PROPUESTA TÉCNICA PARA ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE ALTA CALIDAD EN LA VEREDA CATALINA, SAHAGÚN, CÓRDOBA

ING. BRAYAN STEVAN GONZÁLEZ MORALES
CÓDIGO 20232197007

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

BOGOTÁ
2.024

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a la vida, permitirme tener las energías para poder afrontar este resto de la especialización, a mi abuela, que siempre ha sido incondicional de una manera u otra, a mis padres que me apoyaron en la etapa final y a mis hermanos que me motivan a ser alguien mejor para ser ejemplo.

Agradezco también a la mujer que me ayudo a comprender que puedo ser mejor cada día, y que el límite es el cielo, así hoy no estemos juntos este logro también se lo quiero dedicar a ella.

A esas amistades que te da la vida, que sin querer, sin pensarlo te apoyan cuando más los necesitas esto va para mis compañeros del barrio, la especialización y para el dúo dinámico de mis amigos de Sahagún Edward, y Yina sin su aporte al final no habría logrado culminar mi documento.

Por último agradecerme a mí por no rendirme y seguir luchando por más difícil que sea el camino.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal mejorar el suministro de agua potable en la vereda Catalina, situada en Sahagún, Córdoba, con el fin de elevar la calidad de vida de sus habitantes. El estudio técnico de prefactibilidad abarca diversas etapas fundamentales para el diseño y la implementación eficiente de un sistema de abastecimiento de agua potable en esta comunidad rural.

Para el desarrollo de lo anterior, en primer lugar, se realizó una descripción de la vereda, resaltando su extensión de 3.346 hectáreas y una población de 2.916 personas distribuidas en 787 viviendas. Seguidamente, se evaluó el estado actual del sistema de tratamiento y suministro de agua, identificando limitaciones en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

El análisis demográfico permitió proyectar la demanda de agua para los próximos 25 años, estableciendo un período de diseño acorde a las necesidades futuras de la comunidad. Con base en estos datos, se determinó el caudal de diseño necesario para satisfacer la demanda de agua potable, es de 3.0 litros/segundo

Se propusieron dos alternativas de abastecimiento: una basada en el uso del agua del río Sinú y otra que aprovecha pozos subterráneos y una planta compacta de tratamiento de agua potable (PTAP). Se evaluaron criterios técnicos, económicos y ambientales para seleccionar la alternativa más adecuada.

Se dieron criterios generales de modelación de la red de acueducto para la cual se desarrolló un diseño básico de Ingeniería haciendo uso de la información secundaria existente como la topografía, la calidad del agua, el diámetro y material de las tuberías, y la ubicación de válvulas.

Se emplearon herramientas de simulación hidráulica como EPANET para garantizar un diseño de prefactibilidad eficiente y confiable de la red de distribución de agua.

Se seleccionó la alternativa que contempla el uso de pozos subterráneos y una PTAP compacta debido a su viabilidad técnica, económica y ambiental. Esta solución garantiza un suministro sostenible y de calidad de agua potable para la comunidad de la vereda Catalina, contribuyendo así al desarrollo y bienestar de sus habitantes.

Finalmente se realizó un análisis financiero el cual contemplo los gastos Operativos "*OPEX"* necesarios para la puesta en marcha de la Planta de tratamiento de agua potable compacta. Lo anterior teniendo en cuenta que los gastos de financiación de la compra de la PTAP, y de la construcción de la red de suministro, seria asumida por el estado teniendo en cuenta que es un proyecto de inversión social.

CONTENIDO

Contenido 5

3.1. Alcance. 16

3.2. Identificación 18

3.2.1. Árbol de Problemas 20

3.2.2. Árbol de soluciones 21

3.3. Formulación 23

3.4. Factores De Entrada Y Salida 26

3.5. Marco de desarrollo y beneficios 27

3.6. Análisis de Involucrados 28

3.7. Estructura Analítica 30

3.8. Marco Conceptual 31

3.8.1. Acceso al Agua Potable 31

3.8.2. Desarrollo Sostenible 31

3.8.3. Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 32

3.8.4. Políticas Gubernamentales 32

3.8.5. Soluciones Técnicas Innovadoras y Sostenibles 32

3.8.6. Impacto Ambiental 33

3.8.7. Equidad 33

3.9. Matriz del Marco Lógico 35

3.10. Análisis Normativo Proyecto 36

4.1. Estudio De Mercado 40

4.1.1. Productos para ofrecer 40

4.2. Oferta y demanda 41

4.2.1. Oferta del Producto 42

4.2.2. Demanda del Producto 44

4.2.3. Necesidad Producto 45

4.2.4. Clientes Potenciales 46

4.2.5. Marketing y Comunicación 48

5.1. Objetivos 49

5.2. . Planificación de los objetivos 50

5.3. Metodología 52

5.4. Políticas de calidad 58

5.4.1. Objetivos de Calidad 58

5.4.2. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, 60

6.1. Generalidades 63

6.2. Localización del Proyecto 67

6.2.1. Macrolocalización 67

1.1. Microlocalización 67

6.2.2. Estado Actual del sistema de tratamiento y suministro del municipio y la Vereda 69

6.3. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO 78

6.3.1. Período de diseño 79

6.3.2. Información censal sectores de prefactibilidad 79

6.4. Diseño – rediseño 85

6.4.1. DEFINICIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO 85

6.4.2. Dotación Neta Real 86

6.4.3. Dotación Bruta: 87

6.4.4. Caudal Medio Diario (QMD): 87

6.4.5. Caudal máximo horario (QMH) 88

6.4.6. Caudal de Diseño (Q diseño): 89

6.4.7. Alternativas 90

6.4.8. Alternativa 1 Prefactibilidad Abastecimiento Centro Poblado Vereda Catalina 90

6.4.9. Alternativa 2 Prefactibilidad Abastecimiento Vereda Catalina 106

6.4.1. Selección de alternativa 121

7.1.1. Planeación estratégica 127

7.1.2. Estructura organizacional 129

7.1.3. Impacto social y laboral 130

Costos de Inversión: 132

8.1.1. Disponibilidad de Capital:..... 133

8.1.2. Fuentes de Financiamiento..... 133

8.1.3. Costos Variables Totales: 139

8.1.4. Costos Totales 139

8.1.5. Costos, recursos e inversiones 139

8.1.6. Flujo de Caja del Proyecto 140

8.1.7. Flujo de Caja del Proyecto 143

8.1.8. Valor Presente Neto (VPN). 148

8.1.9. Tasas de Descuento Social 149

8.1.10. Riesgos del Proyecto..... 150

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fases para la Gestión de Proyectos 51

