

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PERTENECIENTE AL  
CORREGIMIENTO LOS PONDORES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL  
CESAR, LA GUAJIRA**

**AUTORAS**

IRINA CARRILLO CAMACHO

ROSA GISELA VEGA TRIANA

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

**2022**

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PERTENECIENTE AL  
CORREGIMIENTO LOS PONDORES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL  
CESAR, LA GUAJIRA**

**AUTORAS**

IRINA CARRILLO CAMACHO

ROSA GISELA VEGA TRIANA

**DIRECTORA**

ING. KARINA PAOLA TORRES CERVERA

**CODIRECTOR**

ING. ÁLVARO RAFAEL MEJÍA ACOSTA

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

**2021**

### DEDICATORIA

Dedicado al dador de la vida, Dios, por darme la oportunidad de culminar una carrera universitaria y la fuerza necesaria para afrontar los obstáculos que encuentro en mi camino. A mi madre Rosanna Beatriz Camacho Molina, quien ha permanecido siempre apoyándome, dándome cuidado y amor y quien es mi ejemplo a seguir. A mí misma porque muchas veces tuve dudas y me encontré en la incertidumbre, hoy día me siento orgullosa de lo que he logrado con mi esfuerzo y ayuda de mis seres amados.

Irina Carrillo Camacho

Este trabajo es dedicado principalmente a Dios por mantenerme siempre en pie, firme y constante, por darme la fuerza, la sabiduría y la inteligencia para afrontar y salir adelante a pesar de todos los obstáculos, por iluminarme y beneficiarme durante todo mi proceso de formación e investigación. Seguidamente se lo dedico a mi madre Nubia Emelinda Triana Martínez por ser siempre mi apoyo condicional, gracias a ella y a todos sus esfuerzos soy la persona que soy hoy en día, por impulsarme y brindarme toda su ayuda moral y económica para poder salir adelante. A mi hermano Luis Guerra, a mi tía Andrea Triana por apoyarme en todo este largo camino de lucha y constancia.

Rosa Gisela Vega Triana

### AGRADECIMIENTOS

Doy infinitas gracias al Padre por darme fuerza para levantarme y seguir mis sueños. Agradezco a mi madre por su ayuda incondicional en todo este maravilloso proceso, a mi padre y mi familia por acompañarme y brindarme apoyo cuando lo necesité. A Rafael Fico Fragozo y Luis Antonio Ariño, sin ellos este trabajo no pudo haberse llevado a cabo, gracias por guiarnos con su sabiduría y paciencia en todo este recorrido. Y a los amigos que he hecho en mi camino, por darme momentos de alegría, euforia y ser mi soporte emocional.

Irina Carrillo Camacho

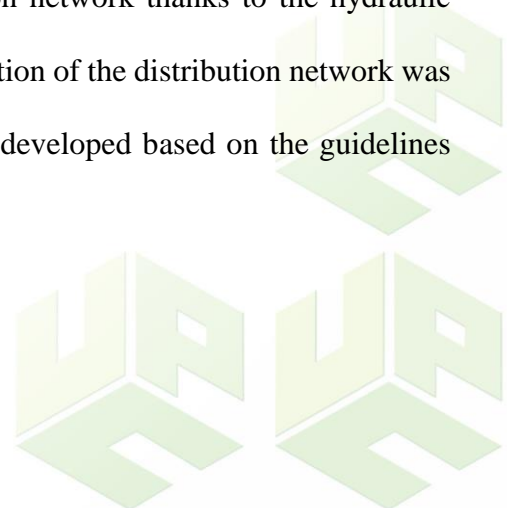
Hoy agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, por darme la valentía de afrontar todo el obstáculo para poder salir adelante, a mi familia por ser ese motor de ayuda y empuje para conmigo, porque han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, por su ayuda comprensión en todo momento a la Universidad Popular del Cesar por la oportunidad que me brindo al formarme como profesional, así mismo, agradecer a todos los profesores que hicieron parte de todo este proceso, a nuestra directora Ing. Karina Torres Cervera y codirector Ing. Álvaro Mejía Acosta, por orientarnos durante el proceso de esta investigación y, finalmente, agradecemos a nuestros evaluadores por el acompañamiento en el desarrollo de este proyecto. A todos con mucho cariño y muchísimas gracias...

Rosa Gisela Vega Triana

### RESUMEN Y ABSTRACT

El presente documento muestra la planificación y metodología aplicadas en la optimización del sistema de acueducto para el corregimiento Los Pondores. Inicialmente, se recolectó información acerca de la población de estudio relacionada a los aspectos relevantes para el desarrollo de la investigación, como lo es el conocimiento y uso que le dan a los distintos servicios de saneamiento básico existentes y número de habitantes, evidenciando que la población no cuenta con facturación del servicio de acueducto. Posterior a esto, se estimaron las demandas poblacionales para poder determinar los caudales de diseño. Se midieron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar estas condiciones en el agua, además se determinó si estos resultados están dentro de los límites permisibles por la normatividad vigente colombiana. En secuencia, se llevó a cabo una estimación del caudal de aforo en los tanques de almacenamiento para conocer la capacidad instalada en el sistema actual dando como resultado un exceso en el caudal, es decir, el agua que pasa por el sistema es mayor al caudal proyectado en el periodo de diseño. Se propuso un sistema de desinfección basado en la inyección de solución de HTC en la tubería de aducción, logrando niveles requeridos de cloro residual en el agua previamente esta sea enviada a la red de distribución gracias al tiempo de retención hidráulico de cada tanque. Por último, se realizó la simulación hidráulica de la red de distribución en el software EPANET. Este proyecto se elaboró basándose en los lineamientos establecidos por la resolución 0330 de 2017.

This document shows the planning and methodology applied in the optimization of the aqueduct system for the Los Pandores township. Initially, information was collected about the study population related to the relevant aspects for the development of the research, such as the knowledge and use that they give to the different existing basic sanitation services and the number of inhabitants, showing that the population does not have billing for the aqueduct service. After this, the population demands were estimated in order to determine the design flows. Physicochemical and microbiological parameters were measured to determine these conditions in the water, it was also determined if these results are within the permissible limits by current Colombian regulations. In sequence, an estimation of the capacity flow in the storage tanks was carried out to know the installed capacity in the current system, resulting in an excess in the flow, that is, the water that passes through the system is greater than the projected flow in the design period. A disinfection system based on the injection of HTC solution in the adduction pipe was proposed, achieving required levels of residual chlorine in the water before it is sent to the distribution network thanks to the hydraulic retention time of each tank. Finally, the hydraulic simulation of the distribution network was carried out in the EPANET software. This project was developed based on the guidelines established by resolution 0330 of 2017.





**Tabla De Contenido**

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	14
1. Diseño Del Sistema De Acueducto Para El Corregimiento Los Pondores Del Municipio De San Juan Del Cesar, La Guajira .....	16
2. Planteamiento Del Problema .....	17
2.1. Descripción Del Problema .....	17
1.1. Formulación Del Problema.....	19
2. Justificación .....	20
3. Objetivos.....	22
3.1. Objetivo General.....	22
3.2. Objetivos Específicos .....	22
4. Marco Referencial .....	23
4.1. Antecedentes Investigativos .....	23
4.2. Marco Teórico.....	28
4.2.1. Agua Potable .....	28
4.2.2. Acueducto.....	30
4.2.3. Componentes Del Sistema De Acueducto.....	30
4.3. Marco Conceptual.....	35
4.4. Marco Contextual .....	39
4.4.1. Área De Estudio .....	40
4.5. Marco Legal.....	43

5.	Marco Metodológico .....	47
5.1.	Línea De Investigación .....	47
5.2.	Tipo De Investigación.....	47
5.3.	Nivel De Investigación .....	47
5.4.	Población .....	47
5.5.	Desarrollo Metodológico .....	48
5.5.1.	Fase 1. Realizar Un Diagnóstico Del Corregimiento Los Ponedores Con Relación Al Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano. ....	48
5.5.2.	Fase 2. Determinar La Población Futura Y Los Caudales De Diseño Del Sistema De Acueducto.....	49
5.5.3.	Fase 3. Realizar El Diseño De Cada Componente Del Sistema De Acueducto Basándose En Los Caudales Calculados Y La Capacidad Instalada.....	50
6.	Resultados.....	51
6.1.	Fase 1. Realizar Un Diagnóstico Del Corregimiento Los Ponedores Con Relación Al Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano. ....	51
6.1.1.	Reseña Histórica De San Juan Del Cesar .....	51
6.1.2.	Localización Geográfica.....	52
6.1.3.	Climatología .....	52
6.1.4.	Calidad Del Aire.....	53
6.1.5.	Topografía .....	54
6.1.6.	Características Socio-Culturales.....	54
6.1.7.	Descripción Detallada De La Situación Del Corregimiento .....	56

6.2.	Fase 2. Determinar La Población Futura Y Los Caudales De Diseño Del Sistema De Acueducto.....	68
6.2.1.	Proyecciones De Población Del Corregimiento Los Ponedores Partiendo De Población Para 2021 De 1950 Habitantes, Fuente: Sisbén.....	71
6.2.2.	Proyecciones De Población Del Corregimiento Los Ponedores Partiendo De Población Para 2021 De 1741 Habitantes, Proyectada A Partir Del DANE.....	77
6.2.3.	Dotación Neta Máxima.....	80
6.2.4.	Dotación Bruta.....	81
6.2.5.	Caudal Medio Diario (Qmd).....	81
6.2.6.	Caudal Máximo Diario (QMD).....	82
6.2.7.	Caudal Máximo Horario (QMH).....	83
6.2.8.	Caudal De Diseño Para Cada Componente Del Sistema De Acueducto.....	83
6.3.	Fase 3. Realizar El Diseño De Cada Componente Del Sistema De Acueducto Basándose En Los Caudales Calculados Y La Capacidad Instalada.....	84
6.3.1.	Aspectos Generales Del Sistema.....	84
6.3.2.	Captación.....	85
6.3.3.	Aducción.....	86
6.3.4.	Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	88
6.3.5.	Tanque de almacenamiento.....	98
6.3.6.	Redes De Distribución.....	101
7.	Conclusiones.....	125
8.	Recomendaciones.....	128
9.	Referencias.....	129



10. Anexos..... 135

**Listado De Tablas**

Tabla 1. Principales enfermedades transmitidas por el agua..... 29

Tabla 2. Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población ..... 30

Tabla 3. Marco legal..... 43

Tabla 4. Caracterización de la fuente ..... 63

Tabla 5. Parámetros climáticos..... 66

Tabla 6. Proyecciones tasa de crecimiento del 5.9% ..... 71

Tabla 7. Proyecciones tasa de crecimiento del 3.96% ..... 72

Tabla 8. Proyecciones tasa de crecimiento del 2% ..... 72

Tabla 9. Proyecciones tasa de crecimiento del 5.8% ..... 73

Tabla 10. Proyecciones tasa de crecimiento del 3.86% ..... 74

Tabla 11. Proyecciones tasa de crecimiento del 1.98% ..... 75

Tabla 12. Proyecciones tasa de crecimiento de 103 hab/año ..... 75

Tabla 13. Proyecciones tasa de crecimiento de 66 hab/año ..... 76

Tabla 14. Proyecciones tasa de crecimiento de 29 hab/año ..... 77

Tabla 15. Proyecciones tasa de crecimiento 1.99%..... 78

Tabla 16. Proyecciones tasa de crecimiento de 1.97% ..... 78

Tabla 17. Proyecciones tasa de crecimiento de 29 hab/año ..... 79

Tabla 18. Resultados proyecciones de población..... 80

Tabla 19. Caudales de diseño ..... 84

Tabla 20. Observaciones cloro residual solución patrón 1%..... 89

Tabla 21. Observaciones cloro residual solución patrón 0.2%..... 94

Tabla 22. Parámetros de diseño de la red de distribución..... 101

Tabla 23. Opciones para la simulación hidráulica..... 102

Tabla 24. Cálculo de caudales por nudo.....	109
Tabla 25. Estado de los nudos de la red de distribución.....	112
Tabla 26. Estado de los tramos de la red de distribución .....	114
Tabla 27. Curva de variación del consumo horario.....	121

### Listado de Figuras

Figura 1. Ubicación de Los Pondores, San Juan del Cesar .....	41
Figura 2. Habitantes por vivienda vs número de encuestados.....	58
Figura 3. Servicios a los que los encuestados creen acceder en su vivienda.....	59
Figura 4. Consideración del servicio de acueducto por parte de las personas encuestadas .	59
Figura 5. Principales usos que se le da al agua por parte de la comunidad .....	60
Figura 6. Consideración por parte de los encuestados acerca de si se han tomado medidas para hacer uso responsable del agua.....	61
Figura 7. Proyecciones de población para el municipio de San Juan del Cesar.....	69
Figura 8. Captación sistema de acueducto de Los Pondores .....	86
Figura 9. Perfil tubería de aducción.....	85
Figura 10. Accesorios tubería de aducción.....	87
Figura 11. Válvula de entrada al tanque de almacenamiento .....	88
Figura 12. Resultado frasco No. 1      Figura 13. Resultado frasco No. 2 .....	90
Figura 14. Resultado frasco No. 3      Figura 15. Resultado frasco No. 4 .....	90
Figura 16. Resultado frasco No. 5 .....	91
Figura 17. Frasco No. 1 sol 0.2%      Figura 18. Frasco No. 2 sol 0.2% .....	94
Figura 19. Frasco No. 3 sol 0.2% .....	95
Figura 20. Tanques de almacenamiento .....	98
Figura 21. Plano corregimiento Los Pondores.....	102
Figura 22. Áreas aferentes a cada nudo.....	105

Figura 23. Perfiles topográficos de terreno.....	104
Figura 24. Perfiles topográficos de terreno.....	104
Figura 25. Perfiles topográficos de terreno.....	105
Figura 26. Perfiles topográficos de terreno.....	106
Figura 27. Red de distribución corregimiento Los Pondores .....	110
Figura 28. Presión y caudal resultantes de la simulación hidráulica. ....	117
Figura 29. Presión y velocidad resultantes de la simulación hidráulica.....	118
Figura 30. Presión y diámetro resultantes de la simulación hidráulica. ....	119
Figura 31. Perfil longitudinal de presión, 1 .....	120
Figura 32. Perfil longitudinal de presión, 2.....	120
Figura 33. Resultado de presión en los nudos a las 7:00 AM .....	122
Figura 34. Resultado de presión en los nudos a las 11:00 PM. ....	123



## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como finalidad una propuesta de optimización del sistema de acueducto de Los Pondores buscando brindar una posible mejora a la infraestructura del sistema existente, en la cual, la información adquirida de fuentes primarias y secundarias es de gran ayuda para lograr un futuro porvenir.

Un sistema de acueducto, se puede definir como aquel que toma el agua desde la fuente de captación, que puede ser una naciente u ojo de agua; un pozo o un río y la conduce, a través de tuberías, hacia un depósito de almacenamiento y posteriormente a las viviendas con el objetivo de abastecer de agua a una población.

El presente documento tiene como principal misión brindar una alternativa como solución a una problemática que aqueja a los habitantes del corregimiento los Pondores San Juan del Cesar, La Guajira. Tal problemática es la carencia de un servicio vital como es el abastecimiento de agua potable de forma eficiente para satisfacer sus necesidades básicas. Es así como a partir de esto se lleva a cabo la planificación de una estrategia basándose en conocimientos de ingeniería. Dando como resultado los diseños de obras de captación, aducción, planta de tratamiento de agua potable, conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, para lo cual se tiene en cuenta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000), reglamentos y normatividad legal vigente.

En el avance de cada capítulo se verá elaborado el planteamiento y desarrollo de una metodología para solventar el problema presentado. El buen desarrollo de este trabajo se realiza gracias al acceso al corregimiento sin dificultades, la disposición de los habitantes y del personal encargado de abastecer a la población en la actualidad.



**1. Optimización Del Sistema De Acueducto Perteneciente Al Corregimiento Los**

**Pondores Del Municipio De San Juan Del Cesar, La Guajira**



## **2. Planteamiento Del Problema**

### **2.1.Descripción Del Problema**

El ser humano cuenta con necesidades básicas que debe suplir para poder desarrollar las actividades cotidianas. Como se sabe el agua compone gran parte del cuerpo lo que garantiza el óptimo desempeño del organismo, para ello se debe proporcionar agua potable con estándares de calidad. (Granados y López, 2018).

Colombia es un país considerado como mega diverso por su riqueza en recursos naturales, además, su ubicación le permite tener una favorable alta pluviosidad lo cual hace que se disponga de más abundante agua que cualquier otro país (teniendo en cuenta su área y población), contando con más de 2132 km<sup>3</sup>/año de agua dulce (Upegui y Restrepo, 2017). Sin embargo, para el 2018, 3,6 millones de personas en Colombia no tienen cobertura de acueducto, de manera que de acuerdo con este dato, el 24,91% de la población rural en Colombia no tiene acceso y/o cobertura de servicio de acueducto, por falta de gestión, planeación y prospectiva de los entes administrativos gubernamentales que influye negativamente en la calidad de vida de los habitantes que residen en las zonas rurales de Colombia. (Departamento Nacional de Planeación, 2018 citado por el Espectador, 2018).

Según la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (2011) la falta de agua potable tiene impactos nefastos en los procesos de desarrollo. Esto constituye la segunda causa de morbilidad-mortalidad para menores de cinco años, y es el mayor componente de la carga de enfermedades asociadas con el ambiente.

La carencia de saneamiento seguro contribuye a la diarrea, una de las mayores preocupaciones de salud pública y una de las principales causas de enfermedad y muerte entre los niños menores de cinco años en los países de ingresos bajos y medios; el saneamiento deficiente también contribuye a la aparición de varias enfermedades tropicales desatendidas y al surgimiento de resultados adversos más amplios, como la desnutrición (OMS, 2019).

A esta situación no es ajena el corregimiento Los Ponderos ubicado en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira, en donde se presentan graves problemas relacionados con el consumo de agua, esta es suministrada unas horas al día mediante un pozo profundo, en el que se encuentra instalada una motobomba, la cual impulsa el agua hacia los tanques de almacenamiento y desde estos hacia las casas.

Sin embargo, no se garantiza que el agua sea potable, por lo cual habitantes de la comunidad deben comprar bolsas o pimpinas de agua para su abastecimiento, esto teniendo en cuenta que en muchas ocasiones los habitantes no poseen la facilidad económica para adquirir el agua de este modo y recurren a la captación de este recurso por medio de la escorrentía superficial o sin tener en cuenta los parámetros mínimos permisibles para el consumo de esta, poniendo finalmente en riesgo su salud, alimentación e higiene.

Debido a la problemática planteada en líneas anteriores es relevante realizar este estudio que permita un mejoramiento de redes de acueducto, en donde se planteen estrategias

que permitan un progreso en la calidad de vida de la comunidad objeto de estudio, por lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

### **1.1. Formulación Del Problema**

¿Cuál es el planteamiento adecuado para la optimización del sistema de acueducto perteneciente al corregimiento Los Pondores del municipio de San Juan del Cesar, La Guajira?



## **2. Justificación**

Un acueducto está diseñado para garantizar la sostenibilidad ambiental y el aprovechamiento responsable del agua del lugar en donde se ejecute, además, es un indicador de desarrollo y progreso debido a que contribuye a la salud pública generando una mejor calidad de vida para sus habitantes. También, el adecuado abastecimiento y consumo de agua potable reduce significativamente la prevalencia de enfermedades causadas por el consumo de agua sin ningún tipo de tratamiento, de manera que resulta de gran relevancia garantizar el agua y el ambiente sano porque es un compromiso social ya que es esencial para la vida humana, además, de la incidencia sobre la salud y el desarrollo de los niños que son reconocidos como población vulnerable.

Asimismo, los resultados de este estudio serán una guía útil para que las autoridades competentes como gobierno local, secretaría de salud y de ambiente puedan ver las necesidades de la comunidad y conforme con esto ajustar los planes de desarrollo asegurando así que las inversiones realizadas permitan subsanar los problemas sociales y ambientales presentes en el corregimiento.

Desde el punto de vista legal, este estudio se realiza porque la ONU reconoció en 2010 el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento; “Todas las personas tienen derecho a disponer de forma continuada de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico”. Igualmente, la constitución política de Colombia de 1991 establece como finalidad social del estado

asegurar el acceso a servicios públicos; “El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable”.

Es de suma importancia conocer las condiciones en las que se desarrolla la población del corregimiento Los Pondores, debido a que gracias a esto será posible realizar adecuadamente la optimización del sistema de acueducto del cual esta se abastecerá, siguiendo todos los lineamientos normativos y así ir encaminándose al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.





### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Optimizar el sistema de acueducto perteneciente al corregimiento Los Pondores en el municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del corregimiento Los Pondores con relación al abastecimiento de agua para consumo humano.
- Determinar la población futura y los caudales de diseño de los componentes del sistema de acueducto.
- Realizar el diseño de los componentes del sistema de acueducto basándose en los caudales calculados y la capacidad instalada.



#### **4. Marco Referencial**

##### **4.1. Antecedentes Investigativos**

Espitia (2019) realizó un estudio titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EN LA VEREDA LIMONCITOS MUNICIPIO DE PACHO, CUNDINAMARCA. Pasantía para optar al título de Ingeniera Sanitaria de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas. La metodología se conforma por tres principales fases posteriores a la recopilación de la información acerca de la vereda, necesaria para el desarrollo del proyecto; las cuales son descritas a continuación: La primera es el diseño hidráulico del sistema de captación, tanque de almacenamiento y red de distribución de la vereda, en la segunda fase se elaboran los planos correspondientes a las estructuras del sistema de acueducto y en la tercera fase se ejecuta la modelación del sistema hidráulicos con ayuda de un software. En cuanto a los resultados, el análisis de calidad de agua de la fuente de suministro señala el incumplimiento en los límites máximos permisibles para turbiedad y coliformes totales, lo que representa un IRCA (Índice de Riesgo de Calidad de Agua) alto, por lo cual se requiere una PTAP encargada de potabilizar el agua que será destinada a consumo humano; no obstante, el diseño de la Planta de Tratamiento no estuvo incluido en el alcance de este proyecto.

Granados y López (2018) realizaron una investigación titulada PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACUEDUCTO EN LA VEREDA MONQUIRA (SOGAMOSO, BOYACÁ). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de

Ingeniero Civil de la Universidad La Gran Colombia. Las fases de esta investigación fueron principalmente: primera: descripción de la zona de estudio, es decir, describir las condiciones con las que los habitantes de la vereda captan el recurso hídrico; segunda: estudio de la demanda y las condiciones sanitarias de las instalaciones con las que los habitantes solventan sus necesidades; y la tercera fase: diseños de ingeniería del sistema de acueducto como propuesta para mejorar la calidad de vida de la comunidad, a partir de la modelación en EPANET 2,0. En cuanto a los resultados de la investigación, al realizar la modelación en EPANET de las líneas de conducción y aducción se observa que debido a la topografía se manejaría presiones y caudales ideales, con la necesidad de un sistema de bombeo que lleve el recurso hídrico desde el tanque de almacenamiento hasta la PTAP. Además, según “El informe nacional para la calidad el agua 2014” realizado por el ministerio de salud y protección social el IRCA rural (Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano) correspondiente a la ciudad de Sogamoso es de 0.08 sin riesgo.

Prieto y Vaca (2018) realizaron un estudio que se titula DISEÑO DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PARA LA COMUNIDAD DE PUERTO SAIJA, TIMBIQUÍ – CAUCA. Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad Piloto de Colombia. La metodología se llevó a cabo en tres fases descritas a continuación: la primera fue investigación y recolección de diferentes fuentes bibliográficas y documentos que permitieron identificar la localización y la dimensión; aportaron información para determinar el número de beneficiarios potenciales del proyecto, la segunda

fue identificación de los elementos de diseño del acueducto y alcantarillado y la tercera fue la realización de la red de acueducto y alcantarillado en un modelo hidráulico. Dentro de los resultados de este estudio se encuentra que se logró diseñar una red de acueducto óptima para la comunidad de Puerto Saija, en la que la línea principal es de 1.15 Km con un diámetro de 4 pulgadas y de 2 pulgadas a 3 pulgadas en la línea secundaria, al modelar en EPANET 2.0 se observa que cumple con los valores requeridos por la resolución 0330 del 2017, para los parámetros de presión y diámetro mínimo y se recomendó instalar dos bombas con capacidad cada una de 6 l/s, se realizó una sugerencia de que se contara con una bomba diésel y una bomba eléctrica, por si no se cuenta con energía eléctrica, la bomba diesel siga abasteciendo a la población.

Velasco (2016) realizó una investigación titulada DISEÑO DE ACUEDUCTO PARA LA VEREDA LA MINA UBICADA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MIRANDA, CAUCA. Propuesta de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad Militar Nueva Granada. Este proyecto se realizó dando resultado a cuatro objetivos específicos: El primero fue diseñar las obras de captación, desarenador, red de distribución y tanque de almacenamiento del acueducto para la vereda La Mina; el segundo se trató acerca de identificar las condiciones de la zona de captación del agua para su correcta distribución; el tercero fue establecer la población beneficiada y por último estuvo evaluar el sistema de acueducto manejado por la vereda, con el fin de proyectar soluciones adecuadas al problema; todo esto posterior a la realización de consultas y visitas

directas a representantes de la comunidad y organizaciones sociales de la vereda, adicionalmente se realizó una revisión de los documentos que componen el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), con el fin de documentar y tener un contexto social y geográfico en el que posteriormente se desarrollaría el proyecto.

