
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Coliformes Totales UFC/100mL	SM 9222 B - Filtración por Membrana	1	2019/11/26	0	DNPSC
Escherichia coli UFC/100 mL	SM 9222 D - Filtración por Membrana	1	2019/11/26	0	12

Especificación: RESOLUCIÓN 2115/07 CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL)

**NOTA:**

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

La muestra no cumple con los parámetros de la especificación para: Color aparente, Coliformes Totales y E.Coli.  
DNPSC: Crecimiento Demasiado Numeroso Para ser Contado.

N.A: No Aplica      N.S: No Suministrado      N.R: Parametro no requerido por la especificación  
 (A): Acreditado      (S): Subcontratado      (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.  
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCIA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS, para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Laboratorios  
 Nancy Flórez García SAS  
 Confiable a toda prueba  
 NIT: 824.005.588-0



Scanned with  
CamScanner

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co  
 Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