Ilustración 2. Cronograma para la Gestión del Proyectos 57

Ilustración 3. Hidrografía Córdoba..... 64

Ilustración 4. Macrolocalización..... 67

Ilustración 5. Microlocalización 68

Ilustración 6. Topografía de la zona 69

Ilustración 7. Gestión Ciclo Integral del Agua en Colombia Aqualia. 70

Ilustración 8. Barcaza Flotante: 72

Ilustración 9. Reservas Hídricas Acuíferos Córdoba 75

Ilustración 10 Herramienta análisis Geoespacial del CNPV 2.005 81

Ilustración 11. Geoportal DANE 2.005..... 82

Ilustración 12. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina 83

Ilustración 13. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina 84

Ilustración 14. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina 84

Ilustración 15. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina 86

Ilustración 16. Geoportal DANE 2.018 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina Estrato 87

Ilustración 17.Alternativa 1 Centro Poblado Vereda Catalina..... 91

Ilustración 18.Esquema General proceso de la PTAP..... 96

Ilustración 19.Red Tramos, y nodos Alternativa 1 98

Ilustración 20.Cotas y demandas Nodos Alternativa 1 100

Ilustración 21.Coeficientes de Hazen William..... 101

Ilustración 22.Diametros y rugosidades Alternativa 1..... 101

Ilustración 23.Curva de Bomba Generada para Alternativa 1 103

Ilustración 24.Resultado Modelación Alternativa 1 Prefactibilidad..... 105

Ilustración 25.Alternativa 2 Ubicación PTAP compacta..... 106

Ilustración 26.Alternativa 2 Trazado Red Vereda Catalina 107

Ilustración 27. PTAP Compacta..... 111

Ilustración 28. PTAP Compacta..... 112

Ilustración 29.Red Tramos, y nodos Alternativa 2 114

Ilustración 30.Cotas y demandas Nodos Alternativa 2 115

Ilustración 31.Coeficientes de Hazen William..... 116

Ilustración 32.Diametros y rugosidades Alternativa 2 117

Ilustración 33.Curva de Bomba Generada para Alternativa 2 118

Ilustración 34.Resultado Modelación Alternativa 2 Prefactibilidad..... 120

Ilustración 35.Flujo de Caja Puesta en Marcha PTAP Catalina..... 147

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Árbol de Problemas 20

Tabla 2 Árbol de soluciones 21

Tabla 3 Factores de entrada y Salida..... 26

Tabla 4 Matriz de involucrados..... 29

Tabla 5 Matriz de Marco Lógico. 35

Tabla 6 Nomograma Ejecución de proyecto..... 36

Tabla 7 Actividades Económicas Principales 41

Tabla 8 organizaciones Involucradas. Competencia 43

Tabla 9. Metodología..... 56

Tabla 10. Resumen información DANE 2.005 Alternativa 1 y 2 82

Tabla 11. Población censada Tercer Censo agropecuario DANE 2,014 83

Tabla 12. Población censada 2.018 en los diferentes sectores según Geoportal DANE 2.018 85

Tabla 13. Resumen Análisis de Caudales de diseño alternativa 1 92

Tabla 14. Resumen de costosAnálisis de Caudales de diseño alternativa 2..... 108

Tabla 15. Aspectos generales evaluados en matriz multicriterio 121

Tabla 16. Calificación cualitativa en matriz multicriterio 122

Tabla 17. Matriz multicriterio Vereda Catalina..... 123

Tabla 18. Estructura de Costos Personal E.S.P 130

Tabla 19. Resumen de costos Alternativa Seleccionada..... 137

Tabla 20. Resumen de costos Inversión Alternativa Seleccionada 140

Tabla 21. Resumen de costos Administrativos Inversión 142

Tabla 22. Resumen de costos Personal Año 0..... 144

Tabla 23. Resumen de costos Luz Año 0 145

Tabla 24. Resumen de costos Operación Planta 145

1. INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable de calidad es un derecho humano fundamental que, desafortunadamente, no se cumple plenamente en muchas comunidades rurales de Colombia. La vereda Catalina, ubicada en el municipio de Sahagún, Córdoba, es un ejemplo de una comunidad que enfrenta desafíos en este aspecto crucial. Conscientes de esta situación, se emprendió un proyecto destinado a identificar alternativas para mejorar el suministro de agua potable en esta área.

El objetivo principal de este proyecto es garantizar el acceso sostenible y seguro al agua potable para la población de la vereda Catalina. Para lograrlo, se llevó a cabo un estudio de prefactibilidad que consideró dos alternativas principales: una que se enfocaba en suministrar agua únicamente al centro poblado de la vereda, y otra que buscaba extender el suministro a todas las viviendas que conforman las 3,332 hectáreas del área rural.

La fase inicial del proyecto consistió en realizar estudios con información secundaria que permitieron realizar un diagnóstico del estado o panorama en el que se encontraba la verdad los cuales abordaron diversos aspectos, como el análisis de la población, la dotación de agua, el caudal disponible, las opciones de sistemas de abastecimiento y tratamiento, así como los costos asociados. Estos estudios proporcionaron la base para la elaboración de una matriz multicriterio que permitió evaluar y seleccionar la opción más adecuada para cumplir con el objetivo del proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados de este análisis, la opción seleccionada, denominada alternativa 2, se identificó como la más viable y efectiva para garantizar el suministro de agua potable en la vereda Catalina. Por consiguiente, se recomendará que el municipio

de Sahagún, Córdoba, integre esta opción en su Plan de Desarrollo Territorial, con el fin de abordar de manera integral y sostenible la problemática del acceso al agua potable en esta comunidad rural.

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de este proyecto surge de la brecha existente en la cobertura y calidad del agua entre las zonas urbanas y rurales de Colombia. Según datos de DANE (Estadísticas, 2.018), para el año 2.018, la cobertura de acueducto urbano era del 97,8%, mientras que en las zonas rurales era solo del 73,9%. Además, las deficiencias en la en l alimentaria y calidad de vida de sus habitantes. Por lo tanto, es imperativo abordar estos desafíos y buscar soluciones innovadoras que garanticen un acceso sostenible a agua potable de calidad.