Soto (2012) realizó un estudio que se titula **METODOLOGÍA PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE ACUEDUCTO CON BAJAS POBLACIONES. CASO DE ESTUDIO CORREGIMIENTO LAS PALMAS**. Proyecto de investigación para optar al grado de Ingeniera Civil de la Universidad Tecnológica de Bolívar. La metodología que se llevó a cabo en las siguientes tres fases: la primera fue recopilación de información acerca de la situación actual, antecedentes históricos y la problemática que estaba enfrentando el corregimiento; la segunda fue análisis de la información y características del lugar para posteriormente evaluar cuáles de estas son de gran importancia para la creación de la estrategia de mejoramiento, en este caso, implementación de un sistema de abastecimiento de agua; la tercera fase fue la aplicación metódica del cálculo del caudal de diseño para la modelación de la red del corregimiento. Se concluyó que después de la aplicación de varias estrategias y la evaluación de los resultados se llega a un modelo el cual es el más viable para el abastecimiento de la población. El trazado está diseñado para un cumplir con un caudal de diseño de 15.912 l/s; consta de una red matriz de la cual desencadenan tuberías secundarias en los sitios más estratégicos y en los lugares más poblados por las viviendas, presentado forma de espina de pescado; la red de distribución está conformada por 43 conexiones, 18

tramos de red matriz y 25 tramos de red secundaria respectivamente. Por último se pudo concluir que la aplicación de un sistema convencional (metodología establecida por el RAS 2000) no es el más adecuado y ventajoso económicamente en los casos donde las localidades posean un bajo nivel poblacional.



## 4.2. Marco Teórico

### 4.2.1. Agua Potable

Orjuela y Velásquez (2015) consideran que el agua es apta para el consumo humano o es potable, cuando cumple ciertos requisitos químicos relacionados con buenas condiciones físicas, libre de sustancias nocivas, inobjetable en su color y sabor y sin contener organismos que puedan ser perjudiciales para la salud del que la consume.

- **Condiciones físicas:** el agua no debe presentar ni color, ni olor, ni materiales que le den aspecto de turbiedad o desagradable.
- **Condiciones químicas:** el agua potable en sus condiciones químicas debe ser agradable al gusto, con una cantidad de sales disueltas que no sea ni excesiva ni insuficiente (cloro, sulfatos, carbonatos, que se combinan con sodio, calcio magnesio, arsénico, flúor, etc.).
- **Condiciones microbiológicas:** para que el agua sea potable debe estar exenta de todo microorganismo patógeno o bacteria.

Por otra parte, un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema (Cárdenas y Patiño, 2010).

#### 4.2.1.1. Principales Enfermedades Transmitidas Por El Agua

A continuación, se mencionan las principales enfermedades transmitidas por agua, así como las causas y vías de transmisión y su extensión geográfica. Observar tabla 1.

**Tabla 1.**

*Principales enfermedades transmitidas por el agua*

<b>Enfermedades</b>	<b>Causas y vías de transmisión</b>	<b>Extensión geográfica</b>
<b>Disentería amebiana</b>	Los protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contactos de una persona con otra.	Todo el mundo
<b>Disentería bacilar</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo
<b>Enfermedades diarreicas (inclusive la disentería amebiana y bacilar )</b>	Diversas bacterias, virus y protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo
<b>Cólera</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Sudamérica, África, Asia
<b>Hepatitis A</b>	El virus pasa por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	Todo el mundo
<b>Fiebre paratifoidea y tifoidea</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	80% en Asia, 20% en América Latina, África
<b>Poliomielitis</b>	El virus pasa por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona con otra.	66% en la india, 34% en el cercano Oriente, Asia, África

*Nota.* Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2003.

#### **4.2.2. Acueducto**

Según Granados y López (2018), la determinación del nivel de complejidad del sistema de acueducto será en función del número de habitantes en el casco urbano del municipio, de su capacidad socioeconómica o del nivel de dificultad técnica que se requiera para llevar a cabo el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

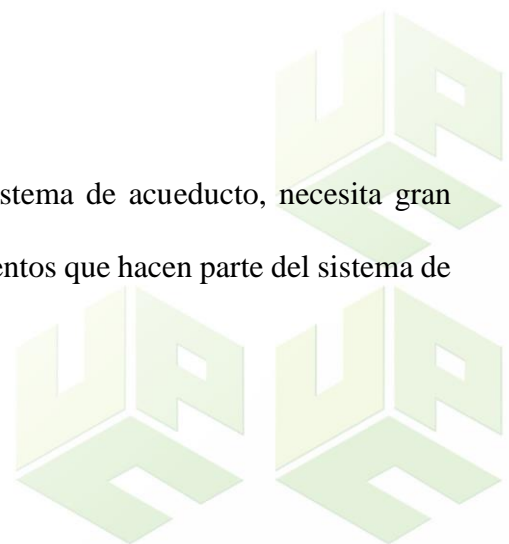
*Niveles de complejidad de un acueducto en función de la población*

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Población en la zona urbana (habitantes)</b>	<b>Capacidad económica de los usuarios</b>
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	>60000	Alta

*Nota.* RAS, título A, 2000.

#### **4.2.3. Componentes Del Sistema De Acueducto**

Granados y López (2018), establecen que un sistema de acueducto, necesita gran cantidad y variedad de obras o construcciones. Los elementos que hacen parte del sistema de acueducto son:



#### **4.2.3.1. Microcuenca**

Es la fuente de abastecimiento de agua en una región, es decir, de donde se obtiene el agua que se va a distribuir. La microcuenca es el área geográfica mínima en la cual el agua se desplaza a través de drenajes con una salida principal llamada nacimiento o desagüe. Cuando este desagüe o río desemboca en otros cuerpos de agua mayores, como un lago, otro río, una ciénaga, o desemboca en el mar, se habla de una cuenca.

#### **4.2.3.2. Captación**

Está conformada por las obras o estructuras que permiten tomar el agua de la fuente en forma controlada. En fuentes superficiales las captaciones se denominan bocatomas y en aguas subterráneas pozos o aljibes.

Para la captación de aguas en ríos, existen diferentes casos:

- Si la cantidad de agua por utilizar es muy pequeña, basta tomar directamente construyendo a unos dos metros de la orilla del río una caja o tanque que tenga su base a un metro más por debajo que el nivel mínimo de las aguas en estiaje y épocas de máxima sequía. El orificio de entrada según su diámetro podrá tener un colador o una compuerta que permita regular la entrada de agua, según las necesidades del servicio; cuando el agua deba elevarse, en sus orillas se instalarán las bombas de elevación.
- Si el agua no se toma directamente del río sino de excavaciones hechas en terrenos aledaños, constituidos por materiales de acarreo que constituyen excelentes capas

filtrantes, se excavan pozos en estos terrenos donde se encontrará agua abundante a poca profundidad, con la ventaja de que ha sufrido una filtración por consiguiente es de mayor pureza que la que corre por el río.

- Cuando se trate de grandes abastecimientos de agua, es necesario recurrir al embalse de aguas para construir un gran recipiente de alimentación, instalando la toma en el interior del embalse, de modo que la carga de agua tenga una altura suficiente que asegure, en todo caso, la entrada de volumen previsto de líquido a la tubería de toma.

#### **4.2.3.3. Aducción**

Tuberías que llevan el agua hasta el desarenador.

#### **4.2.3.4. Desarenador**

Son tanques cuya función es separar las arenas y elementos sólidos que lleva el agua en su recorrido. No todos los acueductos cuentan con este componente.

#### **4.2.3.5. Obras De Conducción**

Este componente está constituido por las tuberías o mangueras que conducen nuevamente el agua a la planta de tratamiento (si la hay) o al tanque de almacenamiento y a la red de distribución.

#### **4.2.3.6. Planta De Tratamiento**

Es el componente que realiza la función de purificación y potabilización del agua.

#### **4.2.3.7. *Tanques De Almacenamiento***

Una vez el agua sea potable, esta se almacena en tanques, esto permite disponer de reservas de agua. Debido a que el consumo de la población no es constante sino que varía según la hora del día, el tanque regula las variaciones del consumo. La función básica del tanque es almacenar agua en las horas que se consume menos, de tal forma que en el momento en que la demanda es mayor, el suministro se completa con el agua almacenada. El tanque permite disponer de almacenamiento en caso de reparaciones o para atender incendios y regula las presiones en la red de distribución. Este es el séptimo componente de un sistema de acueducto.

#### **4.2.3.8. *Sistemas De Distribución Y Conexiones Domiciliarias***

Son el conjunto de tuberías o mangueras encargadas de llevar el agua hasta cada vivienda.

#### **4.2.3.9. *Conocimiento Del Sistema De Acueducto Y De La Calidad Del Servicio***

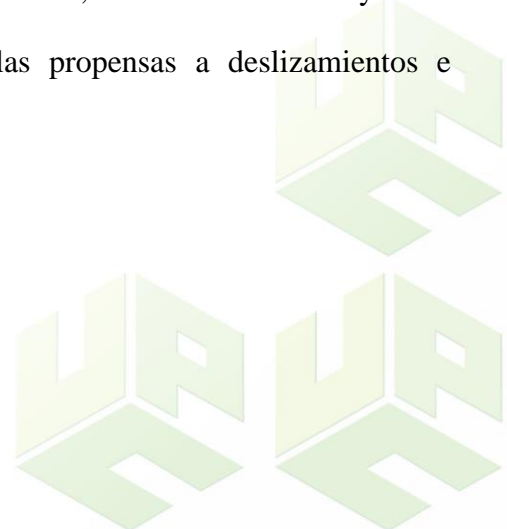
Con el fin de hacer un acueducto es necesario saber cómo opera en general el sistema de acueducto y qué elementos principales lo conforman; además, es importante tener un conocimiento detallado del sistema de tratamiento de agua (caudal medio producido y su variación a lo largo del día, calidad de agua.) y del sistema de almacenamiento, de volumen y ubicación debe ser suficiente para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua.

Cuando se tienen valores de presiones de servicio mayores a 15 metros de columna de agua ( $1\text{m.c.a} = 1 \text{ ton} / \text{m}^2 = 0.1 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ ) se dice que se tiene una buena calidad del servicio; los otros parámetros asociados con un buen servicio son la continuidad en el suministro y la calidad de agua entregada al usuario.

#### **4.2.3.10. Condiciones Topográficas, Geotécnicas Y Sísmicas**

Además del conocimiento del sistema de acueducto y de la red de la distribución existente, los estudios previos deben proveer información topográfica, geotécnica y sísmica del municipio, planos de catastro de la infraestructura de otros servicios públicos, planos en la red vial, planos IGAC a escala 1:2000 (si existen) y fotografías aéreas que incluyan el área a ser servida.

La información geotécnica se refiere a las características del subsuelo en la zona donde se realizara el trazado de la red de distribución, tomada de los planos geológicos, de información de campo o de estudios o diseños de viviendas, infraestructura vial y otros servicios. Deben identificarse las zonas de falla y las propensas a deslizamientos e inundaciones.



### 4.3. Marco Conceptual

**Acueducto:** Conducto para transportar agua, generalmente en grandes cantidades para abastecer a una población.

**Agua cruda:** es el nombre que recibe el agua que no ha recibido ningún tratamiento, y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas

**Agua potable:** La definición de agua potable indica que es aquella que está libre de arsénico, cadmio, zinc, cromo, nitratos y nitritos, microorganismos patógenos, y posee propiedades físicas agradables, por tal motivo dicha agua es la que ha pasado por una planta potabilizadora en la cual se han retirado sustancias y microorganismos. (Cáceres y Martín, 2019). La clasificación de agua potable se realiza según normativas nacionales. Para el caso colombiano la normativa vigente es la Resolución 2115 de 2007 en la cual se determinan los factores primordiales para que esta pueda ser consumida por seres humanos sin generar repercusiones a la salud tanto leve como grave, o incluso la muerte, teniendo en cuenta parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

**Calidad del agua:** Conjunto de características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas propias del agua, las cuales se modifican en el proceso de potabilización.

**Caudal:** Volumen o cantidad de agua que circula a través de una sección transversal de un ducto por unidad de tiempo.

**Consumo básico:** Aquel que satisface las necesidades básicas de una familia el cual está definido en 20m<sup>3</sup> mensuales por usuario facturado. (Resolución 08 de 1995).

**Diagnóstico ambiental:** Es una caracterización puntual del medio físico, químico o biótico, el cual tiende a establecer el estado actual de un sistema impactado en relación a patrones nacionales o internacionales vigentes.

**Dotación:** Cantidad promedio de agua asignada diariamente para su consumo a una población o un habitante expresada en términos de litro por habitante por día.

**Impacto ambiental:** Cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**Salud pública:** conjunto de Políticas, que busca garantizar la salud de una población, por medio de acciones que van dirigida de manera colectiva o individual, teniendo en cuenta que sus resultados se constituyen para determinar las condiciones de vida, bienestar y un correcto desarrollo.

**Saneamiento:** Conjunto de medidas para romper el ciclo de enfermedades; el saneamiento generalmente incluye disposición higiénica (segura) de excretas humanas y de animales, aguas residuales y residuos sólidos, drenaje y adopción de comportamientos de higiene (Medrano y Rodríguez, 2014).

**Servicio público domiciliario de acueducto:** Distribución de agua apta para consumo humano, incluyendo su conexión y medición. Además existen actividades complementarias que forman parte de este servicio tales como captación del agua, procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte. (Decreto 302 de 2000).

**Servicio regular:** Servicio de forma permanente que se presta a un inmueble para su utilización o consumo habitual.

**Sistema de suministro de agua potable:** De acuerdo al decreto 475 de 1998 es el conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales utilizados para realizar la captación, aducción, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable.

**Tratamiento del agua:** Conjunto de procesos y operaciones aplicados al agua cruda con el objetivo de modificar sus características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas garantizando su calidad al hacerla potable, de acuerdo con la normatividad legal establecida. (Decreto 475 de 1998).

**Uso racional del agua:** Forma de administrar el consumo del agua que es suministrada, el cual implica una reducción de la escasez en los cuerpos de agua y refleja un ahorro económico en los hogares.

**Usuario:** Persona natural o jurídica beneficiario de la prestación de un servicio público domiciliario, ya sea como propietario del inmueble donde se presta el servicio, o

como receptor directo del mismo, este último se conoce también como consumidor. (Decreto 302 de 2000).



#### **4.4. Marco Contextual**

Según la gobernación de La Guajira (2013), este es uno de los 32 Departamentos en que se constituye Colombia. Está situado al norte del país y pertenece al grupo de departamentos de la Región Caribe colombiana. Limita al norte y al oeste con el mar Caribe, al este con Venezuela; al sur con el departamento del Cesar y al suroeste con el departamento del Magdalena. Su capital es Riohacha.

Su territorio está constituido por la península de La Guajira, en su centro por una bajiplanicie; y al sur con partes de la sierra Nevada, la serranía del Perijá y la planicie aluvial de los ríos Ranchería y Cesar. Se extiende por una superficie de 20 848 km<sup>2</sup>.

Está conformada por 15 municipios, contando en 2011 con una población de 846.641 habitantes. Desde la década de 1970 ha sido punto de llegada de movimientos poblacionales e inmigraciones de países de Medio Oriente, hecho que ha ocasionado un crecimiento poblacional acelerado que a su vez genera una riqueza demográfica. En su territorio se encuentran tres parques naturales, cinco pueblos nativo-americanos y una gran comunidad musulmana que ha tenido un trascendental papel en su economía.

En sus características climatológicas, resalta en poseer todos los pisos térmicos de la zona intertropical con temperaturas promedio entre 35 y 40 °C —inferior a los mil metros de altura de relieve—. En sus características ecológicas constituye variedades de ecosistemas terrestres, entre los más predominantes se encuentran el desierto, la selva seca y húmeda de montaña.

En sus características hidrológicas, cuenta con depósitos de agua como pozos acuíferos y lagunas o jagüeyes que abastecen para el consumo de las comunidades. Como principales ríos están el Ranchería y el Cesar, otros más cortos, el Jerez, Ancho y Palomino; también surcan su territorio arroyos, entre estos el Carraipía y Paraguachón.

En sus aspectos culturales se destaca en ser cuna de la música Vallenata, tierra de cantantes y compositores. En el turismo detenta lugares exóticos muy atractivos. Económicamente es un departamento que tiene potencial energético en producción eléctrica —el cual no ha sido explotado—, en aprovechamiento de la radiación solar, los vientos alisios del nordeste, termoeléctrico e hidroeléctrico; y el gas natural.

#### **4.4.1. Área De Estudio**

El corregimiento de los Pondores, mostrado en la figura 1, es jurisdicción del municipio de San Juan del Cesar del departamento de La Guajira, su ubicación exacta es latitud 10° 43' 37" N y Longitud de: 73° 0' 22" W, aproximadamente a 3.8 Km al sur del casco urbano.



**Figura 1.**

*Ubicación de Los Pondores, San Juan del Cesar*



*Nota.* Tomada y Adaptada de Google Maps.

En el corregimiento se construyó un sistema de acueducto hace alrededor de 40 años para una población de aproximadamente 700 u 800 personas, que captaba el agua de un pozo profundo, sin embargo, actualmente no es posible abastecerse de este pozo, por lo que se construyó en el 2020 otro pozo el cual es la principal fuente de agua del corregimiento ya que no es posible captar el agua del río Cesar para abastecer a la población; existen dos tanques de almacenamiento, el primero construido en el acueducto de hace 40 años y el segundo se construyó hace casi 20 años debido al crecimiento poblacional.

A pesar de estas acciones, el servicio de acueducto es deficiente al no satisfacer las necesidades de la población actual la cual, según habitantes del corregimiento, es de alrededor de 1500 a 2000 habitantes o de 350 a 400 viviendas las cuales están categorizadas en estrato 1.

Asimismo, el alcantarillado del corregimiento es deficiente ya que el agua residual es recolectada pero no se realiza ningún tratamiento que haga posible su vertimiento hacia un cuerpo receptor, por lo tanto el agua residual se encuentra almacenada y estancada; actualmente en la alcaldía de San Juan del Cesar existe un proyecto a punto de ser ejecutado que está enfocado hacia este aspecto.

En cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos, se realiza dos veces por semana, el vehículo recolector ingresa al corregimiento sin problema; sin embargo la población arroja sus residuos hacia botaderos informales o realizan incineración de estos desechos.

La población del corregimiento se dedica principalmente a actividades ganaderas, además existen cultivos de maíz y yuca para su comercialización y cultivos de plátano a poca escala, existe una institución educativa de básica primaria llamada Centro Educativo Los Pondores, y los jóvenes cursan la secundaria en el municipio de San Juan del Cesar.

#### 4.5. Marco Legal

Para abordar el marco legal, se tomó en cuenta la Constitución Política de Colombia y una serie de leyes, decretos y resoluciones aplicables en el país, que hacen referencia, en grandes rasgos, al manejo y control del recurso hídrico. Su descripción generalizada se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3.**

*Marco legal*

<b>Normatividad</b>	<b>Título</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>Constitución política de Colombia</b>		El artículo 365 de la Constitución Política de Colombia, establece que, es deber del Estado asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional. En el artículo 366, se establece que las necesidades insatisfechas en salud, el saneamiento ambiental, la educación y el agua potable son objetivos fundamentales del estado
<b>Ley 9 de 1979</b>	Código sanitario ambiental	En el artículo 128 y 129 refiere las actividades que giran en torno al plan de saneamiento básico en tres ejes que son agua para consumo humano, procesamiento de aguas industriales, excretas y residuos.

<b>Normatividad</b>	<b>Título</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>Ley 99 de 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones	En el artículo 5 señala las funciones del ministerio de medio ambiente, dentro de estas el Ministerio se encarga de regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural;
<b>Ley 142 de 1994</b>	Ley del Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios	Por medio de la cual establece condiciones precisas en materia de regulación, operación, control y vigilancia. Igualmente, abre los espacios para la participación del sector privado y define las relaciones entre las empresas prestadoras del servicio y los usuarios del mismo, así como la estructuración de entidades administrativas y de control. Incorpora conceptos basados en la Constitución Nacional, tales como la eficiencia, la competencia, el control de gestión y los resultados que

<b>Normatividad</b>	<b>Título</b>	<b>Aplicabilidad</b>
		determinan las características de los servicios públicos.
<b>Decreto 1575 de 2007</b>	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.	Define el IRCA, Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano.
<b>Resolución 2115 del 2007</b>	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.	Parámetros e indicadores permisibles para garantizar la calidad del agua y determinación del tratamiento a seguir en el proyecto.
<b>Resolución 0330 de 2017</b>	Por la cual se adopta el Reglamento técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.	Reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.
<b>Resolución 0799 de 2021</b>	Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017	No quita validez a la resolución 0330, sino modifica algunos artículos en los cuales se adicionan requisitos técnicos en las distintas etapas de planeación, desarrollo y ejecución de proyectos relacionados con los servicios públicos

<b>Normatividad</b>	<b>Título</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>CONPES 3550 del 2008</b>	Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química	domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. En dicho documento se hace hincapié en ampliar la cobertura y el servicio eficiente de acueducto, pues el saneamiento básico inadecuado es la principal causa de enfermedades como la diarrea y parásitos intestinales que causan gastroenteritis



## **5. Marco Metodológico**

### **5.1. Línea De Investigación**

La línea de investigación de la facultad corresponde a sostenibilidad y gestión ambiental y la sublínea del programa corresponde a la de gestión integral del recurso hídrico.

### **5.2. Tipo De Investigación**

Este estudio es descriptivo porque se busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014).

### **5.3. Nivel De Investigación**

Se realizó una investigación de campo, la cual consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (Arias, 2006).

### **5.4. Población**

La población corresponde al corregimiento Los Ponedores, jurisdicción del municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

Muestra poblacional

La muestra está conformada por la comunidad, que fue la encargada de responder las preguntas referentes al abastecimiento de agua potable. El tipo de muestreo fue no probabilístico aleatorio teniendo en cuenta que se desconoce con exactitud el número de habitantes del corregimiento.

### **5.5. Desarrollo Metodológico**

A continuación, de manera detallada se encuentran las actividades que permiten darle cumplimiento a los objetivos específicos planteados en esta investigación:

#### ***5.5.1. Fase 1. Realizar Un Diagnóstico Del Corregimiento Los Ponedores Con Relación Al Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano.***

##### **Actividad 1.1. Definición de la situación actual.**

**Descripción:** Para esto se siguió un procedimiento, consiste en un conjunto de etapas que contribuyen a la planeación del proyecto; como diagnóstico detallado de la situación del corregimiento, determinación de la población afectada, características socio-culturales de la población, conocimiento de la infraestructura existente; y etapas relacionadas a la búsqueda y selección de la alternativa viable, determinación de costos y cronograma del proyecto.

Para la descripción detallada de la situación del corregimiento, se realizó el levantamiento de la línea base del mismo con relación al número de habitantes y el abastecimiento de agua potable, esto se logró por medio de diferentes visitas de campo, así

como una encuesta (observar anexo 1) en donde se indagó sobre los diferentes aspectos relacionados con el acceso a los servicios públicos con que disponen, información sobre tipo de servicios, disponibilidad, frecuencia, y demás aspectos relevantes en el resultado del diagnóstico, esto permitió identificar los problemas que aquejan a esta comunidad concernientes al abastecimiento de agua para consumo humano.

### ***5.5.2. Fase 2. Determinar La Población Futura Y Los Caudales De Diseño Del Sistema De Acueducto.***

Para el desarrollo de esta fase, se tuvieron en cuenta los datos recopilados en campo, así como la encuesta realizada a la población con la finalidad de conocer el número de habitantes y su percepción sobre este servicio público, posteriormente se realizaron las siguientes actividades:

#### **Actividad 2.1. Cálculo de la población futura.**

**Descripción:** En esta actividad es en la cual se realizó el análisis de los censos de población, obtención de las tasas de crecimiento por medio de ecuaciones y métodos de proyección para calcular la población futura hasta 25 años.

#### **Actividad 2.2. Determinación de los caudales de diseño.**

**Descripción:** Los caudales medio y máximo diarios necesarios para abastecer a la población se determinaron en función de aspectos respectivos a la población, es decir, fue necesario considerar datos como el porcentaje de cobertura del servicio, dotación neta y

dotación bruta; basándose principalmente en los lineamientos estipulados en la resolución 0330 de 2017 y en la resolución 799 del 9 de diciembre de 2021.

**5.5.3. Fase 3. Realizar El Diseño De Los Componentes Del Sistema De Acueducto  
Basándose En Los Caudales Calculados Y La Capacidad Instalada.**

**Actividad 3.1. Diseños de ingeniería**

**Descripción:** El diseño de las unidades del sistema de acueducto se realizó considerando la capacidad instalada de las estructuras existentes como lo es el pozo profundo en el cual se lleva a cabo captación por bombeo, ya que no es posible captar el agua del río Cesar como fuente de abastecimiento; obteniendo así el caudal del sistema actual y compararlo con el calculado en la fase anterior, necesario para satisfacer las necesidades de la población. Además fue necesario obtener levantamientos topográficos para conocer las cotas del terreno y así poder describir los componentes de la red.