Según Informe Nacional de coberturas de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo VIGENCIA 2.022 (DOMICILIARIOS, 2.022) se evidenció que las coberturas que predominan son las inferiores al 45%. en los municipios de Sexta Categoría clasificación en la que se encuentra incluido el municipio de Sahagún y por ende sus veredas.

En la vereda Catalina área específica del desarrollo del proyecto, no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable el cual permita suministrar este servicio con los estándares mínimos de calidad requeridos por la resolución 2115 del 2007. La vereda cuenta con un sistema de bombeo que capta las aguas de un pozo profundo ubicado en el centro poblado principal, para luego ser llevado a un tanque elevado del cual se suministra a una red en Polietileno de alta densidad de 2 pulgadas que se despliega por la vía principal, distribuyendo agua de manera intermitente a las viviendas que se encuentran al alcance de la presión del sistema realizado por la comunidad, para que luego la población tome el fluido y lo guarde en tanques o albercas para su consumo, sin ningún tipo de tratamiento.

Lo anterior genera que varios focos de enfermedades; ya que el agua en condiciones inadecuadas de potabilización, puede ser vehículo transmisor de diferentes enfermedades de alto impacto para la salud pública como: El cólera, la Hepatitis A, Fiebre tifoidea, Paratifoidea, Dengue, Malaria entre otras. (Instituto Nacional De Salud, 2.020).

Adicionalmente la actividad económica de la vereda Catalina es el Cultivo de yuca y maíz, además de tener una cultura ganadera, por ende, estas actividades también requieren de porcentajes de agua potable, con las cuales la comunidad no cuenta de manera constante.

Por lo tanto, es necesario el desarrollo de alternativas técnicas de pequeña, y mediana envergadura que permitan dar solución al abastecimiento de agua potable, para lo cual en este caso se realizó un estudio de prefactibilidad para identificar la mejor alternativa para solucionar esta problemática

3. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1. ALCANCE.

El alcance de este proyecto contempla la prefactibilidad de propuestas técnica para asegurar el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina ubicada en el municipio de Sahagún Córdoba, para la consecución de lo anterior es necesario identificar factores técnicos mediante información secundaria que permitan tener la mayor información para desarrollar las propuestas, y de esta forma fundamentar las decisiones.

El alcance debe contemplar la información demográfica, y geográfica de la verada de igual manera un análisis del de estado actual del suministro de agua, para luego realizar una proyección de demanda para reconocer las características del sistema de tratamiento compacto que pueda requerir la planta esto basado en dos (2) alternativas a las cuales mediante una matriz multicriterio se les dará un ponderado y a partir de esta se seleccionará la mejor para dejarla como la propuesta a nivel de prefactibilidad.

El tipo de diseño de prefactibilidad que realizará para la planta de tratamiento de agua potable contempla una propuesta de diseño convencional, y otra compacta a nivel de fase 1, las cuales consideran tecnologías que cumplen con los procesos unitarios mínimos como lo son aireación sedimentación filtración y desinfección lo anterior basado en la capacidad de tratamiento mínimo que requiere la planta para la necesidad de la vereda Catalina.

Para el desarrollo del proyecto es necesario un presupuesto que permita un listado de precios con valores reales, y actualizados del mercado que permitan tener un acercamiento al valor para la ejecución del proyecto y de esta forma revisar su viabilidad teniendo en cuenta aspectos económicos de la región

Todo lo anterior en el marco de legislación colombiana, que cumpla los parámetros establecidos de calidad de agua para el consumo según el decreto 3930 del 2.010. Por el cual, se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1.979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11I- Libro 11del Decreto - Ley 2811 de 1.974 en cuanto a usos del agua y residuos líquido Se enfatizará en el cumplimiento de los parámetros establecidos en este decreto para la calidad del agua potable, garantizando que el agua suministrada cumpla con los estándares microbiológicos y fisicoquímicos requeridos para el consumo humano.

El Decreto-Ley 2811 de 1.974: el cual define la relación con los usos del agua y los residuos líquidos, asegurando el tratamiento adecuado protección de los cuerpos de agua en la vereda Catalina. La Resolución 2115 de 2.007 del Ministerio de la Protección Social: Se mencionará en el documento el estricto cumplimiento de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en la Resolución 2115 de 2.007 del Ministerio de la Protección Social, para que el proyecto garantice así la salud de los consumidores y la calidad del agua potable suministrada".

Por ultimo las bases técnicas para el diseño y selección de la PTAP tendrá en cuenta Resolución 844 de 2.018 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio los requisitos técnicos y de calidad establecidos en esta resolución, asegurando que el diseño,

construcción, operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina se ajusten al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural.

El cumplimiento de estas normativas garantizará que el proyecto se desarrolle según los estándares legales, asegurando la calidad y seguridad del agua potable suministrada a la comunidad de la vereda Catalina, lo que contribuirá al bienestar y desarrollo local.

3.2. IDENTIFICACIÓN

Colombia es un país con un total de 1.119 municipios a lo largo de los departamentos que conforman la República, de los cuales, según estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2.017) clasifica las provincias de Colombia según su ruralidad y sus conexiones e informó que dos terceras partes (65,5%) de las provincias son rurales lo cual comprenden el 80% del territorio nacional y en ellas habita un cuarto de la población nacional. Para el año 2.022, en las zonas rurales de Colombia se ubica el 23,7% de la población del país, es decir, 12,2 millones de personas (Estadísticas, 2.018)

Lo anterior, permite visibilizar algunas necesidades que se presentan en esta población la cual desde el área sanitaria está enfocada. No obstante, según los datos del último censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas para el 2.018 la brecha rondaba el 23.9% (cobertura de acueducto urbano 97.8% y rural de 73.9%). A las anteriores deficiencias de cobertura se suman las de calidad del agua, cuyo

indicador principal (IRCA) índice de riesgo de calidad del agua evidencia que varias fuentes presentan alto riesgo o son inviables para su uso con agua cruda.

Es por esto que se puede definir que, dentro del marco de la gestión del recurso hídrico en comunidades rurales, emerge una imperante necesidad de abordar la cuestión del acceso a agua potable como un componente fundamental para el desarrollo sostenible. La disponibilidad y calidad del agua para consumo humano en estas áreas remotas se enfrentan a desafíos peculiares, que tienen un impacto directo en la salud, seguridad alimentaria y calidad de vida de sus habitantes.