## 6. Resultados

### *6.1. Fase 1. Realizar Un Diagnóstico Del Corregimiento Los Ponderes Con Relación Al Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano.*

#### **Actividad 1.1. Definición de la situación actual.**

##### *6.1.1. Reseña Histórica De San Juan Del Cesar*

Por Trinidad Mendoza, R (2019). San Juan del Cesar, único pueblo señorial asentado a orillas del río cesar sobre una altitud de 200 msnm, engastado en la hoya que lo ubica entre las estribaciones de la parte oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, y de la parte occidental de la Serranía del Perijá.

Su historia indica que en el año 1701 este poblado mantenía el nombre del pueblo de La Porquera, ya era populoso y contaba con 291 habitantes, pero carecía de su propia parroquia y del nombre oficial, dentro del régimen colonial.

En esa época, Salvador Félix Arias Pereira, capitán de las Milicias Disciplinadas de la Ciudad del Valle de Upar, fue designado por el Gobernador de la Provincia para que lo organizara y se inaugurara oficialmente con el nombre de San Juan Bautista de Zazare. Este nombre anotado por el propio actor, escogido en la fecha del 24 de junio para celebrar el día de San Juan Bautista elevando a su Santo Patrono, y elevarlo a la categoría de Parroquia por los jerarcas de la iglesia con el nombre de San Juan Bautista.

El desarrollo industrial del municipio es incipiente y, no se ha fomentado la generación de grandes industrias, las artesanías que en tiempos atrás eran explotadas en la zona rural, hoy en día tan sólo se da en un 10%. La Cabecera municipal está representada fundamentalmente por la actividad comercial caracterizada por el establecimiento de negocios de diferentes tamaños, orientados básicamente a la provisión de alimentos, prendas de vestir, calzado, muebles, electrodomésticos, material para la construcción, medicamentos, insumos para la ganadería y agricultura, repuestos para vehículos y maquinarias agrícolas.

### **6.1.2. Localización Geográfica**

El municipio de San Juan del Cesar está ubicado entre las estribaciones de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta a lo largo de los ríos Cesar y Ranchería. Coordenadas geográficas: entre 11° 00'53" y 10° 34'12" de latitud Norte y entre 73° 28' 18" y 72° 44' 46" de longitud Oeste, y por ser un territorio ondulado entre llanuras y cordilleras, su altitud oscila entre los 4160 a 180 metros sobre el nivel del mar (alcaldía de San Juan del Cesar, 2018).

El corregimiento Los Pondores, jurisdicción de San Juan del Cesar, La Guajira está ubicado en las siguientes coordenadas: 10°43'49.40" de latitud Norte y 73° 0'21.10" de longitud Oeste

### **6.1.3. Climatología**

El municipio de San Juan del Cesar presenta una climatología similar en toda su extensión, incluyendo los centros poblados, corregimientos y zonas rurales que pertenecen a

este; sin embargo cabe aclarar que existen variaciones locales de muchos microclimas presentes en el territorio municipal.

San Juan del Cesar presenta un clima caluroso a lo largo de todo el año; los veranos son cortos, secos y muy calientes, y los inviernos son nublados, lluviosos e igualmente calientes y opresivos.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 38 °C. Según la alcaldía municipal de San Juan del Cesar (2018), la temperatura media del municipio es de 27 °C

En el componente ambiental, San Juan del Cesar presenta un alto grado de deterioro medioambiental, por los efectos del cambio climático y el calentamiento global, lo cual ha conducido a la pérdida de los cuerpos de agua, al desabastecimiento y a la declaratoria de calamidad pública por el fenómeno del niño y la temporada seca (plan de desarrollo municipal, 2020-2023).

#### **6.1.4. Calidad Del Aire**

El alto grado de deterioro del recurso aire en el municipio por emisiones del parque automotor, la industria y otras fuentes de calor y material particulado, originados especialmente en el sector transporte y en la mina a cielo abierto de arcilla en “Betel”, está originando peligrosos traumas en la salud de la ciudadanía, ocasionándole serias dificultades respiratorias, de la piel y otros riesgos. (Plan de desarrollo municipal, 2020-2023).

#### **6.1.5. Topografía**

El corregimiento Los Pandores, al igual que el municipio de San Juan del Cesar, se encuentra en promedio a 214 msnm, es relativamente plano, mientras que el municipio presenta variaciones modestas de altitud en un radio de 3 Km.

El área en un radio de 3 Km de San Juan del Cesar está cubierta en su mayoría de pradera y árboles (cerca del 60%) y de arbustos y tierra de cultivo (cerca de un 40%).

#### **6.1.6. Características Socio-Culturales**

##### **6.1.6.1. Economía**

Según la Alcaldía Municipal de San Juan del Cesar (2018), la economía en la cabecera municipal está representada fundamentalmente por la actividad comercial. Efectivamente, en la cabecera se contabilizan 285 establecimientos, generando 536 empleos directos, no obstante esta cifra puede ser mayor si se tiene en cuenta los pequeños negocios de economía informal especialmente vendedores ambulantes asentados en la zona.

En cuanto a los servicios se destacan los restaurantes, residencias, billares, cantinas, hoteles, estancos, ventas de comidas rápidas, refresquerías, empresas de transportes de carros colombianos para Valledupar y carros venezolanos con destinos a todos los municipios de La Guajira, etc. Las estadísticas de los establecimientos de servicios son 175 y generan 689 empleos directos.

Los corregimientos y zona rural no cuentan con un sistema de comercio definido sino el de tiendas que revenden los productos que compran en la cabecera municipal (alcaldía municipal de San Juan del Cesar, 2018).

#### **6.1.6.2. Auto Reconocimiento Étnico**

Del total de la población, el 54.95% no pertenece a ningún grupo étnico, el 26.45% es Negro(a), Mulato(a), Afrodescendiente, Afrocolombiano(a) y el 18.1% es indígena.

De la población indígena el 38,0% vive en la zona urbana y el 62% en la zona rural y de la Negro(a), Mulato(a), Afrodescendiente, Afrocolombiano(a), el 31,4% vive en la zona urbana y el 68,6% en la zona rural. Por grupos indígenas el 86.8% son Wiwas, el 9.1% Wayuu, el 1.8% Arhuacos, el 1.4% Kamkuamos y el 0.9% otras etnias (Plan de desarrollo municipal 2020-2023).

#### **6.1.6.3. Cultura**

Por Herrera Romero, J. F. (2000). El Festival Nacional de Compositores de Música Vallenata es tal vez el evento más significativo del municipio de San Juan del Cesar. Como fuente de inspiración de las canciones Vallenatas están el río Cesar, las hermosas mujeres de San Juan y la "Luna Sanjuanera", cuyo canto es utilizado como himno del municipio. El objetivo del Festival es impulsar la materia prima que tiene la música Vallenata como es la composición, ya que San Juan del Cesar es el municipio de la Guajira donde se producen las más hermosas composiciones de música Vallenata. El Festival se realiza anualmente en el mes de Diciembre con el lema "Costumbre Sanjuanera es Entregar el Corazón".

### ***6.1.7. Descripción Detallada De La Situación Del Corregimiento***

La población de estudio es el corregimiento Los Pondores, jurisdicción de San Juan del Cesar, departamento de La Guajira.

Según la base de datos del Sisbén, en enero de 2021 Los Pondores contaba con 1950 habitantes (observar anexo 4). Sin embargo, según los resultados de los últimos censos que proporciona el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se muestra que en el 2005 el corregimiento contaba con 1269 habitantes y en el 2018 eran 1641 personas quienes allí habitaban, además se entrega una estimación del crecimiento poblacional anual del 2% (observar anexo 5), cifra que contrasta con los datos proporcionados por la oficina del Sisbén.

Al analizar la tasa de crecimiento poblacional mediante el método geométrico se llegó al valor de 1.99%, más cercano al valor que presenta el DANE; partiendo de la cifra de número de habitantes que este proporciona para el 2018 y, tomando la población del 2021 para hallar una tasa de crecimiento poblacional aplicando este mismo método, se llegó a un valor del 5.91%, al notar estas discrepancias entre ambas fuentes de información, se decidió proyectar al 2021 con la tasa de crecimiento del 2% y posteriormente realizar las proyecciones hasta 25 años.

Los habitantes del corregimiento se abastecen del recurso agua gracias a un pozo de 50 m de profundidad construido en el año 2020, el cual se encuentra ubicado al occidente del

corregimiento, específicamente en las coordenadas 10°43'45.08" de latitud norte y 73°0'32.08" de longitud oeste.

El agua captada no recibe ningún tratamiento de potabilización, esta es conducida desde el pozo hacia dos tanques de almacenamiento ubicados al norte del corregimiento, en un predio perteneciente al Sr. Efraín Calderón. Posteriormente es distribuida hacia las viviendas por la red existente, sin embargo en las viviendas más recientes ubicadas al oriente del corregimiento, no disponen de cobertura del servicio, puesto que la red de distribución no abarca la totalidad del sector; los usuarios que allí habitan deben hacer la conexión a la red por medio de mangueras de riego.

#### **6.1.7.1. Análisis De Las Encuestas**

Según las encuestas realizadas (ver anexo 1) aleatoriamente a 50 habitantes del corregimiento para conocer acerca de diferentes aspectos relacionados con el número de habitantes y el acceso a los servicios públicos, se puede afirmar lo siguiente:

Todas las viviendas del corregimiento se encuentran clasificadas en el nivel de estratificación social 1.

A la mayoría de las personas encuestadas le parece que el agua suministrada por el servicio de acueducto es apta para el consumo humano, es decir, potable. Sin embargo, esta mayoría de personas no conoce realmente si el agua es potable o no; sólo pocas personas

conocen verdaderamente que el agua que se consume en su vivienda no recibe ningún proceso de potabilización.

Se deseaba conocer la cantidad de personas que habitan en una vivienda encuestada, para tener una estimación de la densidad poblacional en la muestra, resultados que se muestran en la figura 2.

**Figura 2.**

*Habitantes por vivienda vs número de encuestados*

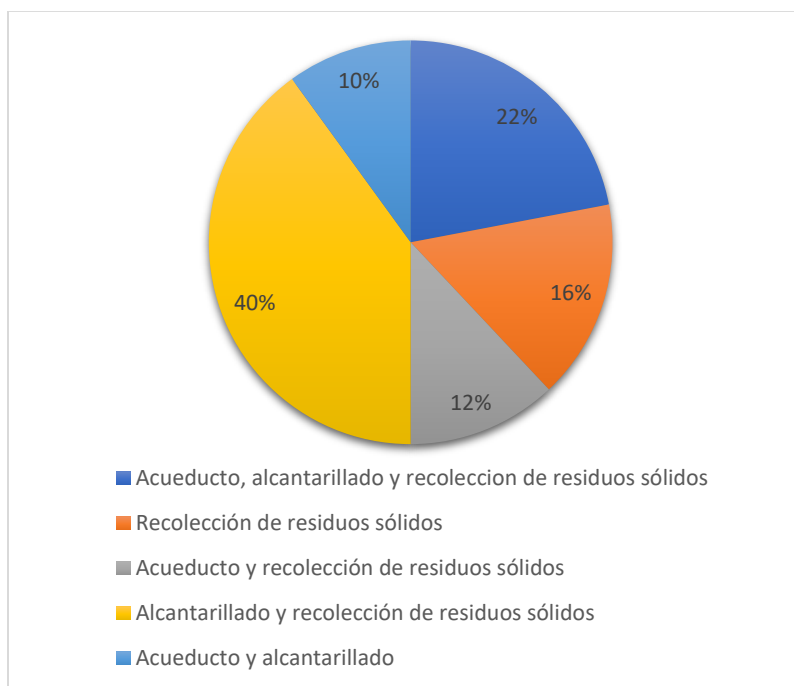


*Nota.* Autores, 2021.

Muchas de las personas encuestadas no tenían pleno conocimiento acerca de los servicios con los que se cuenta en su vivienda ni de su eficiencia, aun así haciendo uso de estos servicios, esto se hace evidente en las figuras 3 y 4.

**Figura 3.**

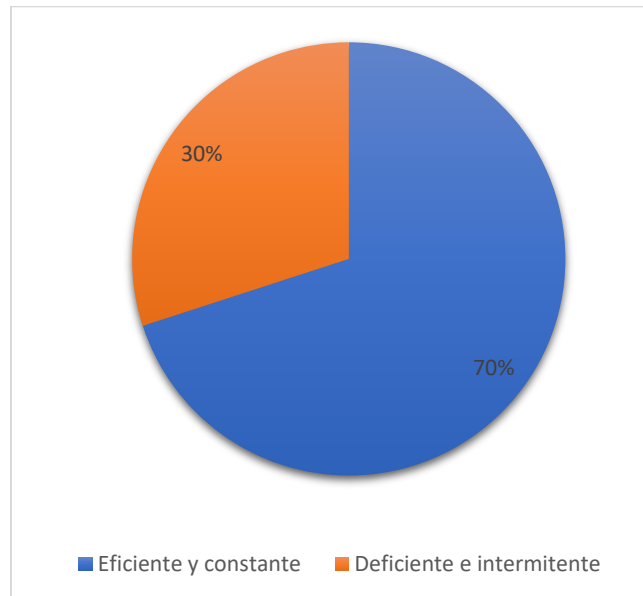
*Servicios a los que los encuestados creen acceder en su vivienda*



*Nota.* Autores, 2021.

**Figura 4.**

*Consideración del servicio de acueducto por parte de las personas encuestadas*

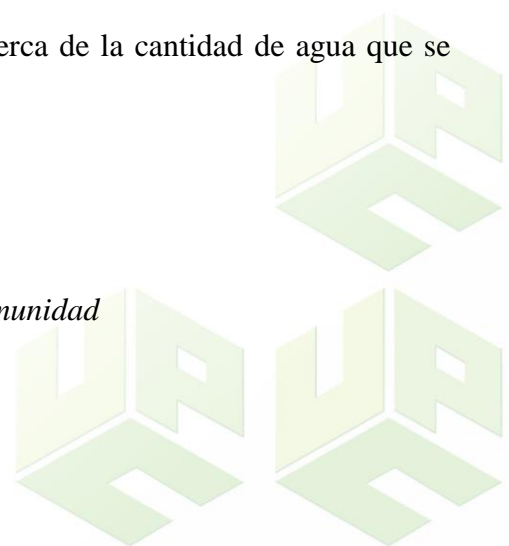


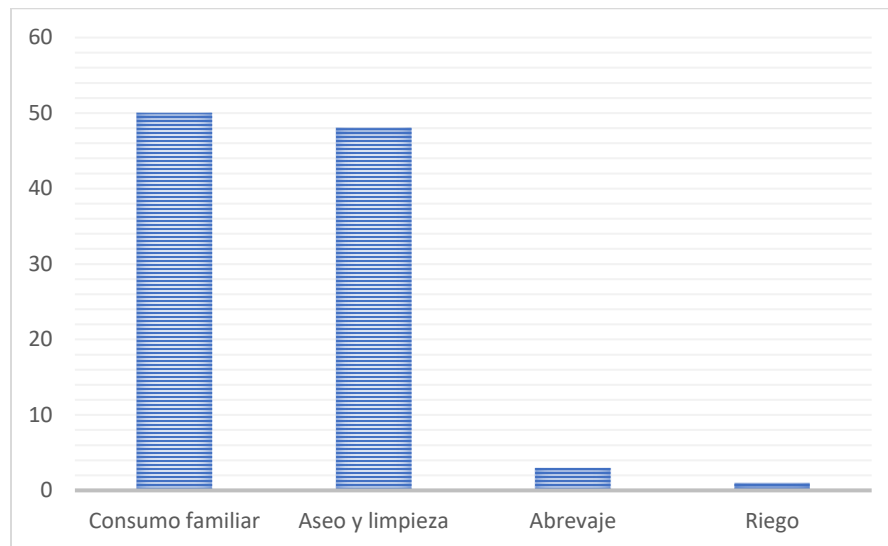
*Nota.* Autores, 2021.

En las figuras 5 y 6 se muestran los principales usos que se le da al agua proveniente del sistema de acueducto y si la comunidad cree que se han tomado medidas para hacer un uso responsable y racional de esta. Es evidente que el uso principal es doméstico, sin embargo se pudo evidenciar cierta falta de consciencia social acerca de la cantidad de agua que se consume.

**Figura 5.**

*Principales usos que se le da al agua por parte de la comunidad*

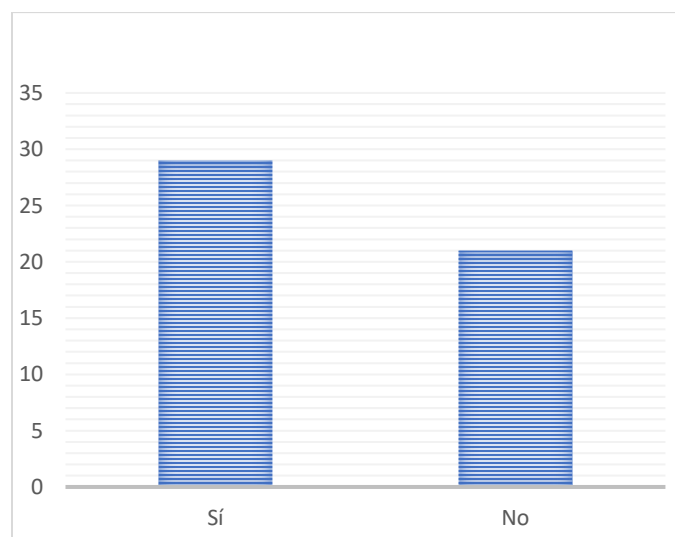




*Nota.* El uso del servicio de acueducto es 100% residencial.

**Figura 6.**

*Consideración por parte de los encuestados acerca de si se han tomado medidas para hacer uso responsable del agua*



### 6.1.7.2. *Calidad Del Agua De La Fuente*

Para caracterizar la calidad de agua en la fuente de abastecimiento se midieron ciertos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos por parte del Laboratorio de Salud Pública de Valledupar y en el laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar. Su aceptación está en función del cumplimiento con la normatividad vigente, refiriéndose a la resolución 2115 del 22 de junio de 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”. Además, para saber el tipo de tratamiento a aplicar se utilizó como base la tabla B.3.1. del Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Según los resultados mostrados en la tabla 4 basados en el informe de laboratorio (ver anexos 6 y 7), el agua se encuentra dentro de los límites permisibles en cuanto a parámetros fisicoquímicos se refiere. No obstante, no cumple con la norma respecto a las características microbiológicas debido a que existe presencia de coliformes totales y *E. Coli*. Se complementó con el ensayo de microorganismos aerobios mesofílicos y también se indica la presencia de estos, es lógico pensar que a consecuencia de esto el resultado de la demanda bioquímica de oxígeno es tan elevado.

De acuerdo con la tabla B.3.1. del RAS, que clasifica la fuente de abastecimiento en un nivel de calidad de acuerdo al grado de contaminación; la fuente de la que se abastece el corregimiento Los Ponedores es aceptable.

En este orden de ideas y basándose en los resultados de la tabla, el tratamiento específico que se propone es la unidad de desinfección del agua y como complemento, desinfectar tanto el tanque de almacenamiento como la red de distribución.

**Tabla 4.**

*Caracterización de la fuente*

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR ADMISIBLE (res 2115 de 2007)	RESULTADO
<b>CRITERIOS FÍSICOS</b>			
<b>Color aparente</b>	UPC	≤ 15	1
<b>Turbiedad</b>	UNT	≤ 2	0,56
<b>Sólidos totales</b>	mg/L	500	80
<b>Conductividad</b>	μmhos/cm	≤ 1000	160
<b>CRITERIOS QUÍMICOS</b>			
<b>pH</b>	Unidades de pH	6,5-9	7,29
<b>Calcio</b>	mg/L	≤ 60	10
<b>Alcalinidad total</b>	mg/L	≤ 200	64
<b>Cloruros</b>	mg/L	≤ 250	120,96
<b>Dureza total</b>	mg/L	≤ 300	46
<b>Magnesio</b>	mg/L	≤ 36	5
<b>Cloro residual libre</b>	mg/L	0,3-2,0	0
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	≥ 4	5,9
<b>DBO</b>	mg/L	1,0-4,0	60
<b>ENSAYO MICROBIOLÓGICO</b>			
<b>Aerobios mesófilos</b>	Presencia en 100 ml	< 100 UFC en 100 ml	Presencia
<b>Coliformes totales</b>	Presencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml	Presencia
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Presencia en 100 ml	Ausencia en 100 ml	Presencia

*Nota.* Adaptada de los informes de laboratorios de los anexos 6 y 7.

### **6.1.7.3. Estudio geoelectrico**

En la zona rural aledaña al municipio de San Juan del Cesar, cercana al corregimiento Los Pondores se realiza un estudio geoelectrico por parte de la empresa GEODRILL Perforación, Geología y Minería S.A.S., en el predio perteneciente al señor Cristian Camilo Cuello Suárez para prospección y explotación de aguas subterráneas (2016), en el cual se realizaron dos sondeos eléctricos verticales para establecer la existencia de agua subterránea y se toman como datos representativos del subsuelo de la zona.

En los resultados del corte geoelectrico se evidencia que, en general en ambos sondeos se presentan intercalaciones de materiales arenosos saturados con matriz arcillosa y algunos bloques de rocas. El sondeo 1 presenta capas de arenas superficiales secas a diferencia del sondeo 2 que presenta un nivel freático más cercano en cuanto a profundidad, 2.5 m y 1.5 m de profundidad respectivamente. Los sondeos presentan variabilidad en los materiales en las capas cercanas a la superficie, que es muy común cuando se trata de depósitos cuaternarios. Los acuíferos se empiezan a detectar aproximadamente entre los 26 y 27 m de profundidad en ambos sondeos, con algunas intercalaciones de capas ligeramente saturadas o húmedas.

Se consideró viable la ejecución de actividades para llevar a cabo la construcción de un pozo profundo para el aprovechamiento de aguas subterráneas con manejo de profundidades hasta de 70 metros.

#### **6.1.7.4. Geología**

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (2004), la estructura geológica del sector está conformada por grava, arena, limo, depósitos fluviales, deltaicos, depósitos marinos recientes, caliza, arenisca y evaporita.

Presenta erosión severa en las cimas de vertientes, hay presencia de rocas, piedras y cascajos. Suelos poco evolucionados restringiendo su uso a la vegetación. En el municipio de San Juan del Cesar algunos suelos son muy superficiales; en otros hay afloramientos rocosos, en otros hay alta concentración de sales y otros son muy quebrados y pendientes. Las deficiencias de carbono orgánico, fósforo aprovechable y los excesos de sales y sodio pueden limitar el desarrollo de los cultivos.

#### **6.1.7.5. Hidrogeología**

En el municipio de San Juan del Cesar se llevó a cabo la ejecución del Proyecto de Adecuación de Tierras a través del Sistema de Pozos Profundos, ubicado sobre la margen derecha del río Cesar, aproximadamente en el triángulo Los Pondores-San Juan del Cesar-Los Haticos.

Según estudio sobre nivel freático, realizado por la firma Unión Temporal San Juan para el proyecto de adecuación de tierras realizado en base a aljibes y pozos profundos existentes en el municipio, el nivel freático en dichos pozos es de aproximadamente 3 m de profundidad.

#### **6.1.7.6. Balance hídrico**

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de San Juan del Cesar (2004), para calcular el balance hídrico se requiere el análisis de los datos de precipitación media mensual y evapotranspiración potencial que se considera el 75% de la evaporación.

En la tabla 5 se presentan los parámetros climáticos, tomando como referencia la evapotranspiración potencial de la estación climatológica del municipio de Urumita, que es representativa para la zona y los respectivos datos de lluvia de la estación pluviométrica de San Juan del Cesar.





Tabla 5

*Parámetros climáticos*

Parámetros	Precipitación	Evapotranspiración	Evaporación
Meses	(mm)	(mm)	(mm)
Enero	4,1	117,3	156,4
Febrero	15,8	131,4	175,2
Marzo	72,0	144,0	192,0
Abril	146,7	123,9	165,2
Mayo	77,2	103,6	138,2
Junio	88,6	95,5	127,4
Julio	106,1	123,7	165,0
Agosto	137,3	114,6	152,8
Septiembre	170,1	96,1	128,2
Octubre	74,4	88,7	118,3
Noviembre	29,8	93	124,0
Diciembre	26,9	102,675	136,9
Totales	<b>949</b>	<b>1334,7</b>	<b>1.779,6</b>

Nota: IDEAM, 1996.

Balance hídrico = Precipitación – (0.75 \* evaporación)

$949 - 1334.7 = \downarrow 385.7$  mm (déficit hídrico)

Se aprecia la existencia de un déficit hídrico de 385.7 mm que limita el rendimiento medio multianual para que se desarrollen las diferentes actividades socioeconómicas y de conservación en la zona.

#### **6.1.7.7. Reserva y vulnerabilidad de acuíferos**

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (2004) y estudios por parte del Fonat y Unión Temporal San Juan, el municipio cuenta con una riqueza natural representada en sus aguas subterráneas. La zona de reserva de acuífero, debido a su posición geomorfológica, características morfométricas y climatológicas en el municipio, se planteó la ejecución del proyecto de adecuación de tierras mediante el uso de pozos profundos, que comprendía un área de 20.000 hectáreas.

Cabe destacar que, se necesita una adecuada planificación para el aprovechamiento responsable de las aguas subterráneas, ya que también se encuentran expuestas a agentes contaminantes que puedan infiltrarse debido al mal tratamiento de las aguas servidas por parte de la comunidad.

### **6.2. Fase 2. Determinar La Población Futura Y Los Caudales De Diseño Del Sistema De Acueducto**

#### **Actividad 2.1. Cálculo de la población futura**

Para realizar el estudio de la población se tomó la información de la plataforma del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE acerca de los censos correspondientes a los años 2005 y 2018 y se analizaron las proyecciones de población de la base de datos del DANE para San Juan del Cesar, tanto del casco urbano como los centros poblados y rural disperso, para observar el comportamiento de la tasa de crecimiento.

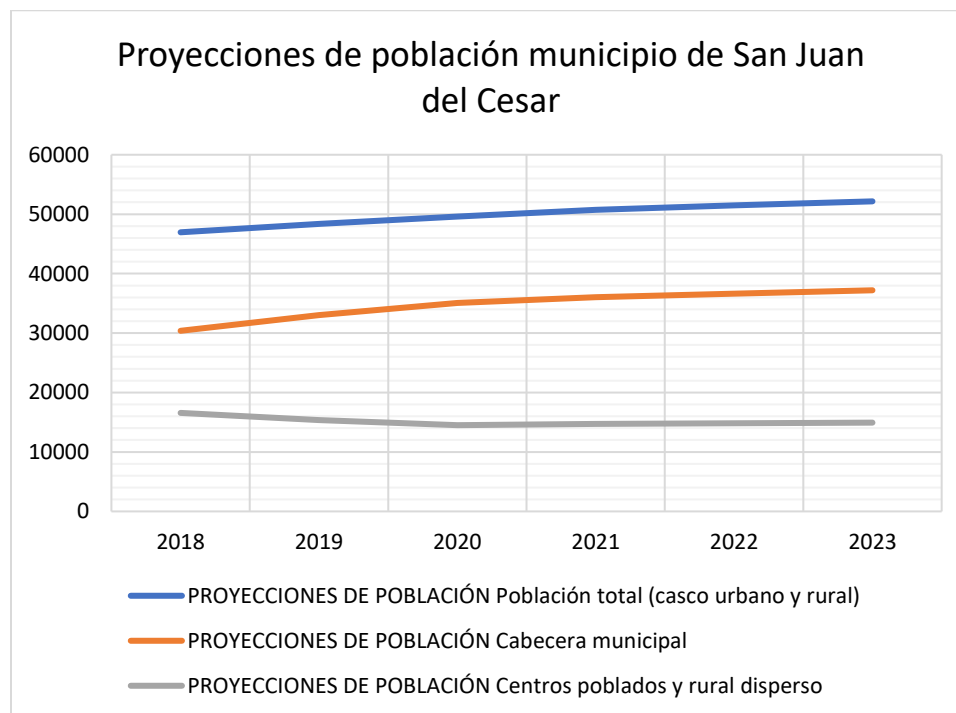
Además se solicitó información de la población del corregimiento a la oficina del Sisbén en el municipio de San Juan respectiva al año 2021.

En la figura 7 se muestran las proyecciones de población del municipio de San Juan del Cesar por parte del DANE desde el año 2018 hasta 2023. Al analizar la tasa de crecimiento anual según el método geométrico se hizo evidente que en la cabecera municipal la tasa de crecimiento tendía a decrecer, pero sin disminuir la población futura. Sin embargo para los centros poblados y rural disperso la tasa de crecimiento decreció demasiado y la población disminuye.

**Figura 7.**

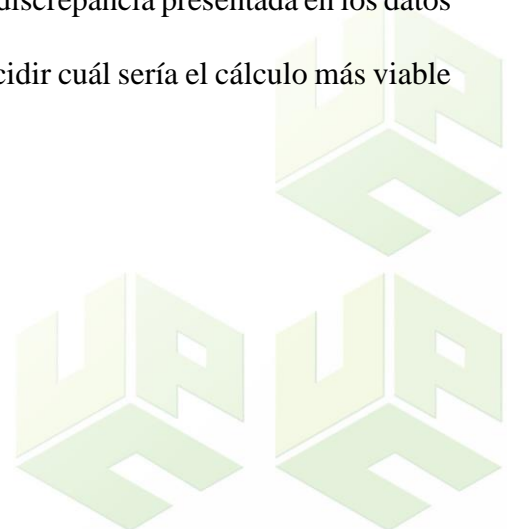
*Proyecciones de población para el municipio de San Juan del Cesar*





*Nota.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020.

Se realizaron diversos cálculos de proyecciones de población con diferentes métodos y diferentes tasas de crecimiento poblacional, debido a la discrepancia presentada en los datos obtenidos del DANE y el Sisbén, y así posteriormente decidir cuál sería el cálculo más viable para la planificación del proyecto.



**6.2.1. Proyecciones De Población Del Corregimiento Los Ponedores Partiendo De Población Para 2021 De 1950 Habitantes, Fuente: Sisbén**

**6.2.1.1. Método Geométrico**

La tabla 6 muestra la proyección con una tasa de crecimiento poblacional de 5.9% inicialmente y, una disminución paulatina de esta hasta llegar a 1.1%, sin embargo, no es recomendable utilizar esta tasa de crecimiento para realizar la proyección, ya que es excesivamente alta en comparación a la presentada por el DANE entre los años 2005 y 2018, la cual fue del 2%.

**Tabla 6.**

*Proyecciones tasa de crecimiento del 5.9%*

<b>Proyecciones método geométrico</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>R</b>
<b>2005</b>	1269	
<b>2018</b>	1641	0,02
<b>2021</b>	1950	0,059
<b>2026</b>	2600	0,059
<b>2031</b>	3163	0,04
<b>2036</b>	3720	0,033
<b>2041</b>	4067	0,018
<b>2046</b>	4296	0,011

Las proyecciones mostradas en la tabla 7 se trabajaron partiendo de una tasa de crecimiento poblacional promedio, de 3.96% y esta se disminuyó paulatinamente hasta llegar

a 0.99%; se disminuyó hasta aproximadamente 1% debido a que se toma a consideración el estudio realizado por el DANE para poblaciones rurales en el que la razón de crecimiento tiene una gran disminución.

**Tabla 7.**

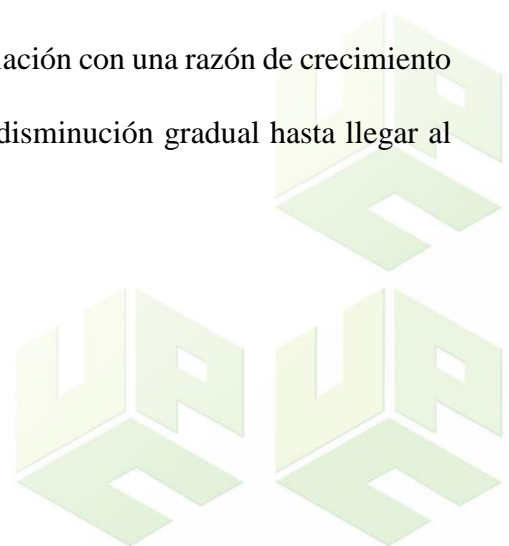
*Proyecciones tasa de crecimiento del 3.96%*

Proyecciones método geométrico		
Año	Población (habitantes)	R
2005	1269	
2018	1641	0,02
2021	1950	0,059
2026	2368	0,0396
2031	2758	0,031
2036	3091	0,023
2041	3346	0,016
2046	3515	0,0099

En la tabla 8 se muestran las proyecciones de población con una razón de crecimiento poblacional inicial del 2% tomada del DANE, con una disminución gradual hasta llegar al 0.99%.

**Tabla 8.**

*Proyecciones tasa de crecimiento del 2%*



Proyecciones método geométrico		
Año	Población (habitantes)	R
2005	1269	
2018	1641	0,02
2021	1950	0,059
2026	2153	0,02
2031	2342	0,017
2036	2511	0,014
2041	2652	0,011
2046	2786	0,0099

#### 6.2.1.2. Método Exponencial

En la tabla 9 se muestra la proyección con una tasa de crecimiento poblacional de 5.8% inicialmente, calculada con la ecuación del método exponencial y, una disminución paulatina de esta hasta llegar a 1.1%. La razón de crecimiento del DANE, la cual es del 2%, calculada con la ecuación del método exponencial arroja un resultado de 1.98%.

**Tabla 9.**

*Proyecciones tasa de crecimiento del 5.8%*

Proyecciones método exponencial		
Año	Población (habitantes)	K
2005	1269	
2018	1641	0,0198
2021	1950	0,0580
2026	2600	0,0580
2031	3175	0,0400

2036	3745	0,0330
2041	4097	0,0180
2046	4329	0,0110

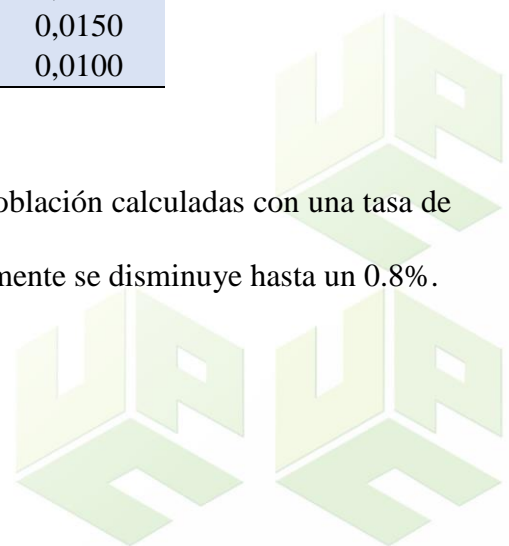
Las proyecciones con una tasa de crecimiento poblacional promedio de 3.86% y disminución gradual hasta 1% se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10.**

*Proyecciones tasa de crecimiento del 3.86%*

<b>Proyecciones método exponencial</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>K</b>
2005	1269	
2018	1641	0,0198
2021	1950	0,0580
2026	2366	0,0386
2031	2776	0,0320
2036	3083	0,0210
2041	3324	0,0150
2046	3494	0,0100

En la tabla 11 se muestran las proyecciones de población calculadas con una tasa de crecimiento poblacional inicialmente de 1.98%, gradualmente se disminuye hasta un 0.8%.



**Tabla 11.**

*Proyecciones tasa de crecimiento del 1.98%*

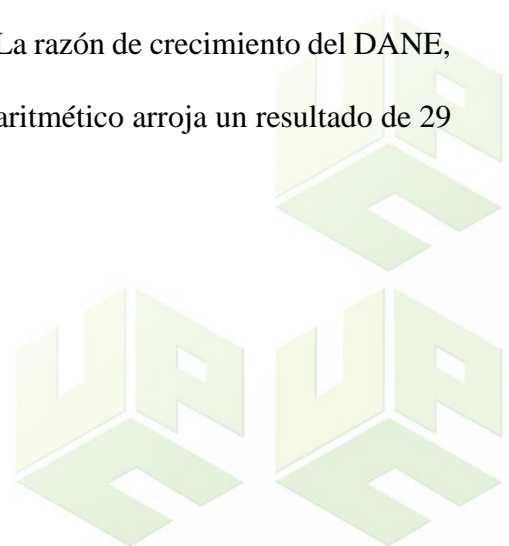
<b>Proyecciones método exponencial</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>K</b>
<b>2005</b>	1269	
<b>2018</b>	1641	0,0198
<b>2021</b>	1950	0,0580
<b>2026</b>	2153	0,0198
<b>2031</b>	2332	0,0160
<b>2036</b>	2476	0,0120
<b>2041</b>	2602	0,0099
<b>2046</b>	2708	0,0080

### **6.2.1.3. Método Aritmético**

En la tabla 12 se muestra la proyección con una tasa de crecimiento poblacional de 103 hab/año inicialmente, calculada con la ecuación del método aritmético y, una disminución paulatina de esta hasta llegar a 30 hab/ año. La razón de crecimiento del DANE, la cual es del 2%, calculada con la ecuación del método aritmético arroja un resultado de 29 hab/año.

**Tabla 12.**

*Proyecciones tasa de crecimiento de 103 hab/año*



Proyecciones método aritmético		
Año	Población (habitantes)	R
2005	1269	
2018	1641	29
2021	1950	103
2026	2465	103
2031	2905	88
2036	3215	62
2041	3430	43
2046	3580	30

Las proyecciones con una tasa de crecimiento poblacional promedio de 66 hab/año y disminución gradual hasta 21 hab/año se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13.**

*Proyecciones tasa de crecimiento de 66 hab/año*

Proyecciones método aritmético		
Año	Población (habitantes)	R
2005	1269	
2018	1641	29
2021	1950	103
2026	2279	66
2031	2549	54
2036	2754	41
2041	2899	29
2046	3004	21

En la tabla 14 se muestran las proyecciones de población calculadas con una tasa de crecimiento poblacional inicialmente de 29 hab/año, gradualmente se disminuye hasta 15 hab/año.

**Tabla 14.**

*Proyecciones tasa de crecimiento de 29 hab/año*

Proyecciones método aritmético		
Año	Población (habitantes)	R
2005	1269	
2018	1641	29
2021	1950	103
2026	2093	29
2031	2218	25
2036	2323	21
2041	2413	18
2046	2488	15

### **6.2.2. Proyecciones De Población Del Corregimiento Los Pondores Partiendo De Población Para 2021 De 1741 Habitantes, Proyectada A Partir Del DANE**

#### **6.2.2.1. Método Geométrico**

En la tabla 15 se muestran las proyecciones de población tomando como población de 2021 1741 habitantes, esta se proyectó desde el 2018 con la información obtenida del DANE. La tasa de crecimiento poblacional se disminuyó gradualmente hasta llegar a 0.81%.

**Tabla 15.**

*Proyecciones tasa de crecimiento 1.99%*

<b>Proyecciones método geométrico</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>R</b>
2005	1269	
2018	1641	0,02
2021	1741	0,02
2026	1904	0,0180
2031	2058	0,0157
2036	2194	0,0129
2041	2318	0,0110
2046	2413	0,0081

*Nota.* 2413 habitantes fue la población que eligió al horizonte de diseño.

#### **6.2.2.2. Método Exponencial**

Las proyecciones de población con razón de crecimiento poblacional de 1.98% calculada con la ecuación del método exponencial y su disminución gradual se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16.**

*Proyecciones tasa de crecimiento de 1.97%*

<b>Proyecciones método exponencial</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>K</b>
2005	1269	
2018	1641	0,0198

2021	1741	0,0198
2026	1905	0,018
2031	2054	0,015
2036	2181	0,012
2041	2292	0,010
2046	2386	0,008

### 6.2.2.3. Método Aritmético

Las proyecciones de población con razón de crecimiento poblacional de 29 hab/año calculada con la ecuación del método aritmético se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17.**

*Proyecciones tasa de crecimiento de 29 hab/año*

<b>Proyecciones método aritmético</b>		
<b>Año</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>R</b>
2005	1269	
2018	1641	29
2021	1727	29
2026	1852	25
2031	1962	22
2036	2062	20
2041	2152	18
2046	2232	16

En la tabla 18 se muestran los resultados de las proyecciones de población de los métodos de cálculo utilizados hasta el año 2046.



**Tabla 18.**

*Resultados proyecciones de población*

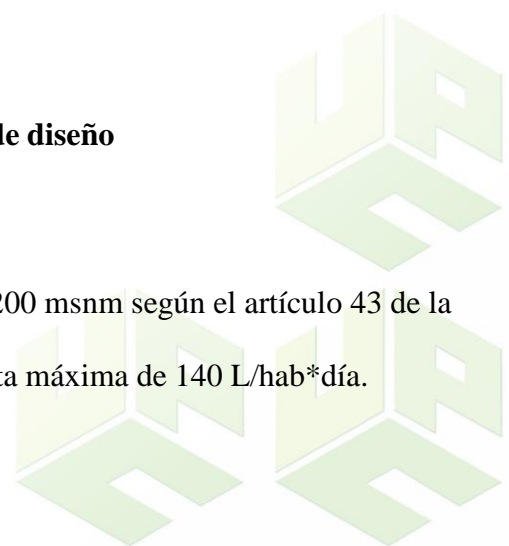
<b>RESUMEN PROYECCIONES DE POBLACIÓN</b>			
<b>Año</b>	<b>Método geométrico (hab)</b>	<b>Método exponencial (hab)</b>	<b>Método aritmético (hab)</b>
<b>2021</b>	1741	1741	1727
<b>2026</b>	1904	1905	1852
<b>2031</b>	2058	2054	1962
<b>2036</b>	2194	2181	2062
<b>2041</b>	2318	2292	2152
<b>2046</b>	2413	2386	2232

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con los diferentes métodos de proyección y las distintas tasas de crecimiento poblacional que se consideraron, la población futura que se tomó fue la resultante de aplicar el método geométrico; 2413 habitantes en el año 2046.

## **Actividad 2.2. Determinación de los caudales de diseño**

### **6.2.3. Dotación Neta Máxima**

Para una población ubicada a aproximadamente 200 msnm según el artículo 43 de la resolución 0330 de 2017 le corresponde una dotación neta máxima de 140 L/hab\*día.



#### 6.2.4. Dotación Bruta

Según el artículo 44 de la resolución 330 de 2017, la dotación bruta se calcula haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%P}$$

Donde:

$D_{bruta}$ : Dotación bruta

$d_{neta}$ : Dotación neta

%P: Porcentaje de pérdidas máximas para diseño, el cual no deberá superar un valor de 25%

$$D_{bruta} = \frac{140 \text{ L/hab} * \text{día}}{1 - 0.25} = 187 \text{ L/hab} * \text{día}$$

#### 6.2.5. Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ )

De acuerdo al numeral B.2.8.3.1 del RAS 2012, el caudal medio diario se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p * D_{bruta}}{86400}$$

Donde:

$Q_{md}$ : Caudal medio diario

P: Población futura

$D_{bruta}$ : Dotación bruta



$$Q_{md} = \frac{2413 \text{ hab} * 187 \text{ L/hab} * \text{día}}{86400 \text{ s/día}} = 5.22 \text{ L/s}$$

Este caudal pertenece al área residencial, el caudal para otros usos (institucional, comercial, etc.) se descartó debido a que la población, al ser un corregimiento, no posee establecimientos de comercio grandes, sólo pequeñas tiendas, un puesto de salud y una institución educativa; es por esto que el consumo se considera 100% residencial.

#### **6.2.6. Caudal Máximo Diario (QMD)**

Para el cálculo del caudal máximo diario se tomó como referencia el numeral B.2.8.2.2 del RAS 2012 con la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd * K1$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario

Qmd: Caudal medio diario

K1: Coeficiente de consumo máximo diario

$$QMD = 5.22 \text{ L/s} * 1.3 = 6.786 \text{ L/s}$$

De acuerdo al artículo 47 de la resolución 0330 de 2017, parágrafo 2, para una población menor o igual a 12500 habitantes, el coeficiente de mayoración K1 no será superior a 1.3.

### **6.2.7. Caudal Máximo Horario (QMH)**

Para el cálculo del caudal máximo horario se tomó como referencia el numeral B.2.8.2.3 del RAS 2012 con la siguiente ecuación:

$$QMH = QMD * K2$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario

QMD: Caudal máximo diario

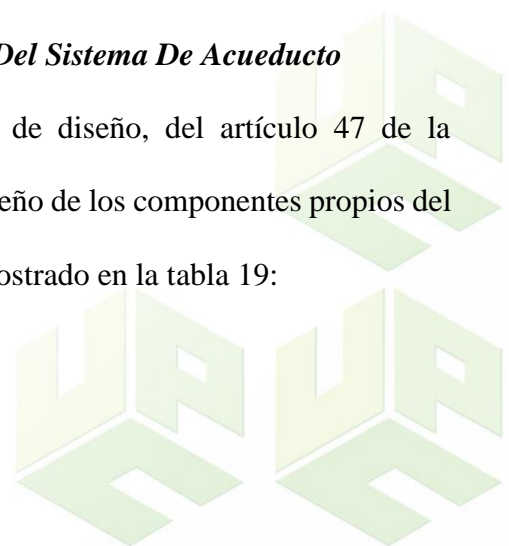
K2: Coeficiente de consumo máximo horario

$$QMH = 6.786 \text{ L/s} * 1.6 = \mathbf{10.858 \text{ L/s}}$$

De acuerdo al artículo 47 de la resolución 0330 de 2017, parágrafo 2, para una población menor o igual a 12500 habitantes, el coeficiente de mayoración K2 no será superior a 1.6.

### **6.2.8. Caudal De Diseño Para Cada Componente Del Sistema De Acueducto**

Se tomó como referencia la tabla 2: caudales de diseño, del artículo 47 de la resolución 0330 de 2017 para determinar el caudal de diseño de los componentes propios del sistema de acueducto del corregimiento Los Pondoires mostrado en la tabla 19:





**Tabla 19.**

*Caudales de diseño*

<b>COMPONENTE</b>	<b>CAUDAL DE DISEÑO</b>
<b>Captación fuente subterránea</b>	QMD
<b>Aducción</b>	QMD
<b>Conducción</b>	QMD
<b>Tanque</b>	QMD
<b>Red de distribución</b>	QMH

*Nota.* Adaptada de la tabla 2 del artículo 47 de la resolución 0330 de 2017.

**6.3. Fase 3. Realizar El Diseño De Los Componentes Del Sistema De Acueducto  
Basándose En Los Caudales Calculados Y La Capacidad Instalada**

**Actividad 3.1. Diseños de ingeniería**

**6.3.1. Aspectos Generales Del Sistema**

Para el diseño de cada componente del sistema de acueducto se tomó en cuenta la capacidad instalada de las estructuras existentes, como el pozo profundo en el que se realiza la captación y los tanques de almacenamiento en los que se midió el caudal de aforo, obteniendo así la producción por parte del sistema actual. Se determinó si existía un déficit o un exceso del recurso al compararlo con el caudal de diseño calculado en la fase anterior, sabiendo así si se logra satisfacer las necesidades de la población; el caudal de diseño producto de la proyección a 25 años es de 6.786 L/s, mientras que el caudal producido es de

aproximadamente 11.25 L/s resultando así en un exceso del recurso, por lo que se trabajará con este caudal.

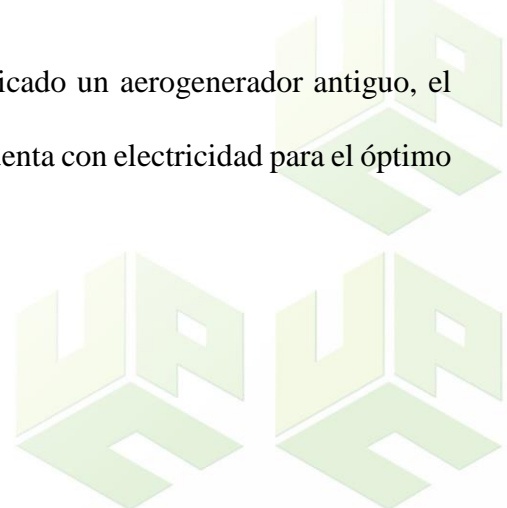
De acuerdo a lo anterior, cabe y es relevante para el desarrollo de la investigación destacar que, al encontrar un exceso de caudal en la capacidad instalada del sistema actual, no se hace necesario llevar a cabo el diseño de cada componente del sistema; debido a que es un sistema funcional al horizonte del proyecto.

### **6.3.2. Captación**

La captación se realiza mediante un pozo profundo, el cual tiene una profundidad de aproximadamente 50 metros, ubicado en las coordenadas 10°43'46.43" latitud norte y 73° 0'30.44" longitud oeste y compuesto por una tubería de PVC RDE 21 de Ø 8".

El agua a la que se accede en el pozo es impulsada hacia arriba por una motobomba marca FRANKLIN con una potencia de 15 caballos sumergida a una profundidad de 20 metros, esta impulsa un caudal de alrededor de 11 L/s durante 8 horas de bombeo al día.

Aproximadamente a 50 metros del pozo está ubicado un aerogenerador antiguo, el cual es una alternativa para captar el agua cuando no se cuenta con electricidad para el óptimo funcionamiento de la bomba.