El presente proyecto tuvo como objetivo llevar a cabo un análisis y una caracterización de las posibles alternativas para el suministro de agua potable mediante el análisis de información secundaria que contempla el análisis de las fuentes de agua abastecedoras en la comunidad rural Catalina Sahagún (Córdoba), y las posibles alternativas tecnológicas con el propósito de identificar oportunidades de mejora y soluciones que fomenten un acceso sostenible a agua potable de calidad. Este enfoque busca hacer una contribución concreta al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6, 'Agua Limpia y Saneamiento' (Unidas N. , s.f.), al abordar de manera específica los desafíos relacionados con la calidad y disponibilidad del agua en entornos rurales. La propuesta desarrollada se enmarca en un abordaje integral de gestión de proyectos, y se orienta hacia la identificación de problemáticas concretas y la concepción de soluciones con base en las mejores prácticas de la disciplina. “Contemplar un especial enfoque a la atención del abastecimiento de agua y el saneamiento básico en las zonas rurales, con el fin de reducir la brecha existente frente a las zonas urbanas.

Por lo anterior, el Ministerio través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico - VASB, estructuró conjuntamente con el DNP el documento de CONPES 3810 de 2.014 de Política, con el objeto de cumplir con lo dispuesto por el PDN 2.010-2.014: “Definir una política integral de acueducto, alcantarillado y aseo para el sector rural, que se financie con aportes de la Nación y entidades territoriales, la cual debe estar articulada con las estrategias de vivienda rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural”.

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta la Tabla 1 Árbol de Problemas el cual lista algunas de las dificultades más notorias que resultan en el insuficiente acceso y suministro del agua potable para la comunidad veredal Catalina,

3.2.1. Árbol de Problemas

Tabla 1 Árbol de Problemas

PROBLEMA PRINCIPAL	CAUSAS	EFECTOS
Acceso insuficiente a agua potable de alta calidad en la vereda Catalina, Sahagún, Córdoba	Infraestructura insuficiente	Impacto en la salud
	- Sistemas de acueducto obsoletos o inexistentes	- Enfermedades de origen hídrico (diarrea, infecciones gastrointestinales)
	- Falta de mantenimiento y modernización	- Aumento de los costos de salud
	Falta de recursos financieros	Impacto en la calidad de vida
	- Presupuesto limitado para proyectos de infraestructura	- Dificultad para realizar actividades cotidianas que requieren agua (cocina, limpieza)
	- Poca inversión en áreas rurales	- Reducción del tiempo disponible para otras actividades productivas o educativas
	Desigualdad urbana-rural	Impacto en la seguridad alimentaria
	- Políticas de desarrollo que favorecen áreas urbanas	- Riesgo de contaminación de cultivos y productos agrícolas
	- Disparidad en la cobertura de servicios públicos	- Pérdida de productividad agrícola
	Gestión deficiente del recurso hídrico	Impacto en el desarrollo sostenible
	- Falta de planificación y gestión adecuada de fuentes de agua	- Dificultad para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento
	- Escasa capacitación técnica y profesional	- Incremento en la brecha de pobreza y desigualdad
	Contaminación de fuentes de agua	Impacto en el medio ambiente

PROBLEMA PRINCIPAL	CAUSAS	EFECTOS
	- Vertido de residuos líquidos sin tratamiento adecuado	- Degradación de ecosistemas acuáticos
	- Uso inadecuado de agroquímicos	- Pérdida de biodiversidad
	Falta de educación y conciencia ambiental	Impacto en la comunidad
	- Desconocimiento sobre prácticas de conservación del agua	- Desconfianza en las autoridades y en las soluciones propuestas
	- Ausencia de programas de sensibilización y capacitación	- Conflictos comunitarios por el uso del recurso hídrico

Fuente: Autor – 2.024

Luego de revisar las dificultades principales y cumpliendo la metodología del marco lógico se presenta la Tabla 2 Árbol de soluciones la cual de manera general propone soluciones basadas en la legislación y desarrollo técnico inicial que permitiría obtener resultados favorables para las comunidades veredales, específicamente en este caso para la población de la Vereda Catalina. (Córdoba)

3.2.2. Árbol de soluciones

Tabla 2 Árbol de soluciones

PROBLEMA PRINCIPAL	SOLUCIONES	RESULTADOS ESPERADOS
Acceso insuficiente a agua potable de alta calidad en la vereda Catalina, Sahagún, Córdoba	Mejorar la infraestructura de agua potable	Mejora en la salud de la población
	Construcción y modernización de sistemas de acueducto	Reducción de enfermedades de origen hídrico
	Implementación de tecnologías de tratamiento de agua	Disminución de los costos de salud
	Mantenimiento y supervisión regular de las instalaciones	Mejora en la calidad de vida
	Aumentar los recursos financieros para proyectos de agua	Mayor disponibilidad de agua para actividades cotidianas (cocina, limpieza)
	Acceso a fondos y subsidios gubernamentales y de organizaciones internacionales	Ahorro de tiempo que puede ser utilizado en actividades productivas o educativas
	Promoción de alianzas público-privadas	Aseguramiento de la seguridad alimentaria
	Incentivos fiscales para inversión en infraestructura hídrica	Agua de calidad para riego y producción agrícola
	Reducir la desigualdad urbana-rural en el acceso a servicios	Aumento de la productividad agrícola
	Políticas de desarrollo inclusivas para áreas rurales	Contribución al desarrollo sostenible

PROBLEMA PRINCIPAL	SOLUCIONES	RESULTADOS ESPERADOS
	Equidad en la distribución de servicios públicos	Avance hacia el cumplimiento del ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento
	Mejorar la gestión del recurso hídrico	Reducción de la brecha de pobreza y desigualdad
	Planificación y gestión integral de fuentes de agua	Protección del medio ambiente
	Capacitación técnica y profesional en gestión hídrica	Conservación y recuperación de ecosistemas acuáticos
	Prevenir la contaminación de fuentes de agua	Sostenibilidad de los recursos hídricos
	Tratamiento adecuado de residuos líquidos	Fortalecimiento de la comunidad
	Prácticas agrícolas sostenibles	Aumento de la confianza en las autoridades y en las soluciones propuestas
	Promover la educación y conciencia ambiental	Reducción de conflictos comunitarios por el uso del recurso hídrico
	Programas de sensibilización y capacitación en conservación del agua	Participación de la comunidad en la gestión del recurso hídrico
	Campañas educativas sobre el uso responsable del agua	

Fuente: Autor – 2.024

3.3. FORMULACIÓN

La vereda Catalina, situada en el municipio de Sahagún, Córdoba, enfrenta un problema sustancial relacionado con el acceso al agua potable, se sabe que las áreas rurales de Colombia, donde se ubica esta comunidad, enfrentan deficiencias significativas en términos de disponibilidad y calidad del agua potable (El Campesino, 2.020).