**Figura 8.**

*Captación sistema de acueducto de Los Pondores*



### **6.3.3. Aducción**

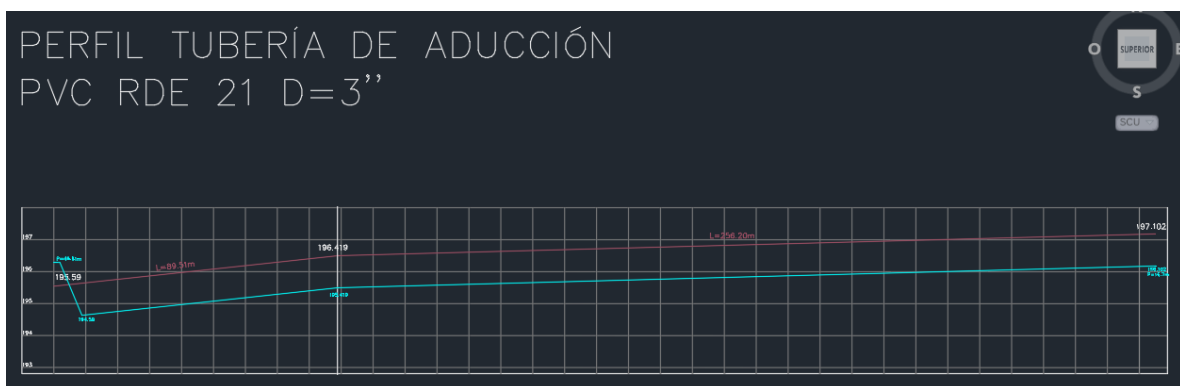
La aducción está compuesta en su totalidad por una tubería de PVC RDE 21 de Ø 3'' de diámetro con una longitud de aproximadamente 320 metros que va desde la ubicación del pozo hasta la bifurcación de la tubería que permite cambiar la dirección del flujo del agua hacia cada uno de los tanques de almacenamiento.

En su extensión se encuentran varios accesorios los cuales incluyen una válvula cheque a la salida del pozo, 2 tees en el aerogenerador, una válvula de compuerta para permitir y cambiar el paso del agua a cada tanque y 8 codos a lo largo de la tubería. En la

figura 9 se aprecia el perfil longitudinal de la tubería de aducción y en las 10 y 11 se muestran algunos accesorios que componen la tubería.

### Figura 9.

*Perfil tubería de aducción*



### Figura 10.

*Accesorios tubería de aducción*



**Figura 11.**

*Válvula de entrada al tanque de almacenamiento*



#### **6.3.4. Planta de Tratamiento de Agua Potable**

Según los resultados mostrados en la caracterización del agua en la fuente de abastecimiento, el agua de la que se abastece el corregimiento cumple con los parámetros fisicoquímicos exigidos por la normatividad colombiana, por lo tanto no se hace necesario el diseño de unidades para los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, existe presencia de coliformes totales y *E. Coli*, en el agua tomada de los tanques de almacenamiento, debido a esto, el sistema de tratamiento de agua potable a presentar está comprendido por la unidad de desinfección

#### 6.3.4.1. *Desinfección*

Para el diseño del sistema de desinfección se realizaron pruebas con el objetivo de analizar la demanda de cloro que presenta el agua y cumplir con el requisito de las 2 ppm de cloro residual con que debe cumplir el agua tratada según la resolución 2115 de 2007.

Se pretende ubicar la unidad de desinfección en la tubería que abastece los tanques de almacenamiento, por lo tanto, el agua para las muestras se tomó directamente del tubo de entrada al tanque, sin que esta tocara el interior del mismo.

- *Análisis de la demanda de cloro.*

Se tomaron 10 muestras, cada una de 1000 mL, directamente de la tubería de alimentación del tanque de almacenamiento y a cada una se le aplicó un volumen distinto de la solución patrón de hipoclorito de calcio al 1% ó 10000 ppm; posterior a esto se utilizó un kit de comparación visual para cloro residual libre y pH en el cual se observaron los siguientes resultados:

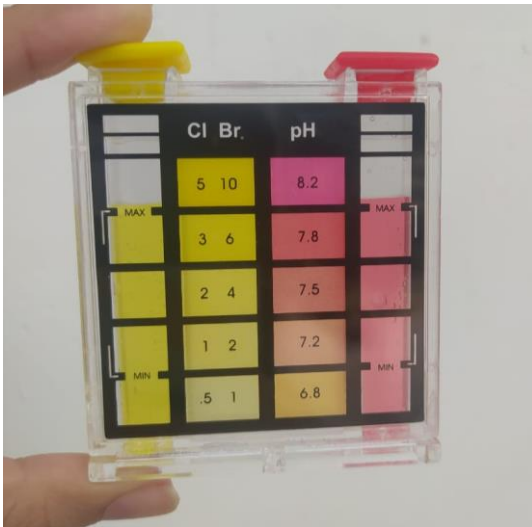
**Tabla 20.**

*Observaciones cloro residual solución patrón 1%*

Frasco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mL solución patrón de HTH al 1%	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Cloro residual libre (mg / L)	1	2	3	4	5	*	*	*	*	*
pH	7,5	7,5	7,8	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,8

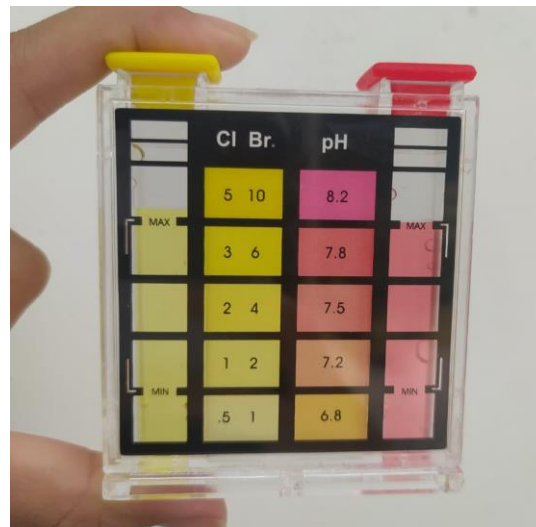
**Figura 12.**

*Resultado frasco No. 1*



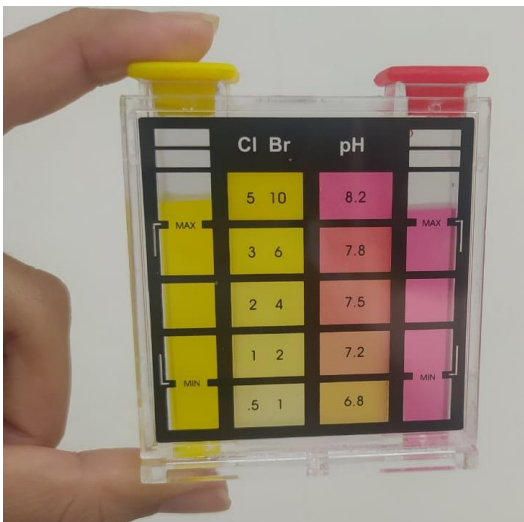
**Figura 13.**

*Resultado frasco No. 2*



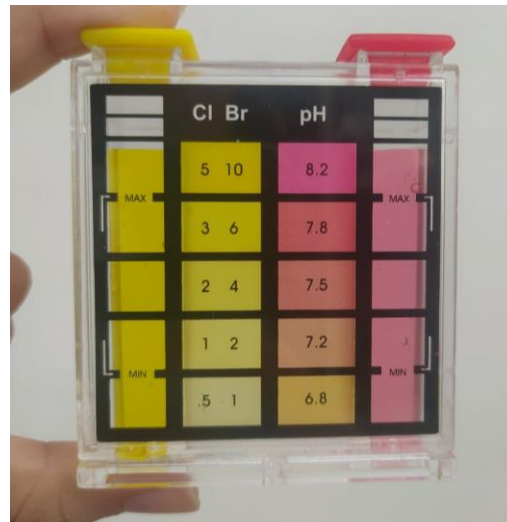
**Figura 14.**

*Resultado frasco No. 3*



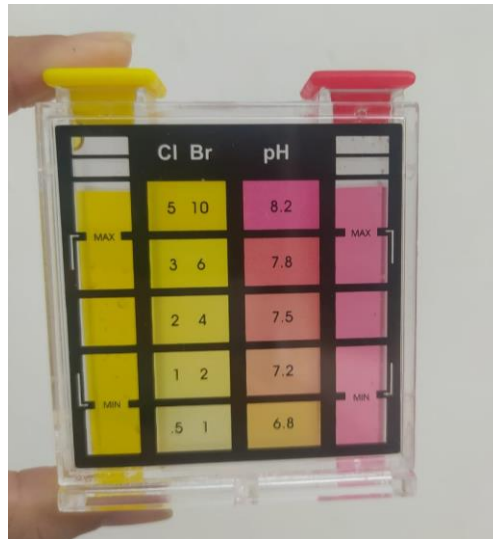
**Figura 15.**

*Resultado frasco No. 4*



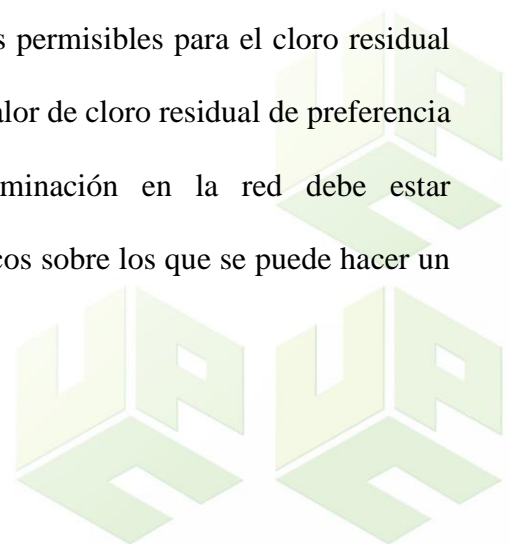
**Figura 16.**

*Resultado frasco No. 5*



Los resultados del frasco 6 al 10 excedían el límite de lectura del kit, por lo tanto no se logró realizar una correcta asignación de los valores de cloro residual observados.

La resolución 2115 de 2007 establece los límites permisibles para el cloro residual libre en el agua potable entre 0.3 y 2 mg/L y el valor de cloro residual de preferencia para contrarrestar cualquier fuente de contaminación en la red debe estar preferiblemente en 2 mg/L. Por lo tanto, los frascos sobre los que se puede hacer un énfasis son los 1 y 2.



Se tomó el resultado del frasco 2 para determinar la concentración de dosificación y asimismo, la demanda de cloro del agua de donde se tomaron las muestras, con la siguiente ecuación

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Donde:

$V_1$ : Cantidad de solución patrón agregada a la muestra = 0.2 mL

$C_1$ : Concentración de la solución patrón = 10000 ppm

$V_2$ : Volumen de la muestra = 1000 mL

$C_2$ : Concentración de dosificación para la muestra

Al despejar la ecuación se tuvo como resultado una concentración de dosificación de 2 mg/L, es decir, la misma concentración de cloro residual. Al utilizar este valor para determinar la demanda de cloro en este frasco a partir de un principio que afirma que la concentración de dosificación es igual a la demanda de cloro más la concentración de cloro residual, se concluye que la demanda de cloro para el agua de esta fuente es cero.

De acuerdo a lo anterior, la demanda de cloro podría ser cero debido a que la fuente de abastecimiento del corregimiento, al ser una fuente subterránea, es de una calidad aceptable y no se encuentra con ningún foco de contaminación en el acuífero en que se encuentra confinada; esto contrasta con el análisis microbiológico que arrojó la

presencia de microorganismos como coliformes totales y *E. Coli*, sin embargo el punto de muestreo para el análisis microbiológico fue el agua que ya se encontraba almacenada al interior del tanque, el cual podría ser el foco de contaminación en este caso, al no tener un mantenimiento ni limpieza adecuados periódicamente.

Sin embargo, cabe destacar que los resultados obtenidos estuvieron sujetos a la interpretación de los observadores y esto da lugar a una incertidumbre que no es posible calcular.

Basándose en las estimaciones de la concentración de cloro residual en el agua, se decidió realizar nuevas observaciones con tres muestras y una solución patrón de hipoclorito de calcio con una concentración de 0.2% ó 2000 ppm para tener un mayor rango de cloro residual libre observado; lo cual arrojó los siguientes resultados:



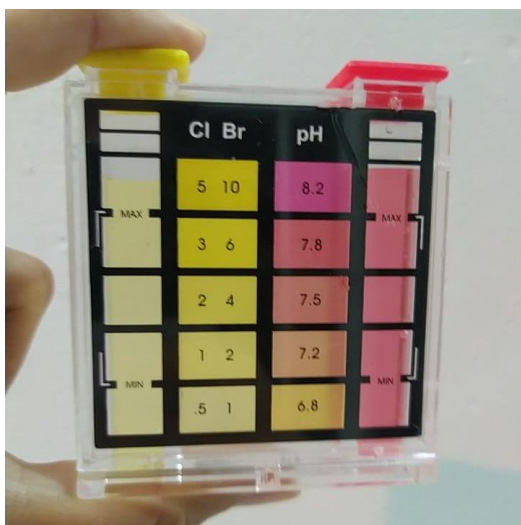
**Tabla 21.**

*Observaciones cloro residual solución patrón 0.2%*

Frasco	1	2	3
mL solución patrón de HTH 0.2%	0,1	0,2	0,3
Cloro residual libre (mg/L)	0,5	0,8	2
pH	7,5	7,5	7,8

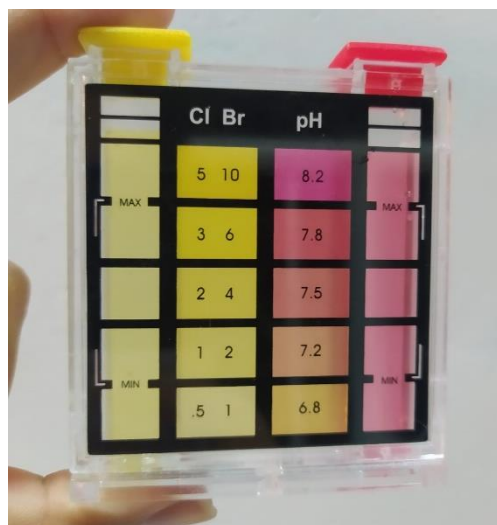
**Figura 17.**

*Frasco No. 1 sol 0.2%*



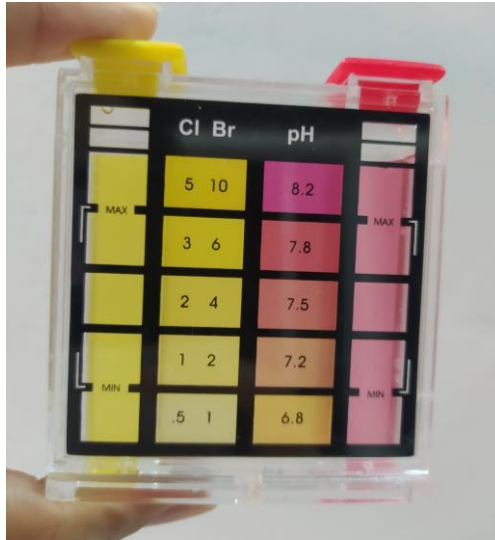
**Figura 18.**

*Frasco No. 2 sol 0.2%*



**Figura 19.**

*Frasco No. 3 sol 0.2%*



Al reducir la concentración de la solución patrón, se hizo posible la observación de la concentración de cloro residual libre que se encontraba dentro de los límites permisibles de la normatividad colombiana, mostrando así un resultado entre 0.5 y 2 mg/L, concluyendo que la dosis adecuada de la solución patrón a 2000 ppm para 1000 mL de muestra es de 0.3 mL.

- *Dosificación del desinfectante*

Se realizó la prueba con 1000 mL de agua no clorada a la que se le agregó 0.3 mL de hipoclorito de calcio en solución a una concentración de 2000 ppm, esta dio como

resultado un cloro residual libre de 2 ppm y un pH de 7.5, por lo tanto fue la que se tomó como base para determinar el flujo de dosificación del sistema de desinfección. Estableciendo una concentración de solución de hipoclorito de calcio a dosificar de 1000 ppm, el flujo de dosificación se puede calcular de la siguiente manera:

$$C_1 * F_1 = C_2 * F_2$$

Donde:

C<sub>1</sub>: Concentración de la solución a dosificar = 1000 mg/L

F<sub>1</sub>: Flujo de dosificación del desinfectante

C<sub>2</sub>: Concentración de cloro residual requerida = 2 mg/L

F<sub>2</sub>: Caudal del sistema de acueducto = 11.25 L/s

Como resultado, se obtuvo un flujo de dosificación del desinfectante de 0.022 L/s, el cual debe ser suministrado de forma constante siempre y cuando el agua esté enviándose hacia los tanques de almacenamiento, en algún punto de la tubería de alimentación de los mismos, previo a la bifurcación de la tubería, así el agua que se almacena en cualquiera de los dos tanques tendría una adecuada concentración de cloro residual libre y dentro de los tanques se cumple con el tiempo de contacto ya que estos tienen un tiempo de retención hidráulico considerable.

El sistema de desinfección se compone por una caseta de bombeo en donde se realizará la inyección del desinfectante en la tubería de aducción, esta debe tener unas dimensiones de 2.5 m de ancho por 2.5 m de largo y debe ser un lugar ventilado, en la que se

instalará una bomba dosificadora electromecánica EMEC Prius con cabezal fabricado en PVDF (fluoruro de polivinilideno) de tipo diágrama Prius D fabricado en PTFE (politetrafluoroetileno, más conocido como teflón); materiales resistentes a agentes químicos ácidos corrosivos. Bomba que posee un motor el cual permite un amplio rango de caudal, desde los pocos litros hasta 1000 L/h, lo que posibilita variar la concentración de desinfectante dependiendo de la disponibilidad de agua y así implementar distintos caudales de dosificación.

La solución madre se prepara en un tanque Rotoplast de polietileno de 250 L en el que se agregan 360 g de hipoclorito de calcio al 70% granulado y se le adiciona agua hasta los 250 L, se debe revolver la solución.

Este tanque debe permanecer cerrado con el objetivo de impedir la evaporación del gas cloro. Se sumerge en la solución una manguera flexible con una válvula de pie y sus accesorios y conectar a la bomba la parte correspondiente a la succión; esta válvula debe quedar sumergida en el tanque ubicada a 10 cm de la base del mismo (Díaz, N., Pacheco, H., Cabrera, W. y Loayza, J., 2018).

Luego, utilizando una manguera rígida, se ensamblan los accesorios y la válvula de inyección; se enrosca un extremo a la salida de inyección de la bomba eléctrica y el extremo en que se instaló la válvula de inyección se conecta a la tubería principal del sistema de acueducto, adicional a esto se conecta una válvula compuerta para impedir o permitir el paso del desinfectante hacia la línea principal.

El tanque de solución madre debe someterse a mantenimiento con frecuencia y, para brindar continuidad en el servicio de acueducto, mientras esté en mantenimiento se hace uso de un segundo tanque con una capacidad de 150 L en el cual la cantidad de hipoclorito de calcio al 70% a adicionar para preparar la solución a la concentración planteada es de 215 g.

### **6.3.5. Tanque de almacenamiento**

Considerando los artículos 80 y 81 de la resolución 0330 de 2017, se resalta que Los Pondores ya cuenta con dos tanques de almacenamiento diseñados los cuales abastecen a la población del corregimiento.

#### **Figura 20.**

*Tanques de almacenamiento*



- *Tanque de almacenamiento No. 1*

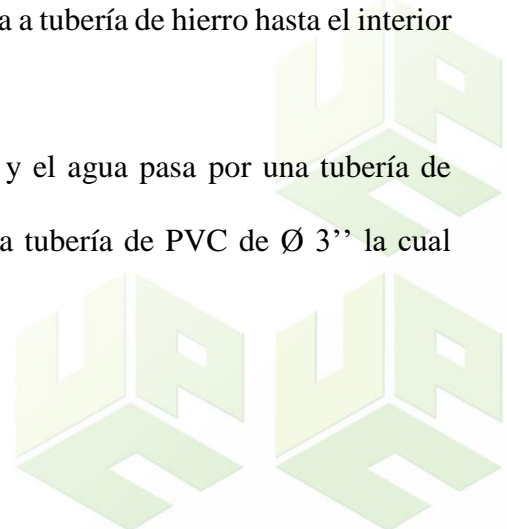
El tanque de base octogonal ubicado a una altura de aproximadamente 20 m hasta su parte superior, tiene un área de base interna de alrededor de 53.5024 m<sup>2</sup> con una altura interna de 2.47 m y una altura de lámina de agua de 2.25 m, por lo tanto un borde libre de cerca de 22 cm.

De acuerdo a esto, este tanque soporta una capacidad de 120.38 m<sup>3</sup>. Se tomaron lecturas del tiempo de llenado para determinar el caudal de aforo e indicó un caudal de 11.26 L/s aproximadamente. Posee un tiempo de retención hidráulico de 2.97 horas.

La tubería de aducción de PVC de Ø 3'' cambia en el punto en que se divide hacia este tanque, empalma con una tubería de hierro de Ø 80 mm hasta el interior del tanque.

En la entrada del tanque se encuentra una válvula compuerta que divide el paso del agua hacia cada tanque y la tubería de PVC cambia a tubería de hierro hasta el interior del tanque.

A la salida se encuentra una válvula compuerta y el agua pasa por una tubería de hierro de Ø 100 mm, a nivel del suelo, cambia a tubería de PVC de Ø 3'' la cual compone la red de distribución.



En las ocasiones en que se lleva a cabo el lavado del tanque, una válvula compuerta permite el paso del agua hacia la tubería de lavado que conduce el agua hasta el terreno y esta se utiliza para riego.

Existe una tubería de rebose en casos en que el tanque llegue a su máxima capacidad y no se cierre el paso del agua hacia este, esta tubería se conecta a la de lavado.

No existen accesorios de ventilación.

- *Tanque de almacenamiento No. 2*

Este tanque de base cuadrada se encuentra ubicado a una altura de aproximadamente 15 m hasta su parte superior, posee un área de base interna de alrededor de 20.25 m<sup>2</sup> con una altura interna de 2.80 m y una altura de lámina de agua de 2.75 m, se considera que este tanque no cuenta con borde libre.

De acuerdo a esto, este tanque tiene una capacidad de 55.687 m<sup>3</sup>. Se tomaron lecturas del tiempo de llenado para determinar el caudal de aforo e indicó un caudal de 11.25 L/s aproximadamente. Posee un tiempo de retención hidráulico de 1.37 horas.

La tubería de ingreso al tanque continúa al igual que la tubería de aducción, PVC RDE 21 de un diámetro de Ø 3”.

En la entrada del tanque no existe válvula compuerta, cuando se cierra la válvula de entrada del tanque No. 1, el agua pasa directamente hacia el tanque No. 2 por una tubería de hierro de Ø 80 mm.

A la salida existe una válvula de paso rápido y el agua se conduce por una tubería de PVC de Ø 3'' de diámetro hacia la red de distribución.

Cuando se cierra la válvula en la salida del tanque, el agua pasa por una te la cual se obstruye con un tapón de rosca, este se retira para permitir el paso del agua en las ocasiones en que se realice el lavado.

No existe tubería de rebose, en una de las esquinas superiores del tanque hay un agujero por el que sale el agua cuando el tanque llega a su máxima capacidad.

No existen accesorios de ventilación.

#### **6.3.6. Redes De Distribución**

A continuación, se presenta la conformación de la red de distribución del corregimiento Los Ponderos, se utilizó el software EPANET como herramienta para llevar a cabo la modelación teniendo en cuenta los resultados y caudales obtenidos en fases anteriores.

Partiendo del plano del corregimiento con aspectos topográficos generales, cotas de terreno, se elaboró la red de distribución. Los valores respectivos a los parámetros de diseño para llevar a cabo la simulación hidráulica de la red de distribución en el software son presentados en las tablas 22 y 23.

#### **Tabla 22.**

*Parámetros de diseño de la red de distribución.*

ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, SAN JUAN DEL CESAR-LA GUAJIRA		
PARAMETROS DE LA RED DE DISTRIBUCION		
PARAMETROS DE DISEÑO PARA LA MODELACIÓN		Res 0330/2017
Número de habitantes en el año de diseño	1741	
Número de vivienda en el año de diseño	443	
Densidad Poblacional de hoy (Hab/viv)	3,93	
Número de habitantes al año horizonte del proyecto	2413	
Periodo de diseño (años)	25	Art 40
% de pérdidas técnicas	25	Art 44
Valor de coeficiente K1	1,30	Art 47
Valor de coeficiente K2	1,60	Art 47
Caudal de hidrantes y ubicación (lt/seg)	5,00	Art 70
Dotación Neta (lt/hab/día)	140	Art 43
Número total de habitantes Horizonte de diseño	2413	
Área de la población (ha)	33,60	
Densidad Poblacional (Hab/Ha)	71,81	
Dotación Bruta (lt/hab/día)	187	Art 44
% de área residencial	100	
% de área no residencial (otros usos)	0	
Presión mínima en la red de distribución - mca	10,0	Art. 61
Presión máxima en la red de distribución - mca	50,0	Art. 62

Tabla 23.

*Opciones para la simulación hidráulica.*

DATOS PARA LOS CALCULOS Y LA SIMULACIÓN	
OPCIONES HIDRÁULICAS	
Unidades de flujo	lps
Fórmula de pérdidas	Darcy & Weisback
Gravedad Específica	1
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones máximas	40
Precisión	0,001

#### **6.3.6.1. Sector correspondiente al corregimiento**

El corregimiento Los Pondores tiene una población al horizonte de diseño de 2413 habitantes, en aproximadamente 500 viviendas; a las que les corresponde un perímetro sanitario de 33.60 hectáreas.