Según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, el 65,5% de las provincias colombianas son rurales, cubriendo aproximadamente el 80% del territorio nacional y albergando el 23,7% de la población del país (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2.017). Esto demuestra la relevancia de las zonas rurales en el contexto colombiano. Sin embargo, la cobertura de acueducto en áreas rurales, a partir de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Estadísticas, 2.018) para el año 2.018, muestra una brecha significativa del 23,9% en comparación con las áreas urbanas. La cobertura de acueducto urbano alcanza el 97,8%, mientras que, en las áreas rurales, solo llega al 73,9% (DANE, 2019).

Para el caso de la vereda Catalina esta no cuenta con un sistema de tratamiento de agua potable, confiable constante y de calidad, es decir no cuenta con suministro de agua potable por la Empresa de acueducto Aqualia Latinoamérica S.A. E.S.P, la cual es la encargada del suministro de agua potable del municipio de Sahagún por ende esta vereda cuenta solo con un sistema comunal que capta las aguas de un pozo profundo, cuya capacidad de extracción es desconocida y la cual se suministra a la comunidad Catalícense sin ningún tipo de tratamiento.

La carencia de agua potable de calidad conlleva riesgos sanitarios significativos. Las enfermedades transmitidas por el agua, como diarreas, fiebres tifoideas o parasitosis, son comunes en áreas con suministro de agua inadecuado por ende en zonas como la vereda Catalina, y específicamente en Sahagún según el análisis de la situación de salud de Córdoba en solo una semana ocurrieron más de 13 casos de enfermedades asociadas ingesta de alimentos o aguas contaminadas, por ende mejorar el acceso al agua potable disminuiría considerablemente la incidencia de estas enfermedades, beneficiando la salud de la comunidad (Córdoba, 2.010)

Por otra parte, la seguridad alimentaria en una región agrícola como Sahagún, el agua es esencial para la producción de alimentos. La falta de acceso al agua potable no solo afecta el consumo humano directo, sino también la producción agrícola.

Los esfuerzos por garantizar el acceso al agua potable se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 6, que busca asegurar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Cumplir con estos objetivos no solo mejora la calidad de vida, sino que también contribuye al progreso económico y social a largo plazo. (Unidas N. , s.f.).

La implementación de soluciones efectivas para mejorar el acceso al agua potable en comunidades rurales como Catalina no solo responde a una necesidad inmediata, sino que sienta las bases para un desarrollo integral y sostenible, promoviendo un ambiente más saludable y equitativo para todos los habitantes. Estas cifras revelan la magnitud del problema en términos de acceso limitado al agua potable en áreas rurales, y Catalina no es una excepción. La disponibilidad y calidad del agua son fundamentales para la salud, seguridad alimentaria y calidad de vida de sus habitantes. Dicho de manera más

concreta, para el año 2022, en las zonas rurales de Colombia, como Catalina, solo el 23.7% de la población del país tiene acceso al agua potable, lo que representa 12.2 millones de personas, según el DANE (DANE, 2.020).

En consecuencia, el problema se plantea de la siguiente manera:

¿Cómo se pueden identificar y desarrollar alternativas viables y efectivas a nivel de prefactibilidad para mejorar el suministro de agua potable en la vereda Catalina, ubicada en el municipio de Sahagún, Córdoba?

3.4. FACTORES DE ENTRADA Y SALIDA

Teniendo en cuenta la necesidad de realizar un proyecto que cumpliera con los objetivos fue necesario la construcción de la Tabla 3 Factores de entrada y Salida que permitiera la identificación que evidenciaran los resultados esperados frente al desarrollo de esta prefactibilidad.

Tabla 3 Factores de entrada y Salida

CATEGORÍA	FACTORES DE ENTRADA	FACTORES DE SALIDA
Recursos Financieros	Fondos y subsidios gubernamentales	Sistemas de acueducto construidos o modernizados
	Inversiones de organizaciones internacionales y ONGs	Instalación de plantas de tratamiento de agua
	Alianzas público-privadas	Redes de distribución de agua en buen estado
	Contribuciones de la comunidad local	
Recursos Humanos	Personal técnico y profesional en gestión hídrica	Agua potable que cumple con los parámetros de calidad establecidos
	Mano de obra local para la construcción y mantenimiento	Reducción de contaminantes y mejora en la potabilidad
	Expertos en educación y concienciación ambiental	
	Voluntarios y personal de ONGs	
Infraestructura y Equipamiento	Equipos y materiales para la construcción de sistemas de acueducto	Reducción de enfermedades relacionadas con el agua
	Tecnologías de tratamiento de agua (filtros, plantas de tratamiento)	Mejora en la salud general de la comunidad
	Herramientas y maquinaria para mantenimiento y reparación	Menor gasto en atención médica por enfermedades de origen hídrico
	Vehículos y equipos de transporte	
Información y Datos	Estudios y diagnósticos previos sobre la calidad del agua	Comunidades educadas en prácticas sostenibles de manejo del agua
	Mapas y registros de fuentes de agua locales	Aumento en la conciencia sobre la conservación del agua y el medio ambiente
	Datos meteorológicos y geológicos	Programas de educación ambiental implementados
	Informes de salud pública y epidemiología	
Participación Comunitaria	Involucramiento y colaboración de los habitantes de la vereda	Mejora en la calidad de vida y bienestar de la comunidad
	Grupos y líderes comunitarios	Aumento en la productividad agrícola y seguridad alimentaria
	Programas de capacitación y sensibilización	Reducción de la brecha de pobreza y desigualdad

Fuente: Autor – 2.024

3.5. MARCO DE DESARROLLO Y BENEFICIOS

Sahagún Córdoba es un municipio con importantes reservas de gas natural en la zona del corregimiento de Santiago, sobre la ruta de El Viajano a San Marcos, el cual es llevado a las refinerías de Cartagena a través del gasoducto El Jobo-Mamonal. Tiene dos corregimientos de gran renombre, Colomboy, en donde sus trapiches producen la famosa panela del mismo nombre, y La Ye, (Alcaldia Municipal Sahagún, 2.020) Esto específicamente en zonas rurales lo anterior permite afirmar que el desarrollo de actividades económicas, enfocadas al desarrollo permite que veredas como Catalina, Traiganr mayores ingresos lo anterior puesto que la ubicación de este corregimiento se ubica muy cerca de la vía que comunica a Sahagún con el departamento de Sucre.