La red de distribución de Los Pondores está compuesta en su mayoría por tubería de PVC de Ø 3” teniendo en cuenta la presión mínima y máxima permisible dentro de la red de distribución mencionadas en los artículos 61 y 21 respectivamente de la resolución 0330 de 2017.

En la figura 21 se muestra el plano del corregimiento con sus respectivas cotas de terreno obtenidas de la oficina de proyectos de San Juan del Cesar, elaboradas para las redes de alcantarillado, se anexa archivo en AutoCAD.



**Figura 21.**

*Plano corregimiento Los Ponedres*



*Nota:* Plano, oficina de proyectos, San Juan del Cesar, 2021.

#### **6.3.6.2. Caudal Máximo Horario**

El caudal de diseño de la red de distribución es de 10.86 lps. En la figura 22 se presenta el plano de la red con la estimación de las áreas aferentes de cada nudo a criterio de

los autores, en las figuras posteriores se aprecian los perfiles de terreno y colectores de la red de alcantarillado.

**Figura 22.**

*Áreas aferentes a cada nudo.*

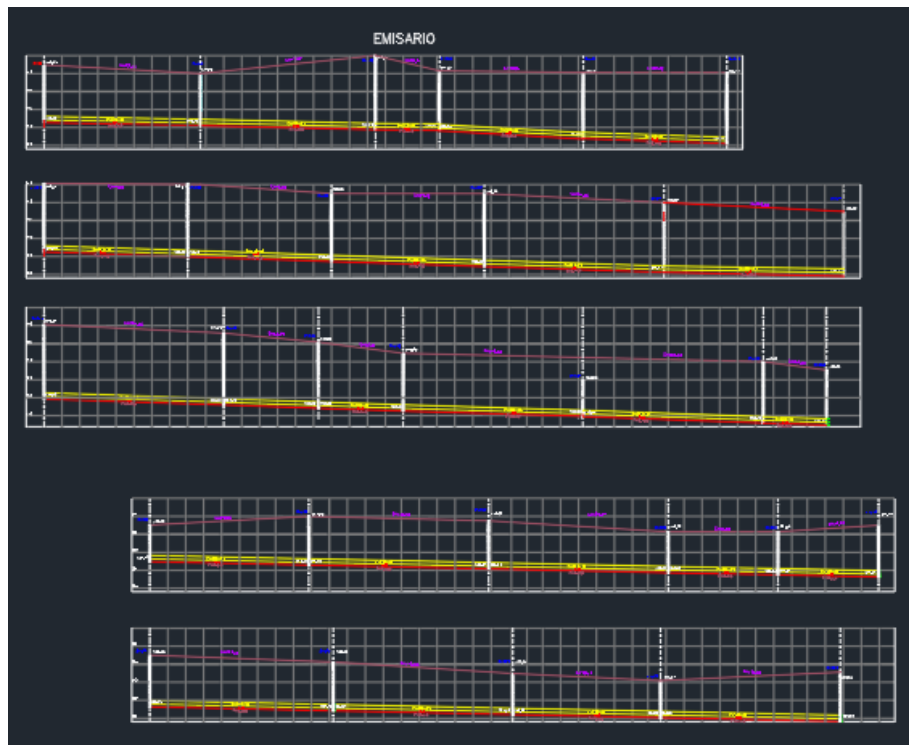


*Nota.* Plano: Oficina de proyectos, San Juan del Cesar, 2021.



**Figura 25.**

*Perfiles topográficos de terreno*



*Nota.* Plano: Oficina de proyectos, San Juan del Cesar, 2021.



**Figura 26.**

*Perfiles topográficos de terreno*



*Nota.* Plano: Oficina de proyectos, San Juan del Cesar, 2021.

Los caudales medio, máximo diario, máximo horario y de diseño correspondientes al consumo de cada nudo, calculados a partir de las áreas aferentes a cada nudo y la densidad poblacional del corregimiento, se muestran en la tabla 24.

**Tabla 24.**

*Cálculo de caudales por nudo*

<b>ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR</b>								
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN-CÁLCULO DE CAUDALES POR NUDO</b>								
<b>Conexión</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Qmed (lps)</b>	<b>QMD (lps)</b>	<b>QMH (lps)</b>	<b>Qdiseño (lps)</b>	<b>Cota terreno</b>	<b>Cota clave</b>
<b>C-1</b>	0,569	41	0,088	0,115	0,184	0,184	196,450	195,450
<b>C-2</b>	0,915	66	0,142	0,185	0,296	0,296	197,290	196,290
<b>C-3</b>	0,883	63	0,137	0,178	0,285	0,285	196,574	195,574
<b>C-4</b>	1,108	80	0,172	0,224	0,358	0,358	196,862	195,862
<b>C-5</b>	0,770	55	0,120	0,156	0,249	0,249	197,406	196,406
<b>C-6</b>	0,594	43	0,092	0,120	0,192	0,192	196,755	195,755
<b>C-7</b>	0,845	61	0,131	0,171	0,273	0,273	196,122	195,122
<b>C-8</b>	1,628	117	0,253	0,329	0,526	0,526	197,000	196,000
<b>C-9</b>	1,096	79	0,170	0,221	0,354	0,354	196,130	195,130
<b>C-10</b>	1,669	120	0,259	0,337	0,540	0,540	196,500	195,500
<b>C-11</b>	0,887	64	0,138	0,179	0,287	0,287	196,466	195,466
<b>C-12</b>	0,593	43	0,092	0,120	0,192	0,192	196,067	195,067
<b>C-13</b>	0,523	38	0,081	0,106	0,169	0,169	196,880	195,880
<b>C-14</b>	0,614	44	0,095	0,124	0,198	0,198	195,914	194,914
<b>C-15</b>	0,327	23	0,051	0,066	0,106	0,106	195,110	194,110
<b>C-16</b>	0,381	27	0,059	0,077	0,123	0,123	195,080	194,080
<b>C-17</b>	0,454	33	0,071	0,092	0,147	0,147	195,130	194,130
<b>C-18</b>	1,021	73	0,159	0,206	0,330	0,330	195,580	194,580
<b>C-19</b>	0,576	41	0,090	0,116	0,186	0,186	195,150	194,150
<b>C-20</b>	0,482	35	0,075	0,097	0,156	0,156	195,206	194,206
<b>C-21</b>	0,364	26	0,057	0,074	0,118	0,118	194,736	193,736
<b>C-22</b>	0,860	62	0,134	0,174	0,278	0,278	195,930	194,930
<b>C-23</b>	1,071	77	0,166	0,216	0,346	0,346	195,982	194,982
<b>C-24</b>	0,546	39	0,085	0,110	0,177	0,177	195,214	194,214
<b>C-25</b>	1,222	88	0,190	0,247	0,395	0,395	195,849	194,849
<b>C-26</b>	0,823	59	0,128	0,166	0,266	0,266	196,015	195,015

**ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN  
DEL CESAR**

**RED DE DISTRIBUCIÓN-CÁLCULO DE CAUDALES POR NUDO**

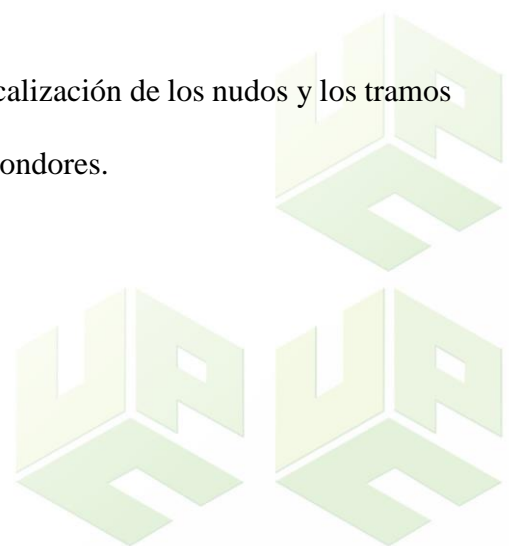
Conexión	Área (Ha)	Número de habitantes	Qmed (lps)	QMD (lps)	QMH (lps)	Qdiseño (lps)	Cota terreno	Cota clave
<b>C-27</b>	1,629	117	0,253	0,329	0,527	0,527	196,187	195,187
<b>C-28</b>	1,293	93	0,201	0,261	0,418	0,418	195,186	194,186
<b>C-29</b>	0,487	35	0,076	0,098	0,157	0,157	195,039	194,039
<b>C-30</b>	1,323	95	0,206	0,267	0,428	0,428	194,947	193,947
<b>C-31</b>	0,721	52	0,112	0,146	0,233	0,233	194,879	193,879
<b>C-32</b>	0,620	45	0,096	0,125	0,200	0,200	194,971	193,971
<b>C-33</b>	0,660	47	0,103	0,133	0,213	0,213	193,828	192,828
<b>C-34</b>	1,299	93	0,202	0,262	0,420	0,420	195,080	194,080
<b>C-35</b>	0,893	64	0,139	0,180	0,289	0,289	194,297	193,297
<b>C-36</b>	0,476	34	0,074	0,096	0,154	0,154	196,570	195,570
<b>C-37</b>	0,696	50	0,108	0,141	0,225	0,225	193,500	192,500
<b>C-38</b>	1,010	73	0,157	0,204	0,327	0,327	193,150	192,150
<b>C-39</b>	1,669	120	0,259	0,337	0,540	0,540	194,573	193,573
<b>TOTAL</b>	<b>33,597</b>	<b>2413</b>	<b>5,22</b>	<b>6,79</b>	<b>10,86</b>	<b>10,86</b>		

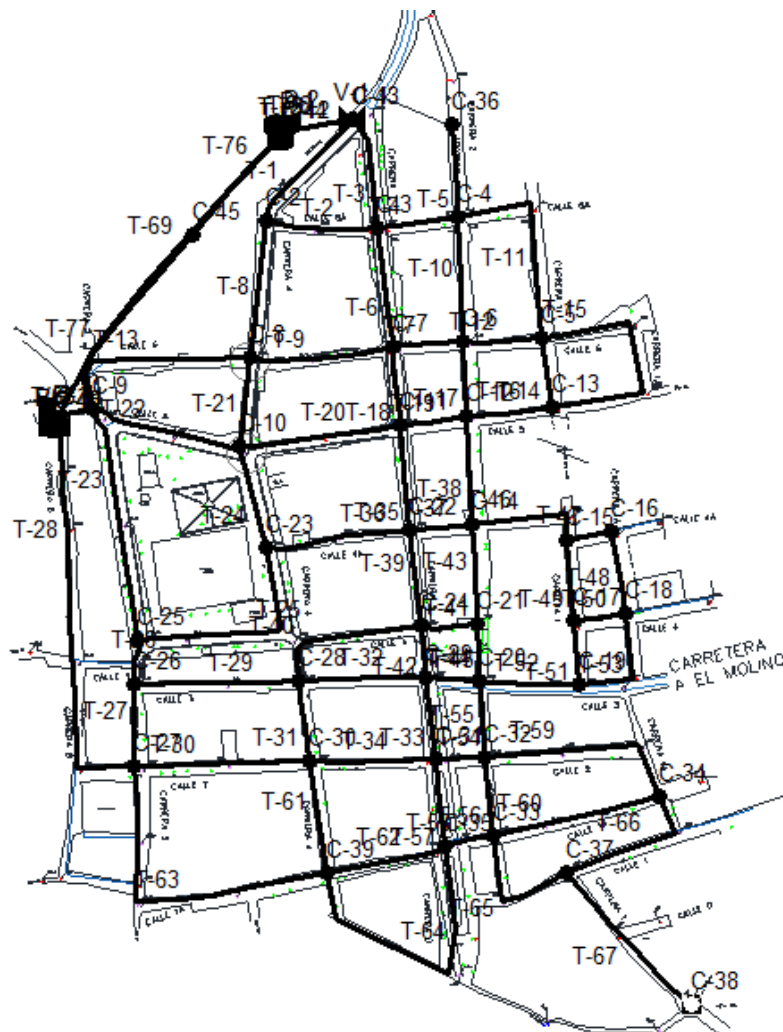
*Nota.* Autores, 2022, cálculos basados en las áreas medidas desde AutoCAD y densidad poblacional.

En la figura 27 se presenta de forma general la localización de los nudos y los tramos de tubería que conforman la red de distribución de Los Ponderos.

**Figura 27.**

*Red de distribución corregimiento Los Ponderos*





Nota. EPANET, 2022.

En la tabla 25 se muestra el estado de los nudos o conexiones de la red de distribución, identificación, cota, demanda, altura y presión de estos. Asimismo, en la tabla 26 se muestra el estado de los tramos de la red de distribución, identificación de cada tramo, longitud,

diámetro, rugosidad, caudal, velocidad y pérdidas; estos son los resultados de la simulación hidráulica en régimen estático o permanente:

**Tabla 25.**

*Estado de los nudos de la red de distribución*

<b>ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR</b>					
<b>ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>ID Nudo</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Demanda Base (LPS)</b>	<b>Demanda (LPS)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Presión (m)</b>
<b>Conexión C-1</b>	195,450	0,184	0,180	212,33	18,01
<b>Conexión C-2</b>	196,290	0,296	0,300	211,75	17,10
<b>Conexión C-3</b>	195,574	0,285	0,280	211,70	17,81
<b>Conexión C-4</b>	195,862	0,358	0,360	211,51	17,50
<b>Conexión C-5</b>	196,406	0,249	0,250	211,43	16,94
<b>Conexión C-6</b>	195,755	0,192	0,190	211,44	17,60
<b>Conexión C-7</b>	195,122	0,273	0,270	211,47	18,23
<b>Conexión C-8</b>	196,000	0,526	0,530	211,49	17,36
<b>Conexión C-9</b>	195,130	0,354	0,350	211,51	18,23
<b>Conexión C-10</b>	195,500	0,540	0,540	211,41	17,85
<b>Conexión C-11</b>	195,466	0,287	0,290	211,39	17,88
<b>Conexión C-12</b>	195,067	0,192	0,190	211,39	18,28
<b>Conexión C-13</b>	195,880	0,169	0,170	211,41	17,47
<b>Conexión C-14</b>	194,914	0,198	0,200	211,24	18,41
<b>Conexión C-15</b>	194,110	0,106	0,110	211,17	19,21
<b>Conexión C-16</b>	194,080	0,123	0,120	211,16	19,24
<b>Conexión C-17</b>	194,130	0,147	0,150	211,16	19,19
<b>Conexión C-18</b>	194,580	0,330	0,330	211,16	18,74
<b>Conexión C-19</b>	194,150	0,186	0,190	211,16	19,17
<b>Conexión C-20</b>	194,206	0,156	0,160	211,16	19,11
<b>Conexión C-21</b>	193,736	0,118	0,120	211,18	19,58
<b>Conexión C-22</b>	194,930	0,278	0,280	211,26	18,40
<b>Conexión C-23</b>	194,982	0,346	0,350	211,29	18,35

**ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE  
SAN JUAN DEL CESAR**

**ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

<b>ID Nudo</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Demanda Base (LPS)</b>	<b>Demanda (LPS)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Presión (m)</b>
<b>Conexión C-24</b>	194,214	0,177	0,180	211,18	19,10
<b>Conexión C-25</b>	194,849	0,395	0,400	211,26	18,48
<b>Conexión C-26</b>	195,015	0,266	0,270	211,21	18,31
<b>Conexión C-27</b>	195,187	0,527	0,530	211,19	18,13
<b>Conexión C-28</b>	194,186	0,418	0,420	211,16	19,13
<b>Conexión C-29</b>	194,039	0,157	0,160	211,16	19,28
<b>Conexión C-30</b>	193,947	0,428	0,430	211,14	19,37
<b>Conexión C-31</b>	193,879	0,333	0,330	211,13	19,44
<b>Conexión C-32</b>	193,971	0,200	0,200	211,13	19,34
<b>Conexión C-33</b>	192,828	0,213	0,210	211,12	20,48
<b>Conexión C-34</b>	194,080	0,420	0,420	211,11	19,23
<b>Conexión C-35</b>	193,297	0,289	0,290	211,13	20,02
<b>Conexión C-36</b>	195,570	0,154	0,150	211,50	17,79
<b>Conexión C-37</b>	192,500	0,225	0,230	211,10	20,81
<b>Conexión C-38</b>	192,150	0,327	0,330	211,09	21,16
<b>Conexión C-39</b>	193,573	0,540	0,540	211,13	19,74
<b>Conexión C-41</b>	195,590	0,000	0,000	245,40	60,28
<b>Conexión C-42</b>	197,000	0,000	0,000	213,69	16,73
<b>Conexión C-43</b>	196,700	0,000	0,000	212,33	16,76
<b>Conexión C-44</b>	197,000	0,000	0,000	213,60	16,60
<b>Conexión C-45</b>	197,300	0,000	0,000	213,21	16,25
<b>Conexión C-40</b>	195,590	0,000	0,000	245,59	60,55
<b>Conexión C-46</b>	195,590	0,000	0,000	270,01	60,79
<b>Embalse E-1</b>	175,590	No Disponible	-16,210	175,59	0,00
<b>Depósito D-1</b>	212,102	No Disponible	4,680	213,60	1,50
<b>Depósito D-2</b>	212,102	No Disponible	0,560	213,60	1,50

Nota. EPANET, 2022.

**Tabla 26.**

*Estado de los tramos de la red de distribución*

<b>ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR</b>							
<b>ESTADO DE LOS TRAMOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>							
<b>ID Línea</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Rugosidad (mm)</b>	<b>Caudal (LPS)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérd. Unit. (m/km)</b>	<b>Estado</b>
<b>Tubería T-1</b>	118,75	80,42	0,0015	0,91	0,18	0,58	Abierto
<b>Tubería T-2</b>	99,12	80,42	0,0015	0,25	0,05	0,06	Abierto
<b>Tubería T-3</b>	100,2	80,42	0,0015	1,06	0,21	0,75	Abierto
<b>Tubería T-4</b>	70,51	80,42	0,0015	0,65	0,13	0,32	Abierto
<b>Tubería T-5</b>	80,71	80,42	0,0015	-0,05	0,01	0	Abierto
<b>Tubería T-6</b>	104,98	80,42	0,0015	0,57	0,11	0,26	Abierto
<b>Tubería T-7</b>	62,42	80,42	0,0015	0,23	0,05	0,05	Abierto
<b>Tubería T-8</b>	121,31	80,42	0,0015	0,57	0,11	0,26	Abierto
<b>Tubería T-9</b>	126,08	80,42	0,0015	0,15	0,03	0,02	Abierto
<b>Tubería T-10</b>	110,14	80,42	0,0015	0,27	0,05	0,07	Abierto
<b>Tubería T-11</b>	183,47	80,42	0,0015	0,23	0,04	0,05	Abierto
<b>Tubería T-12</b>	68,73	80,42	0,0015	0,13	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-13</b>	182,74	80,42	0,0015	-0,11	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-14</b>	62,62	80,42	0,0015	0,19	0,04	0,03	Abierto
<b>Tubería T-15</b>	223,33	80,42	0,0015	0,08	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-16</b>	75,97	80,42	0,0015	0,23	0,04	0,05	Abierto
<b>Tubería T-17</b>	66,61	80,42	0,0015	0,32	0,06	0,1	Abierto
<b>Tubería T-18</b>	69,29	80,42	0,0015	0,4	0,08	0,14	Abierto
<b>Tubería T-19</b>	59,18	80,42	0,0015	-0,02	0	0	Abierto
<b>Tubería T-20</b>	141,7	80,42	0,0015	-0,11	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-21</b>	79,5	80,42	0,0015	0,38	0,08	0,13	Abierto
<b>Tubería T-22</b>	133,96	80,42	0,0015	-0,31	0,06	0,09	Abierto
<b>Tubería T-23</b>	208,14	80,42	0,0015	0,41	0,08	0,14	Abierto
<b>Tubería T-24</b>	92,2	80,42	0,0015	0,43	0,08	0,16	Abierto
<b>Tubería T-25</b>	198,1	80,42	0,0015	0,15	0,03	0,02	Abierto
<b>Tubería T-26</b>	39,62	80,42	0,0015	0,44	0,09	0,17	Abierto

**ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL  
CESAR**

**ESTADO DE LOS TRAMOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
Tubería T-27	72,83	80,42	0,0015	0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería T-28	387,84	80,42	0,0015	0,33	0,06	0,1	Abierto
Tubería T-29	145,3	80,42	0,0015	0,19	0,04	0,03	Abierto
Tubería T-30	153,19	80,42	0,0015	0,18	0,04	0,03	Abierto
Tubería T-31	71,11	80,42	0,0015	0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería T-32	110,5	80,42	0,0015	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería T-33	73,76	80,42	0,0015	0,19	0,04	0,03	Abierto
Tubería T-34	110,45	80,42	0,0015	-0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería T-35	93,57	80,42	0,0015	0,44	0,09	0,17	Abierto
Tubería T-36	127,18	80,42	0,0015	-0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería T-37	55,1	80,42	0,0015	0,18	0,04	0,03	Abierto
Tubería T-38	94,85	80,42	0,0015	0,47	0,09	0,18	Abierto
Tubería T-39	84,78	80,42	0,0015	0,35	0,07	0,11	Abierto
Tubería T-40	141,48	80,42	0,0015	0,12	0,02	0,01	Abierto
Tubería T-41	48,99	80,42	0,0015	-0,05	0,01	0	Abierto
Tubería T-42	44,85	80,42	0,0015	0,22	0,04	0,05	Abierto
Tubería T-43	87,85	80,42	0,0015	0,3	0,06	0,09	Abierto
Tubería T-44	50,97	80,42	0,0015	0,22	0,04	0,05	Abierto
Tubería T-45	46,78	80,42	0,0015	-0,01	0	0	Abierto
Tubería T-46	105,59	80,42	0,0015	0,29	0,06	0,08	Abierto
Tubería T-47	39,46	80,42	0,0015	0,12	0,02	0,01	Abierto
Tubería T-48	73,16	80,42	0,0015	0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería T-49	70,78	80,42	0,0015	0,13	0,03	0,01	Abierto
Tubería T-50	44,64	80,42	0,0015	0,04	0,01	0	Abierto
Tubería T-51	56,9	80,42	0,0015	0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería T-52	88,15	80,42	0,0015	0,02	0	0	Abierto
Tubería T-53	106,22	80,42	0,0015	0,02	0	0	Abierto
Tubería T-54	43,15	80,42	0,0015	0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería T-55	66,46	80,42	0,0015	0,21	0,04	0,04	Abierto
Tubería T-56	69,69	80,42	0,0015	0,13	0,03	0,01	Abierto
Tubería T-57	76,99	80,42	0,0015	0,1	0,02	0,01	Abierto

**ACUEDUCTO CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL  
CESAR**

**ESTADO DE LOS TRAMOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

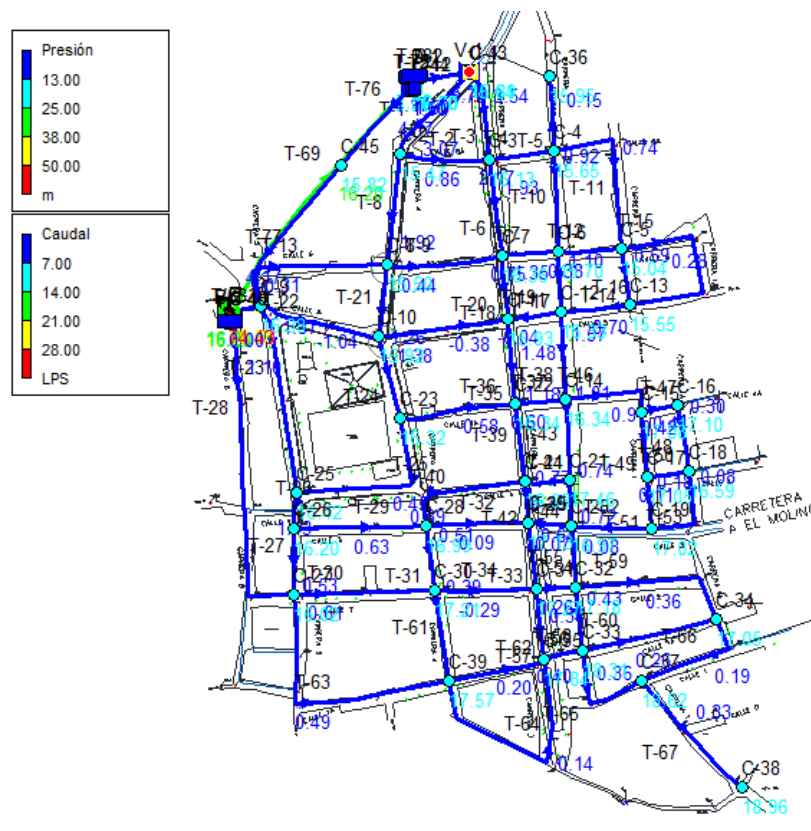
ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)	Estado
<b>Tubería T-58</b>	42,81	80,42	0,0015	0,12	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-59</b>	183,44	80,42	0,0015	0,1	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-60</b>	149,74	80,42	0,0015	0,07	0,01	0,01	Abierto
<b>Tubería T-61</b>	99,49	80,42	0,0015	0,12	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-62</b>	107	80,42	0,0015	0,07	0,01	0,01	Abierto
<b>Tubería T-63</b>	287,2	80,42	0,0015	0,16	0,03	0,02	Abierto
<b>Tubería T-64</b>	264,07	80,42	0,0015	0,04	0,01	0	Abierto
<b>Tubería T-65</b>	119,81	80,42	0,0015	0,12	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-66</b>	137,09	80,42	0,0015	0,04	0,01	0	Abierto
<b>Tubería T-67</b>	158,93	80,42	0,0015	0,1	0,02	0,01	Abierto
<b>Tubería T-69</b>	325,21	80,42	0,0015	18,94	3,73	129,58	Abierto
<b>Tubería T-71</b>	1,88	80	0,25	8,47	1,69	69,32	Abierto
<b>Tubería T-72</b>	0,99	80	0,25	10,47	2,08	131,63	Abierto
<b>Tubería T-75</b>	0,62	100	0,25	1,26	0,16	0,93	Abierto
<b>Tubería T-76</b>	118,98	100	0,25	1,26	0,16	0,43	Abierto
<b>Tubería T-77</b>	189,35	80,42	0,0015	1,26	0,25	1,02	Abierto
<b>Tubería T-78</b>	61,51	80,42	0,0015	2,03	0,4	2,37	Abierto
<b>Tubería T-68</b>	0,66	80,42	0,0015	18,94	3,73	397,35	Abierto
<b>Tubería T-70</b>	0,5	80,42	0,0015	18,94	3,73	483,21	Abierto
<b>Bomba B-1</b>	No Disponibile No	No Disponibile	No Disponibile No	18,94	0	-80,79	Abierto
<b>Válvula V-1</b>	Disponibile	80	Disponibile	2,03			
<b>Total Diam=80,42</b>	7848,76						
<b>Total Diam=100</b>	119,60						

Nota. EPANET, 2022.

En las figuras 28, 29 y 30 se aprecia de forma general los resultados de la simulación hidráulica en régimen permanente, considerando una presión en la red de distribución generada por dos tanques de almacenamiento de 15 m en promedio abastecidos de un pozo en el cual existe una bomba que logra impulsar el agua hacia ambos tanques. Logrando una presión en la red de más de 10 mca para un NCS bajo, de conformidad con lo establecido en el artículo 61 de la resolución 0330 de 2017.

**Figura 28.**

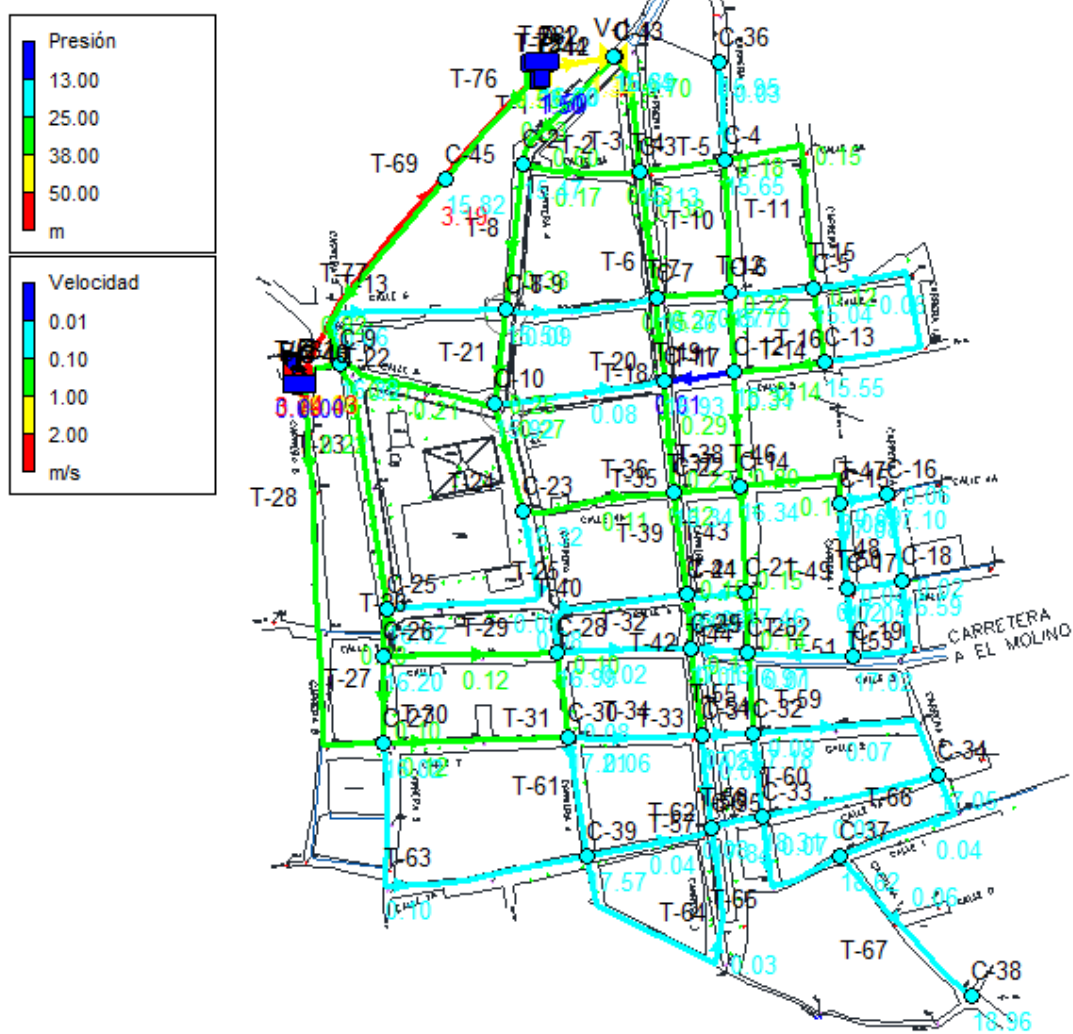
*Presión y caudal resultantes de la simulación hidráulica.*



Nota. EPANET, 2022.

**Figura 29.**

*Presión y velocidad resultantes de la simulación hidráulica*

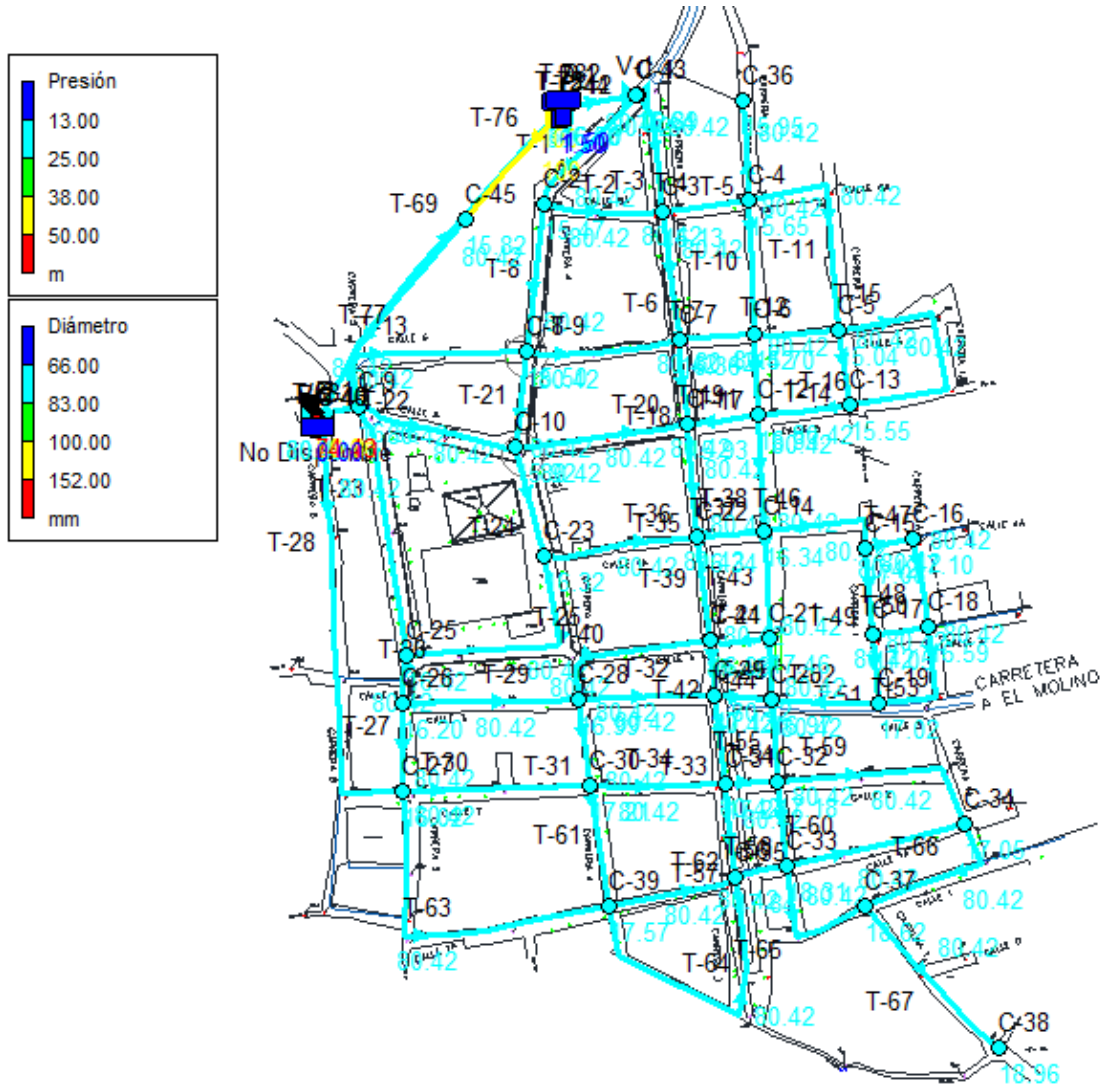


Nota. EPANET, 2022.



Figura 30.

Presión y diámetro resultantes de la simulación hidráulica.

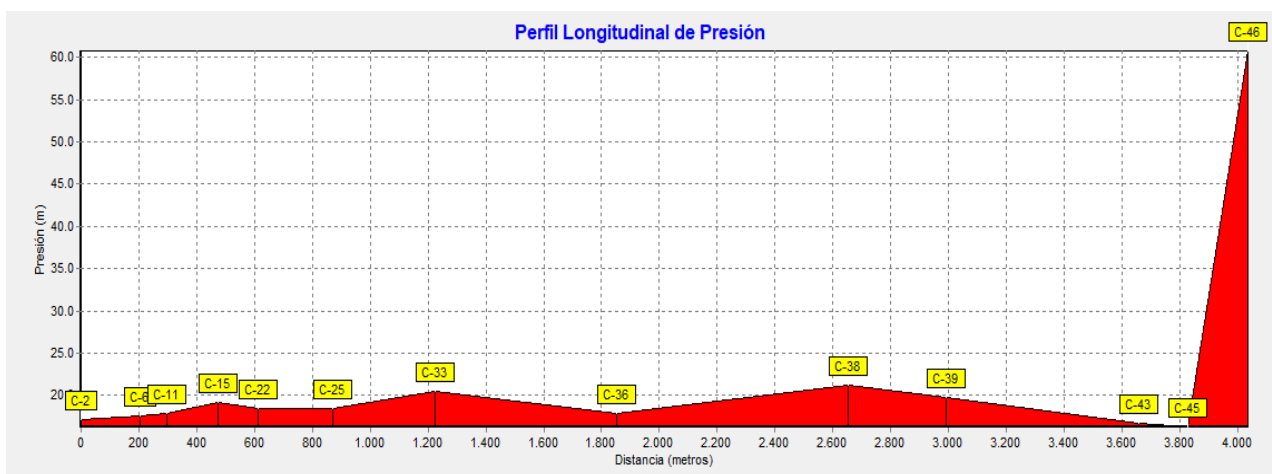


Nota. EPANET, 2022.

En las posteriores figuras se aprecian los perfiles longitudinales en que se representan las presiones en los diferentes nudos que conforman la red de distribución.

**Figura 31.**

*Perfil longitudinal de presión, 1*

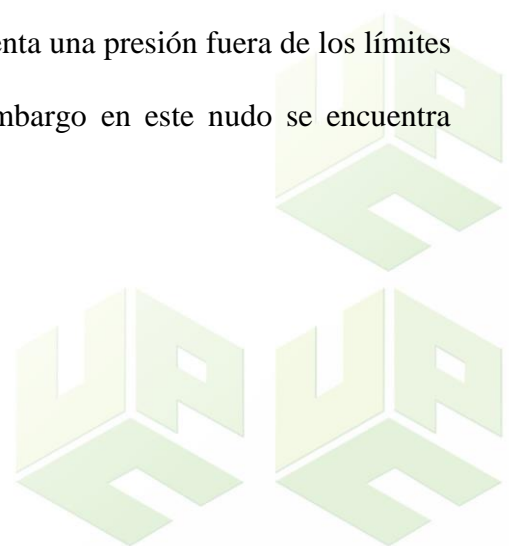


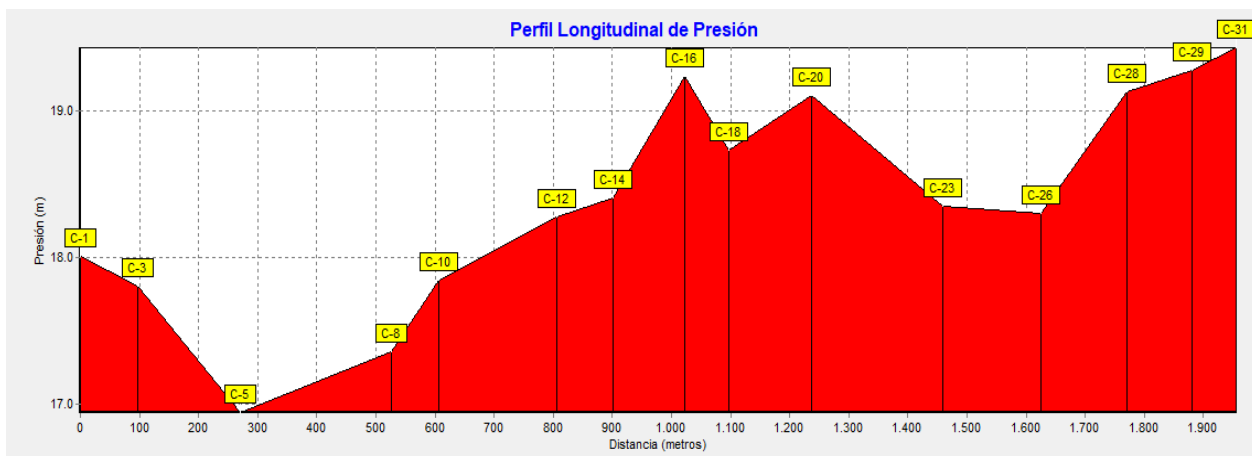
*Nota.* EPANET, 2022.

En la figura 31 se aprecia que el nudo C-46 presenta una presión fuera de los límites permitidos por la resolución 0330 (60.79 mca), sin embargo en este nudo se encuentra ubicada la bomba, lo que genera esta alta presión.

**Figura 32.**

*Perfil longitudinal de presión, 2*





*Nota.* EPANET, 2022.

En la figura 32 se presenta el perfil longitudinal de presiones en otros nudos, en los que se aprecia que las presiones son mayores a 10 mca y menores a 50 mca.

**Tabla 27.**

*Curva de variación del consumo horario*

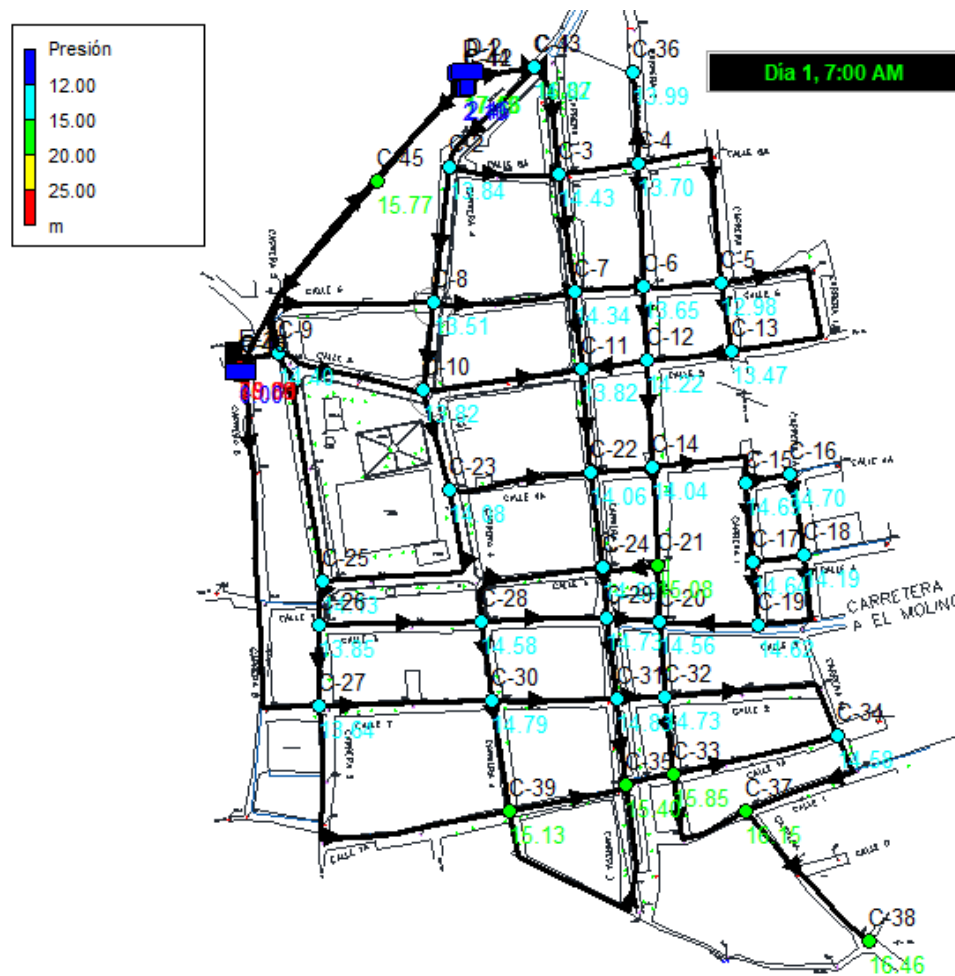
CURVA DE VARIACIÓN DEL CONSUMO HORARIO								
CORREGIMIENTO LOS PONDORES, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR								
<b>Período</b>	00 – 01	01 – 02	02 – 03	03 – 04	04 – 05	05 – 06	06 – 07	07 – 08
<b>Coefficiente</b>	0,30	0,40	0,55	0,70	1,20	1,30	1,60	1,60
<b>Período</b>	08 – 09	09 – 10	10 – 11	11 – 12	12 – 13	13 – 14	14 – 15	15 – 16
<b>Coefficiente</b>	1,45	1,20	1,35	1,50	1,45	1,30	1,20	1,00
<b>Período</b>	16 – 17	17 – 18	18 – 19	19 – 20	20 – 21	21 – 22	22 – 23	23 – 24
<b>Coefficiente</b>	0,90	1,20	1,30	0,80	0,50	0,40	0,35	0,30

*Nota.* Autores, 2022.

Se realizó la simulación hidráulica en régimen dinámico con la curva de variación del consumo horario mostrada en la tabla 27, cambiando los valores del coeficiente de consumo máximo horario.

**Figura 33.**

*Resultado de presión en los nudos a las 7:00 AM*

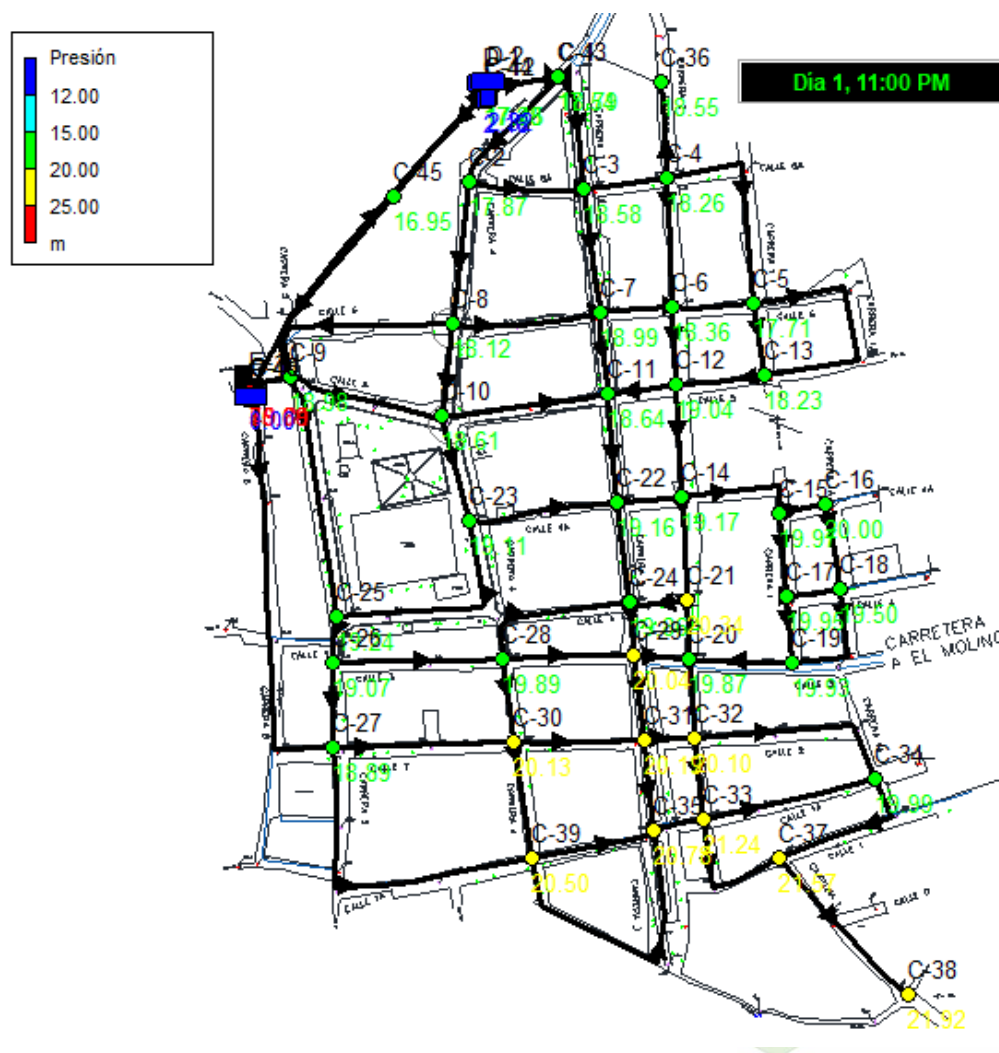


Nota. EPANET, 2022.

El periodo del día en que se presentaron las presiones más bajas en la red de distribución se aprecia en la figura 33, en la que se puede observar que la mayoría de nudos tienen presiones entre 12 y 15 m.

**Figura 34.**

*Resultado de presión en los nudos a las 11:00 PM.*



*Nota.* EPANET, 2022.

El periodo del día en que se presentaron las presiones más altas en la red de distribución es mostrado en la figura 34, en la que se aprecia que la mayoría de nudos tienen presiones entre 15 y 20 m, como también hay nodos con presiones entre 20 y 25 m.



## 7. Conclusiones

- Se realizó el diagnóstico en el corregimiento Los Pondores acerca de los aspectos relacionados al abastecimiento de agua para consumo humano y servicios de saneamiento básico, definiendo la situación actual de la población.
- De acuerdo la información hídrica obtenida por el administrador del sistema, el cual abastece en la actualidad a la población de los Pondores, la fuente de suministro es óptima para realizar la captación en el periodo de diseño, permitiendo así suplir las necesidades hídricas futuras de los habitantes, incluso en épocas de sequías, sin comprometer el caudal ecológico de esta.
- La información demográfica actual del corregimiento es reportada por datos del Sisbén y el DANE como entidades oficiales del estado, con lo cual la población fue estimada por el promedio de personas por familias y considerando las necesidades hídricas propias del sector.
- La proyección de la población se realizó considerando los tres métodos: aritmético, geométrico y exponencial sugerido por el RAS 2000 teniendo en cuenta que resolución 0330 del 2017 no especifica ningún método de proyección a usar, posteriormente se trabajó con el geométrico con el fin de obtener un valor representativo de la población al horizonte de diseño.
- Se calcularon los caudales de diseño, resultando como demanda máxima diaria 6,786 L/S, el cual corresponde al caudal de diseño de los distintos componentes del sistema;

la demanda máxima horaria es de 10,8576 L/S el cual corresponde al caudal de la red de distribución.