- ✓ **Beneficiarios del Proyecto**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los residentes de la vereda Catalina, quienes tendrán acceso a agua potable de mejor calidad. Esto puede tener un impacto positivo en su salud, seguridad alimentaria y calidad de vida.

- ✓ **Problema Específico Para Resolver**

El problema específico que el proyecto busca resolver es la falta de acceso a agua potable en la vereda Catalina. Esto se abordará mediante la identificación de alternativas para mejorar el suministro de agua., para ello se propondrá un proyecto a nivel de prefactibilidad para que el viceministerio de saneamiento y agua, la gobernación de Córdoba y el municipio de Sahagún realice los esfuerzos necesarios para que una vez realicen los diseños a detalle de la alternativa seleccionada entreguen los recursos necesarios mediante licitación pública para que la empresa prestadora de servicios publica, o quien haga sus veces permita ejecutar el proyecto

3.6. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

Se presenta una aplicación de la matriz de Stakeholders para el proyecto de suministro de agua potable en la vereda Catalina:

- ✓ **Residentes de la Vereda Catalina**: Son los principales beneficiarios del proyecto y tienen un alto interés en su éxito. Su influencia puede ser moderada dependiendo de su participación en el proyecto.

- ✓ **Autoridades Locales y Regionales**: Tienen un alto interés en el proyecto debido a su responsabilidad en el bienestar de la comunidad. Su influencia es alta ya que pueden facilitar o dificultar la implementación del proyecto a través de políticas y regulaciones.
- ✓ **Organizaciones No Gubernamentales (ONGs)**: Dependiendo de su misión, pueden tener un alto interés en el proyecto. Su influencia puede variar, pero las ONGs con experiencia en proyectos de agua pueden proporcionar valiosos recursos y conocimientos.
- ✓ **Proveedores de Tecnología de Agua**: Tienen un interés económico en el proyecto y su influencia puede ser alta dependiendo de las tecnologías que se decidan implementar.
- ✓ **Ministerio a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico -VASB**: Tiene un alto interés e influencia en el proyecto ya que es responsable de las políticas nacionales relacionadas con el agua y el saneamiento.

Teniendo en cuenta la importancia de identificar algunos de los involucrados en el proyecto, a continuación, se presenta la Tabla 4 Matriz de involucrados la cual resalta el nivel de interés y la influencia que puede tener.

Tabla 4 Matriz de involucrados

STAKEHOLDERS	INTERÉS	INFLUENCIA
Residentes de la Vereda Catalina	Alto	Moderado
Autoridades Locales y Regionales	Alto	Alto
Organizaciones No Gubernamentales (ONGs)	Alto	Variable
Proveedores de Tecnología de Agua	Medio	Alto
Ministerio a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico -VASB	Alto	Alto

Fuente: Autor – 2.024

3.7. ESTRUCTURA ANALÍTICA

Estructura Analítica del Proyecto (EAP) es una descomposición jerárquica del trabajo a realizar. Para este proyecto, fue de la siguiente manera:

1. **Fase de Planificación**
    1. Análisis y caracterización de las fuentes de agua
    2. Identificación de problemáticas concretas
    3. Selección de soluciones
    4. Desarrollo de la solución seleccionada
    5. Análisis económico y financiero
2. **Fase de Implementación**
    1. Generación de Documento compilado
    2. Socialización del resultado del diagnóstico y desarrollo del proyecto
3. **Fase de Evaluación**
    1. Monitoreo y evaluación del progreso del proyecto
    2. Ajustes y mejoras basados en los resultados

3.8. MARCO CONCEPTUAL

El presente proyecto tiene como objetivo proponer soluciones técnicas para mejorar el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba. Para ello, es crucial enmarcar conceptualmente los elementos que subyacen a esta iniciativa. A continuación, se desarrolla un marco conceptual que abarca desde el acceso al agua potable hasta la equidad en la distribución de recursos, fundamentando cada aspecto con la información pertinente al contexto local y los objetivos del proyecto.

3.8.1. Acceso al Agua Potable

El acceso al agua potable implica la disponibilidad de agua segura y de calidad para el consumo humano, abarcando su suministro, distribución y tratamiento para garantizar que sea apta para beber y otras actividades domésticas. Este acceso es un derecho humano fundamental y un componente esencial para el bienestar y la salud de la población. En la vereda Catalina, el acceso al agua potable es limitado, afectando negativamente la calidad de vida de sus habitantes. La mejora de este acceso es vital para reducir enfermedades relacionadas con el agua y mejorar las condiciones sanitarias generales (Salud, 2.017)

3.8.2. Desarrollo Sostenible

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6, "Agua Limpia y Saneamiento", establecido por las Naciones Unidas, se centra en garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible, así como al saneamiento adecuado (Unidas O. N., 2.015). Contribuir a este ODS es esencial para el progreso en áreas como la salud, la seguridad alimentaria y la calidad de vida. En la vereda Catalina, este proyecto busca alinearse con

el ODS 6, implementando medidas que aseguren la disponibilidad y gestión sostenible del agua. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2.015)

3.8.3. Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6, "Agua Limpia y Saneamiento", establecido por las Naciones Unidas, se centra en garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible, así como al saneamiento adecuado (Unidas O. N., 2.015). Contribuir a este ODS es esencial para el progreso en áreas como la salud, la seguridad alimentaria y la calidad de vida. En la vereda Catalina, este proyecto busca alinearse con el ODS 6, implementando medidas que aseguren la disponibilidad y gestión sostenible del agua.

3.8.4. Políticas Gubernamentales

Las políticas gubernamentales son directrices y estrategias establecidas por el gobierno para abordar cuestiones específicas. En Colombia, el CONPES 3810 de 2.014 establece medidas para mejorar el acceso al agua potable en zonas rurales (Planeación, 2.014). Este proyecto se enmarca en estas políticas, buscando cumplir con los estándares y regulaciones establecidos por el gobierno colombiano para garantizar un abastecimiento de agua eficiente y seguro en la vereda Catalina.

3.8.5. Soluciones Técnicas Innovadoras y Sostenibles

Las soluciones técnicas innovadoras y sostenibles incluyen enfoques creativos y tecnológicamente avanzados para mejorar el acceso al agua potable. En la vereda Catalina, esto puede incluir la implementación de sistemas de tratamiento de agua de última generación, la mejora de la infraestructura de distribución, y el uso de tecnologías eco amigables (Agency, 2.020) Estas soluciones deben ser eficientes, escalables y

respetuosas con el medio ambiente, garantizando un suministro de agua potable continuo y de calidad.

3.8.6. Impacto Ambiental

El impacto ambiental se refiere a las consecuencias de las actividades humanas en el entorno natural. Evaluar el impacto ambiental de las soluciones propuestas implica considerar cómo afectarán el ecosistema local y la disponibilidad a largo plazo del recurso hídrico (Agency, 2.020)En la vereda Catalina, es crucial que las soluciones propuestas no solo resuelvan el problema de abastecimiento de agua, sino que también sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, preservando los recursos naturales para futuras generaciones.

3.8.7. Equidad

La equidad implica la justa distribución de recursos y beneficios, asegurando que todos los miembros de una comunidad tengan igualdad de oportunidades y acceso a servicios esenciales. (Sen, 2.009) En la vereda Catalina, es fundamental que las soluciones propuestas sean accesibles para toda la comunidad, independientemente de su situación económica o social. Esto garantiza que las mejoras en el abastecimiento de agua beneficien a todos los habitantes de manera equitativa.

.

Este marco conceptual proporciona una base sólida para comprender los conceptos clave relacionados con el acceso al agua potable, el desarrollo sostenible, las políticas gubernamentales, las soluciones técnicas innovadoras y sostenibles, el impacto ambiental y la equidad. Estos conceptos son fundamentales para abordar la problemática del acceso al agua potable en la vereda Catalina, Córdoba, y para diseñar un proyecto

que contribuya al bienestar de la comunidad y al cumplimiento de los objetivos nacionales e internacionales de desarrollo sostenible. A través de este proyecto, se busca no solo mejorar el acceso al agua potable, sino también promover un desarrollo equitativo y sostenible en la región.

3.9. MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

La matriz del marco lógico es una herramienta fundamental en la planificación y gestión de proyectos, permitiendo una estructuración clara y lógica de los objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos necesarios para el éxito del proyecto. En el contexto del presente proyecto, que busca mejorar el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba, esta matriz proporciona una visión detallada y organizada de los componentes clave del proyecto. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la utilización de esta metodología facilita la identificación de problemas, la formulación de objetivos y la evaluación del impacto del proyecto (Agricultura, 2.012). A continuación, se presenta la Tabla 5 Matriz de Marco Lógico. que guiará la implementación de las actividades propuestas para alcanzar los objetivos establecidos.

Tabla 5 Matriz de Marco Lógico.

COMPONENTES DEL PROYECTO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Objetivo General	Mejorar el suministro de agua potable en la vereda Catalina.	Número de residentes con acceso a agua potable de calidad.	La comunidad participará activamente en el proyecto.
Objetivo Específico 1	Realizar un análisis profundo y una caracterización exhaustiva de las fuentes de agua abastecedoras en la vereda Catalina.	Informe detallado sobre las fuentes de agua existentes, su capacidad y calidad.	Se obtendrá acceso a las fuentes de agua para realizar el análisis.
Objetivo Específico 2	Identificar las problemáticas concretas relacionadas con la calidad y disponibilidad del agua en esta comunidad rural.	Informe detallado sobre los problemas identificados y su impacto en la comunidad.	Los residentes estarán dispuestos a compartir información sobre los problemas que enfrentan con el suministro de agua.
Objetivo Específico 3	Proponer soluciones innovadoras basadas en las mejores prácticas de la disciplina que fomenten un acceso sostenible a agua potable de calidad.	Plan detallado con las soluciones propuestas y su implementación.	Las soluciones propuestas serán técnicamente factibles y aceptadas por la comunidad.

Fuente: Autor – 2.024

3.10. ANÁLISIS NORMATIVO PROYECTO

En el caso del suministro de agua potable en La Vereda Catalina, este análisis debe abordar exhaustivamente cómo la ejecución de infraestructuras, la extracción y distribución de agua pueden afectar el medio ambiente circundante. Se deben considerar aspectos como la preservación de fuentes hídricas, la calidad del agua, la biodiversidad local y los ecosistemas terrestres y acuáticos. Este análisis debe estar en estricto cumplimiento con las leyes y regulaciones ambientales colombianas para garantizar que el proyecto minimice cualquier impacto negativo en el entorno y contribuya a la preservación sostenible de los recursos naturales.

A continuación, se presenta la Tabla 6 Nomograma Ejecución de proyecto. en donde se puede evidenciar algunas normas generales que deben ser tenidas en cuenta para el abastecimiento de Agua Potable en La Vereda Catalina.

Tabla 6 Nomograma Ejecución de proyecto.

NORMA	FECHA DE EMISIÓN	APLICACIÓN ESPECÍFICA	ORIGEN	TEMA / ASUNTO
Constitución Política de Colombia	1991	Garantiza el acceso al agua como derecho fundamental y asegura la protección del medio ambiente	Constitución Política de Colombia	Derechos fundamentales y protección ambiental
Ley 373	1997	Establece normas para el uso, manejo, protección y aprovechamiento de los recursos naturales renovables	Congreso de Colombia	Uso y manejo de recursos naturales renovables
Ley 142	1994	Define los servicios públicos domiciliarios y su prestación, incluyendo el suministro de agua potable	Congreso de Colombia	Servicios públicos domiciliarios
Ley 99	1993	Regula la gestión del medio ambiente y garantiza el acceso al agua potable como parte	Congreso de Colombia	Gestión del medio ambiente y recursos hídricos

NORMA	FECHA DE EMISIÓN	APLICACIÓN ESPECÍFICA	ORIGEN	TEMA / ASUNTO
		de la protección ambiental		
Decreto 1575	2007	Establece requisitos para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano	Ministerio de la Protección Social	Calidad del agua potable
Resolución 2115	2007	Define requisitos para la potabilización del agua para consumo humano y sus características físicas, químicas y microbiológicas	Ministerio de la Protección Social	Potabilización del agua para consumo humano
Resolución 0631	2015	Enfatiza la necesidad de asegurar la calidad del agua para la salud humana y la preservación del entorno	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Calidad del agua y preservación ambiental
Decreto 1076	2015 (Ley 99 de 1993, art. 218)	Define criterios ambientales para la ejecución de proyectos que involucran recursos hídricos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Criterios ambientales para proyectos hídricos
Decreto - Ley 2811	1974	Todo	Presidencia de la República	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 99	1993	Todo	Congreso de Colombia	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.
Decreto 1900	2006	Todo	Ministerio del Medio Ambiente	Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 del 2003
Decreto 3930	2010	Todo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11I-