- Se realizaron mediciones para estimar el caudal producido en la actualidad por el sistema y así conocer la capacidad instalada; se estimó el caudal de aforo en los tanques de almacenamiento dando como resultado un caudal de aproximadamente 11 L/S, esto, comparado con el caudal máximo diario calculado para el horizonte de diseño, indica un exceso del recurso dentro del sistema.
- El levantamiento topográfico, en este caso fueron los planos del corregimiento proporcionados por la alcaldía de San Juan del Cesar y otras oficinas de carácter público, junto con las cotas de terreno del corregimiento, fue el recurso principal para el diseño de la red de distribución, ya que a partir de este se pudo determinar los parámetros básicos de diseño como coordenadas y elevaciones de los nudos del sistema, longitudes de tubería y número suscriptores con los que cuenta el acueducto.
- Para la modelación de la red de distribución se obtuvo información respecto a múltiples variables en las que sobresalen la viscosidad cinemática del agua a la temperatura propia del proyecto, rugosidad del material a implementar en las tuberías, pérdidas generadas por los materiales de las tuberías y longitud propia de cada una de estas, por lo cual se precisó de realizar trabajos de investigación tanto de fuente primaria como secundarias.

- El software EPANET fue utilizado como herramienta para llevar a cabo la simulación hidráulica de la red de distribución tomando las cotas, áreas, demandas de acuerdo al consumo por nodos y demás parámetros que requiere el programa para realizar una correcta modelación del sistema de acueducto.
- Las presiones generadas en la red de distribución se encuentran, en general, conforme a lo establecido en los artículos 61 y 62 de la resolución 0330 de 2017, logrando una cobertura en la mayor parte del área sanitaria del corregimiento.



## 8. Recomendaciones

- Llevar a cabo la implementación del sistema propuesto, con lo que se generarían mejoras en el servicio de acueducto para la población del corregimiento.
- Construir el sistema de desinfección descrito en el presente documento, resultado del análisis de mediciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos propios del agua presente en la fuente de abastecimiento y dentro del sistema.
- Elaborar el manual de operaciones del sistema propuesto, como complemento de la presente investigación, para mejorar el rendimiento de cada uno de los componentes del sistema de acueducto y así garantizar el buen funcionamiento del mismo.
- Realizar el adecuado mantenimiento, lavado y desinfección de forma frecuente a los componentes del sistema para evitar posibles fugas y/o fuentes de contaminación que puedan presentarse, riesgo de deteriorar los componentes y/o contraer enfermedades por parte de la población consumidora del servicio.



## 9. Referencias

Arias, F. (2006). *Introducción a la metodología científica*. 6ta edición. Editorial Episteme.

Cárdenas, D. y Patiño, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutucán, cantón paute, provincia del azuay*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Ecuador.

Cáceres, L y Martín, M (2019). *Propuesta de mejoramiento a la planta de tratamiento de agua potable en el municipio de Nocaima, Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad del Bosque, Bogotá, Colombia.

Constitución Política de Colombia (1991).

El Espectador (2018). *Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia*.

<https://www.elespectador.com/noticias/economia/lo-que-falta-en-suministro-de-agua-y-alcantarillado-en-colombia/>

Espitia, Y. (2019). *Diseño del sistema de acueducto en la vereda Limoncitos municipio de Pacho, Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, Colombia.

Gobernación de La Guajira. (2013) *Presentación de La Guajira*.

<https://laguajira.gov.co/web/la-guajira/la-guajira.html>

Granados, D. y López, Y. (2018). *Propuesta de diseño de un acueducto en la vereda Monquirá (Sogamoso Boyacá)*. (Tesis de pregrado). Universidad La Gran Colombia. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia (1979). Ley 9. Código sanitario ambiental.

Congreso de la República de Colombia (1993). Ley 99. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Congreso de la República de Colombia (1994). Ley 142. Ley del Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios. Colombia.

Crespo Plata, J. (2018). Alcaldía municipal de San Juan del Cesar.

<http://www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Díaz, N., Pacheco, H., Cabrera, W. y Loayza, J., (2018). *Instalación del dosificador de cloro con bomba eléctrica*. Lima, Perú. [http://doc.rero.ch/record/323224/files/11-09 inst de-dosificador de cloro con bomba elctrica-min.pdf](http://doc.rero.ch/record/323224/files/11-09_inst_de-dosificador_de_cloro_con_bomba_elctrica-min.pdf)

Herrera Romero, J. F. (2000). *Festival de Compositores de Música Vallenata*.

<https://web.archive.org/web/20160412214922/http://www.colarte.com/colarte/cons-pintores.asp?idartista=20371>

Medrano, B y Rodríguez, C (2014). *Diagnóstico y formulación de propuestas de saneamiento básico para el mejoramiento del bienestar y salud de los pobladores del municipio de Ubaque – Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico (1995). Resolución 08. Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico. Colombia.

Ministerio de Desarrollo Económico (2000). Decreto 302. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado; modificado parcialmente por el decreto 229 de 2002. Colombia.

Ministerio de la Protección Social (2007). Decreto 1575. Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Colombia.

Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). Resolución 2115. 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. Colombia.

Ministerio de la Protección Social y Organización Panamericana de la Salud (2008). CONPES 3550. Lineamientos para la formulación de la política integral de salud

ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Colombia.

Ministerio de Salud Pública (1998). Decreto 475. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. Colombia.

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

Orjuela, J. Velásquez, F. (2015). *Plan Básico De Saneamiento Ambiental De La Vereda Boquerón De Ilo Del Municipio De Anolaima – Cundinamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Organización Panamericana de la Salud. (2011). *Agua y Saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública*. Washington, D. C.

Organización Mundial de la Salud (2019). *Guías para el saneamiento y la salud*.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330097/9789243514703-spa.pdf?ua=1>

Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023. Con enfoque étnico diferencial. San Juan del Cesar, La Guajira.

Plan Básico de Ordenamiento Territorial, (2004). Arnoldo Enrique Marulanda B. San Juan del Cesar, La Guajira.

Prieto, J. y Vaca I. (2018). *Diseño del acueducto y alcantarillado para la comunidad de Puerto Saija, Timbiquí – Cauca.* (Tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia.

Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas.* Buenos Aires.

Resolución N° 0594 de 2021. “por la cual se otorga permiso de prospección y exploración de aguas subterráneas para la construcción de un pozo profundo en el predio rural ubicado en el kilómetro 54+700, ruta 49 vía nacional san juan del cesar - la guajira, de propiedad del señor Cristian Camilo Cuello Suárez y se dictan otras disposiciones”. Corporación Autónoma Regional de La Guajira.

Sampieri, R., Fernández, C y Baptista, M (2014). *Metodología de la investigación.* Sexta edición. Mc. Graw Hill.

Soto, M. (2012). *Metodología para diseñar un sistema de acueducto con bajas poblaciones. Caso de estudio corregimiento Las Palmas.* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena, Colombia.

Trinidad Mendoza, R. (2019). *La Guajira Hoy*. <https://laguajirahoy.com/featured/san-juan-del-cesar-cumple-318-anos-de-historia.html>

Upegui, B y Restrepo, G (2017). *Análisis de las carencias que presenta la vereda la veta del municipio de Cocorna, en cuanto a necesidades de servicios de saneamiento ambiental*. (Tesis de posgrado). Corporación Universitaria Minuto De Dios. Medellín, Colombia.

Velasco, A. (2016). *Diseño de acueducto para la vereda la mina ubicada en la zona rural del municipio de Miranda, Cauca*. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Miranda, Cauca.



## 10. Anexos

### Anexo 1. Encuesta

#### Diseño De Acueducto Para El Corregimiento Los Pondores Del Municipio De San

#### Juan Del Cesar, La Guajira

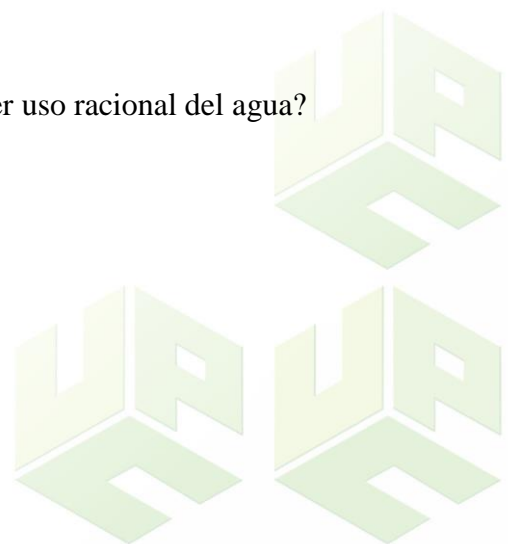
A continuación, se presentan preguntas asociadas al saneamiento básico del corregimiento en donde usted habita, por favor responda con la mayor sinceridad posible.

Nombre: \_\_\_\_\_

1. Número de personas que habitualmente conviven con usted: \_\_\_\_\_
2. ¿Qué nivel de estratificación tienen en el hogar? Nivel \_\_\_\_\_
3. ¿Con qué tipo de servicios cuenta usted en la vivienda? Es posible marcar múltiples opciones.
  - a. Acueducto
  - b. Alcantarillado
  - c. Recolección de residuos sólidos
4. ¿Sabe si usted si el agua que consume es potable?
  - a. Sí
  - b. No
5. El servicio de acueducto es:
  - a. Eficiente y constante



- b. Intermitente, deficiente
6. ¿De qué fuente es captada el agua para el servicio?
- a. Afluente
  - b. Pozo profundo
  - c. Otra. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
7. ¿Usted conoce el manejo y gasto del dinero del acueducto?
- a. Sí
  - b. No
8. ¿Qué uso o usos le da al servicio? Es posible marcar múltiples opciones
- a. Consumo familiar
  - b. Aseo y limpieza
  - c. Abrevaje
  - d. Riego
  - e. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
9. ¿Considera que se han tomado medidas para hacer uso racional del agua?
- a. Sí
  - b. No
- ¿Por qué? \_\_\_\_\_
10. ¿Cómo le parece el tipo de agua que consume?
- a. Apta





b. No apta

11. ¿Realiza pago de recibo de agua?

a. Sí

b. No

12. ¿Considera usted que el cobro por el servicio es equitativo en relación al consumo?

a. Sí

b. No

¿Por qué? \_\_\_\_\_



**Anexo 2. Certificado Expedido Por La Corporación Autónoma Regional De La  
Guajira**



CORPOGUAJIRA  
Orig:370:DIRECCION TERRITORIAL DEL SUR  
Dest:IRINA CARRILLO  
Asun:RESPUESTA  
Fecha:04/02/2021 05:29 AM Fol:1 Anx:0  
Rad:SAL-326 RpA:ENT-1

370.

Fonseca, La Guajira.

Señorita  
**IRINA CARRILLO CAMACHO**  
Estudiante Universidad Popular del Cesar  
[icarrilloc@unicesar.edu.co](mailto:icarrilloc@unicesar.edu.co)

Asunto: Respuesta ENT- 001 de fecha 04 de enero del 2021.

Cordial Saludo:

Sobre petición enviada por usted, allegada a la Dirección Territorial Sur, y recibida con radicado ENT-001 de fecha 04 de enero del 2021, en la que usted solicita:...( ) "certifique que no se está realizando ningún proyecto de Diseño de Acueducto en el corregimiento de Los Pondores, jurisdicción de San Juan del Cesar, Guajira; documento que necesitamos para presentar un proyecto con este mismo título como trabajo de grado para culminar nuestra carrera en el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria"... ( ); de manera atenta y respetuosa, nos permitimos anotar lo siguiente:

Consultada la base de datos relacionada con las solicitudes presentas ante CORPOGUAJIRA a corte 31 de enero de 2021, se constató que en la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, no se han radicado solicitudes por persona natural y/o jurídica relacionada con permisos, autorizaciones, solicitud de asesoría y/o concepto ambiental en relación con el proyecto denominado "Diseño de Acueducto en el corregimiento de Los Pondores", jurisdicción del municipio de San Juan del Cesar, La Guajira.

Reafirmamos nuestro compromiso con una gestión ambiental articulada y participativa para el desarrollo sostenible de nuestra región.

Cordialmente,



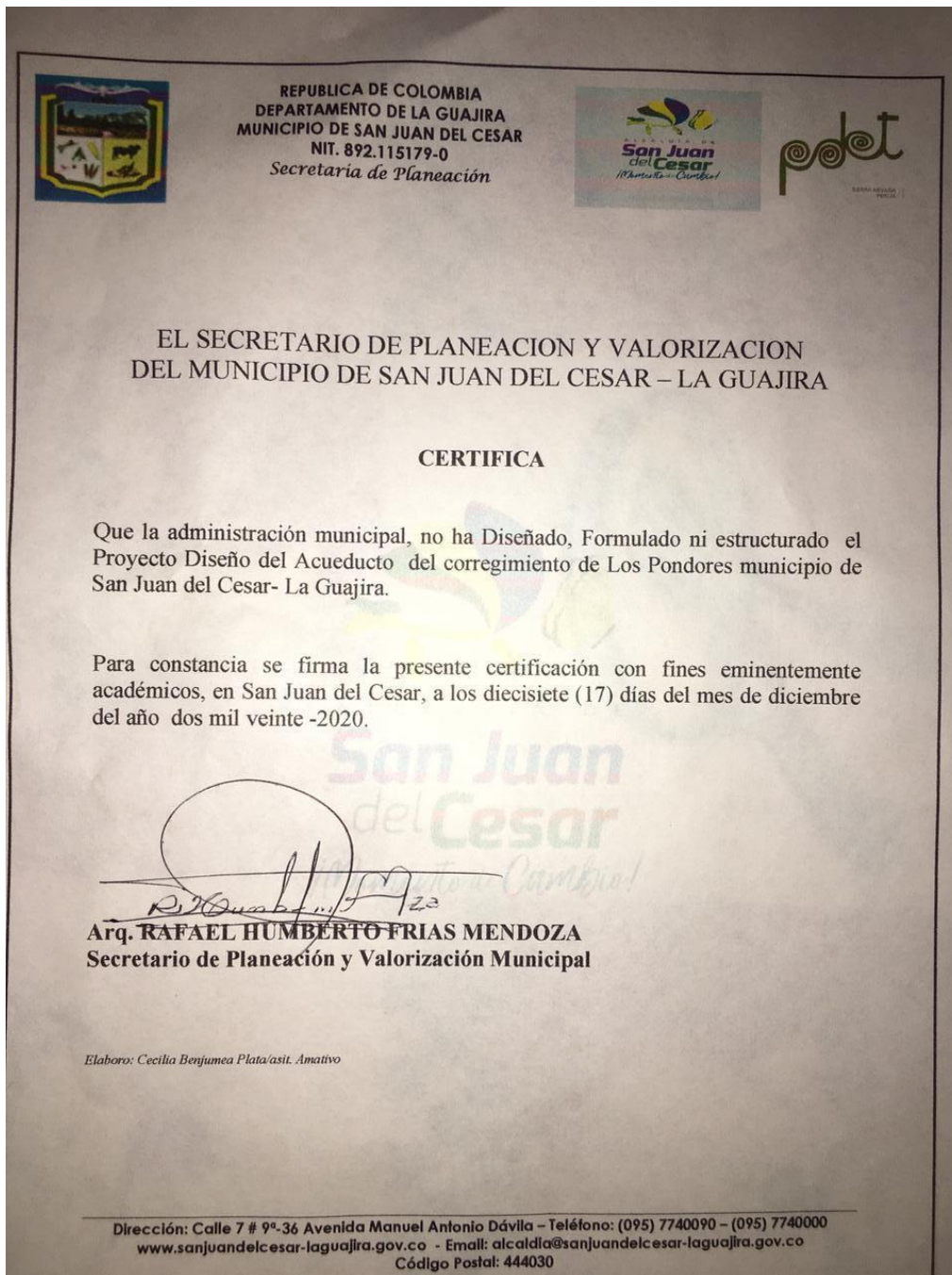
**ESTELA MARÍA FREILE LOPESIERRA**  
Directora Territorial Sur – CORPOGUAJIRA  
Correo Electrónico: [e.freile@corpoguajira.gov.co](mailto:e.freile@corpoguajira.gov.co)  
Teléfonos: + (5) 7756500 - 3108980584  
Dirección: Calle 13 - Km 1 Salida hacia Barrancas, Fonseca - La Guajira

Proyecto: Carlos H Cuello



Carrera. 7 No 12 -25  
Teléfonos: (5) 7273905 telefax (5)7273904  
[www.corpoguajira.gov.co](http://www.corpoguajira.gov.co)  
Laboratorio: (5) 7285052 – Fonseca: teléfonos: (5) 7756123  
Riohacha – Colombia.

**Anexo 3. Certificado Expedido Por La Secretaría De Planeación Del Municipio De San  
Juan Del Cesar, La Guajira.**



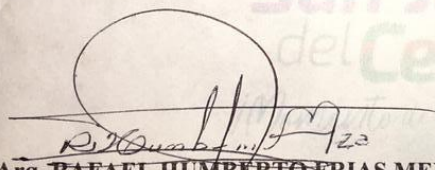
REPUBLICA DE COLOMBIA  
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA  
MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR  
NIT. 892.115179-0  
Secretaría de Planeación

EL SECRETARIO DE PLANEACION Y VALORIZACION  
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR – LA GUAJIRA

**CERTIFICA**

Que la administración municipal, no ha Diseñado, Formulado ni estructurado el Proyecto Diseño del Acueducto del corregimiento de Los Ponderos municipio de San Juan del Cesar- La Guajira.

Para constancia se firma la presente certificación con fines eminentemente académicos, en San Juan del Cesar, a los diecisiete (17) días del mes de diciembre del año dos mil veinte -2020.


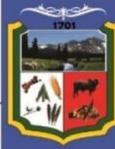

  
Arq. RAFAEL HUMBERTO FRIAS MENDOZA  
Secretario de Planeación y Valorización Municipal

*Elaboro: Cecilia Benjumea Plata/astl. Amativo*

Dirección: Calle 7 # 9º-36 Avenida Manuel Antonio Dávila – Teléfono: (095) 7740090 – (095) 7740000  
www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co - Email: alcaldia@sanjuandelcesar-laguajira.gov.co  
Código Postal: 444030

**Anexo 4. Informe De La Población Habitante Del Corregimiento Los Pondores**

**Expedido Por La Oficina Del Sisbén**

 <p>ALCALDÍA DE <b>San Juan del Cesar</b> <i>¡Momento de Cambio!</i></p>	<p>REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL CESAR NIT.892.115179-0</p> <p><b>SECRETARIA DE PLANEACION Y VALORIZACION</b></p>		<p>Código: _____</p> <p>Página 1 de 1</p>
<p>San Juan del Cesar 13 – Agosto del 2021</p> <p>Para: La Estudiantes, Rosa Vega y Irina Carrillo</p> <p>Cordial saludo.</p> <p>Asunto respuesta a su solicitud de información, la oficina del sisben según sus bases de datos de la población de los PONDORES para los años 2019, 2020 y 2021 certifica que el número de habitantes es el siguiente.</p> <p>Para diciembre 2019 el corregimiento de los pondores contaba con 806 habitantes.</p> <p>Para diciembre de 2020 contaba con 1948 habitantes en base de datos de sisben</p> <p>Para enero de 2021 hay 1950 habitantes</p> <p>Para mayor constancia se firma el 13 de agosto de 2021</p> <p>Atentamente.</p> <p> José Manuel Plata Coordinador del SISBEN</p> <p><b>Dirección:</b> Calle 7 # 9ª-36 Avenida Manuel Antonio Dávila – <b>Teléfono:</b> (095) 7740090 – (095) 7740000 <a href="http://www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co">www.sanjuandelcesar-laguajira.gov.co</a> - <b>Email:</b> <a href="mailto:alcaldia_sanjuan@yahoo.com">alcaldia_sanjuan@yahoo.com</a></p>			

**Anexo 5. Información Demográfica Obtenida De Las Plataformas Digitales Del  
Departamento Administrativo Nacional De Estadística**

## LOS PONDORES

in San Juan del Cesar (La Guajira)

### Population Center

The population development of Los Pandores as well as related information and services (weather, Wikipedia, Google, images).

Name	Municipality	Population Census 2005-06-30	Population Census 2018-06-30
Los Pandores	San Juan del Cesar	1,269	1,641



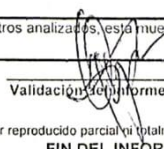
### Los Pandores

- **1,641** Population [2018] - *Census*
- **0.2788 km<sup>2</sup>** Area
- **5,886/km<sup>2</sup>** Population Density [2018]
- 📈 **2.0%** Annual Population Change [2005 → 2018]



**Source:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Republica de Columbia (web).

**Anexo 6. Resultados Del Análisis Físicoquímico Del Agua Por Parte Del Laboratorio  
De Salud Pública De Valledupar**

 <b>GOBERNACION DEL CESAR</b>		<b>INFORME DE RESULTADO DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE</b>		Código: LSPC-IDR-EDI-FOR-FQAG-001 Versión: 03 Fecha: 2018-06-18 Página: Ver pie de Pagina	
		LABORATORIO SALUD PUBLICA			
<b>TIPO DE ANALISIS</b>					
VIGILANCIA Y CONTROL		DIAGNOSTICO		MUESTRA PARTICULAR	
CONTROL DE CALIDAD		DERECHO DE PETICION		EVENTO DE INTERES PUBLICO	
<b>INFORMACION DE LA MUESTRA</b>					
CODIGO DE LA MUESTRA: 2021-0567		FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2021-09-14 HORA: 08: 13			
PROPIETARIO: IRINA CARRILLO		FECHA Y HORA DE RECEPCION: 2021-09-14 HORA: 10:52			
ANALISIS SOLICITADO: FISICOQUIMICO		MUESTRA TOMADO POR: IRINA CARRILLO			
TIPO DE MUESTRA: CRUDA		DESINFECTANTE: S		COAGULANTE: S	
DATOS in situ pH: S		Cloro libre residual (mg/L): S		FECHA DE EMISION DEL INFORME: 20/09/2021	
<b>INFORMACION DEL PUNTO DE TOMA</b>					
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO		UBICACION	
LA GUAJIRA		SAN JUAN DEL CESAR		LOS PONDORES	
PUNTO CONCERNADO		CODIGO DEL PUNTO		FUENTE	
SI: NO: X		S		FOZO PROF. S	
<b>INFORMACION DEL LABORATORIO</b>					
NOMBRE DEL LABORATORIO			DIRECCION		TELEFONO
LABORATORIO DE SALUD PUBLICA			TRANSVERSAL 18 N° 19-65 B. LAS DELICIAS		5801012
<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>					
SOLICITANTE		NIT O CC		DEPARTAMENTO	
IRINA CARRILLO		S		LA GUAJIRA	
				MUNICIPIO	
				SAN JUAN	
<b>CRITERIOS ORGANOLEPTICOS Y FISICOS</b>					
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	VALOR ADMISIBLE Resolución 2115/07	RESULTADO	FECHA DE ANALISIS
COLOR APARENTE	UPC	S M 2120C EDICION 23, 2017	≤ 15	1	14/09/2021
TURBIDEDAD	UNT	S M 2130B EDICION 23, 2017	≤ 2	0,56	14/09/2021
SOLIDOS TOTALES	mg/L	S M 2122C EDICION 23, 2017	500	80	14/09/2021
CONDUCTIVIDAD	µmhos/cm	S M 2510B EDICION 23, 2017	≤ 1000	160	14/09/2021
<b>CRITERIOS QUIMICOS</b>					
pH	Unidades de pH	S M 4500H+B EDICION 23, 2017	6,5-9,0	7,29	14/09/2021
ALUMINIO	mg /L	S M 3500 AL-B EDICION 23, 2017	≤ 0,2	S	.....
NITRITOS	mg /L	S M 4500-NO2-B EDICION 23, 2017	≤ 0,1	S	.....
NITRATOS	mg /L	S M 4500-NO3-B EDICION 23, 2017	≤ 10	S	.....
CALCIO	mg /L	S M 3500-Ca-B EDICION 23, 2017	≤ 60	10	15/09/2021
ALCALINIDAD TOTAL	mg /L	S M 2320B EDICION 23, 2017	≤ 200	64	15/09/2021
CLORUROS	mg /L	S M 4500-Cl-B EDICION 23, 2017	≤ 250	S	.....
DUREZA TOTAL	mg /L	S M 2340C EDICION 23, 2017	≤ 300	46	15/09/2021
HIERRO TOTAL	mg /L	S M 3500-Fe-B EDICION 23, 2017	≤ 0,3	S	.....
MAGNESIO	mg /L	S M 3500-Mg-B EDICION 23, 2017	≤ 36	S	15/09/2021
SULFATOS	mg /l	S M 4500-SO4-B EDICION 23, 2017	≤ 250	S	.....
FLUORUROS	mg /L	S M-2122C EDICION 23, 2017	≤ 1,0	S	.....
FOSFATOS	mg /L	S M 4500 - P EDICION 23, 2017	≤ 0,5	S	.....
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg /L	S M 4500-Cl-G EDICION 23, 2017	0,3-2,0	0	14/09/2021
Convenciones: (ND): no detectable; (S): Sin dato; (M.I.): Muestra Insuficiente (A): aceptable; (NA): No Aceptable Nota: S					
OBSERVACIONES: El cloro residual , esta por fuera de la Norma,					
CONCEPTO: De acuerdo al resultado de los parametros analizados, esta muestra no cumple con la Norma					
 Analista Físicoquímico		 Validación de Informe			
El contenido de este reporte no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin la autorización del laboratorio físico-Químico <b>FIN DEL INFORME</b>					

CS Escaneado con CamScanner