NORMA	FECHA DE EMISIÓN	APLICACIÓN ESPECÍFICA	ORIGEN	TEMA / ASUNTO
				Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos liquidas y se dictan otras disposiciones"
Resolución 2145	2005	Todo	Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV
Resolución 1423	2004	Todo	Ministerio del Medio Ambiente	Contenido del plan de saneamiento y manejo de vertimientos
Resolución 1433	2004	Todo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 81	2001	Todo	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se adopta un formulario de información relacionada con el cobro de la tasa retributiva y el estado de los recursos y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 1096	2000	Todo	Presidencia de la República	Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS
Resolución 541	1994	Todo	Ministerio del Medio Ambiente	Usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones"
Resolución 1684	2008	Todo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005 y se toman otras determinaciones.
Resolución 1529	2010	Todo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica la Resolución 1684 de 2008

NORMA	FECHA DE EMISIÓN	APLICACIÓN ESPECÍFICA	ORIGEN	TEMA / ASUNTO
Resolución 1822	2009	Todo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1684 de 2008
Decreto 1076	2015 (Ley 99 de 1993, art. 218)	Define criterios ambientales para la ejecución de proyectos que involucran recursos hídricos	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Criterios ambientales para proyectos hídricos
Resolución 330	2017	Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico
Resolución 650	2017	Establece disposiciones transitorias a la Resolución 330/17	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Disposiciones transitorias del RAS
Resolución 844	2.018	Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en zonas rurales (RAS Rural)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento en zonas rurales
Plan de Desarrollo Territorial 2020 -2023 Sahagún Córdoba	2020	Plan de Desarrollo Territorial 2020 -2023 Sahagún Córdoba	Alcaldía de Sahagún Córdoba	PDT

Fuente: Autor – 2.024

4. . ANÁLISIS DE MERCADO APLICADO AL PROYECTO

El análisis de mercado es una herramienta fundamental en la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo, ya que permite comprender las dinámicas de demanda y oferta, así como identificar oportunidades y desafíos específicos en el contexto local. En el caso del proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, este análisis resulta crucial para asegurar que las soluciones propuestas sean sostenibles y respondan adecuadamente a las necesidades de la comunidad. Según (Kotler, 2.018), un análisis de mercado bien estructurado ayuda a adaptar las estrategias de implementación a las características socioeconómicas y demográficas del área objetivo, maximizando así el impacto positivo del proyecto. Con este enfoque, se busca no solo mejorar el acceso al agua potable, sino también contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región.

4.1. Estudio De Mercado

El universo del mercado para este proyecto se puede definir como todas las personas y entidades que se ven afectadas por el problema de la falta de acceso a agua potable de calidad en la vereda Catalina en el municipio de Sahagún, Córdoba. Esto puede incluir a los residentes de la vereda Catalina, las autoridades locales y regionales, las organizaciones no gubernamentales que trabajan en el área de agua y saneamiento, y las empresas que pueden proporcionar soluciones para mejorar el suministro de agua.

4.1.1. Productos para ofrecer

El desarrollo de la actividad económica a ofrecer radica en la prestación de servicios de consultoría, y obra para la construcción y el desarrollo de sistemas de saneamiento

urbano y rural, enfocado no solo en Plantas de Tratamiento de Agua Potable compactas, avanzadas o convencionales; si no también en sistemas de tratamiento de agua residual. de igual manera el alcance pude darse hasta diseñar y construir los sistemas de redes de acueducto, y alcantarillado para el suministro, y drenaje. Teniendo en cuenta lo anterior, y en cumplimiento a lo establecido por el DANE, a continuación, se presenta la Tabla 7 Actividades Económicas Principales

Tabla 7 Actividades Económicas Principales

Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIUU)	
Código CIIU	Actividad.
4100	Captación, depuración y distribución de agua
7421	Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades Conexas de asesoramiento técnico
9000	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares

Fuente: Autor – 2.024

- ✓ Factores Diferenciadores

Al realizar un estudio de mercado es necesario reconocer os factores diferenciadores de la compañía que realiza la actividad. económica en este caso es que la consultoría puede realizar actividades en zonas rurales o de difícil acceso.

4.2. Oferta y demanda

En este capítulo se desarrolla el análisis de la oferta y la demanda de fuente de agua en el contexto del proyecto de aseguramiento del abastecimiento en la vereda Catalina. Se examinará la capacidad de captación, considerando las fuentes. De igual manera la importancia de la demanda y las empresas que pueden ofrecer sus servicios para ejecutar estas actividades.

4.2.1. Oferta del Producto

Córdoba es un municipio con una interesante capacidad hídrica puesto que si bien carece de fuentes superficiales y cuenta con estrés hídrico según el ENA 2.022 (Instituto de Hidrología, 2.022) también es una realidad que cuenta con un interés significativo en su sistema de fuentes subterráneas basadas en acuíferos, pozos profundos. La escasez y baja calidad de los recursos hídricos superficiales en el Departamento de Córdoba, hace que el recurso hídrico subterráneo sea una buena alternativa e importante fuente para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales y urbanas, lo que hace pertinente conocer la ubicación y estado de los acuíferos y posibilidad de extracción de este recurso (Colombiano, 2.004)

Teniendo en cuenta lo anterior es importante informar que es una realidad que la oferta de aguas subterráneas para la vereda Catalina es alta teniendo en cuenta que gran cantidad de fincas y viviendas cuentan con aljibes esto se debe a que se encuentra ubicada sobre la formación del acuífero Cerrito el cual según el Instituto Geológico Colombiano tiene una capacidad de extracción de 2.500 metros cúbicos día (Colombiano, 2.004)

No hay que olvidar que también existen fuentes superficiales como la que ofrece el río Sinú, cuerpo de agua que es el que abastece de agua cruda los acueductos de Córdoba, especialmente a la PTAP de Cereté que es la Planta que abastece el casco urbano del municipio de Sahagún, y por ende podría también ser fuente de agua ya tratada para la vereda.

La oferta también se puede enfocar no solo en la capacidad hídrica, del municipio, y la vereda sino también de las en las empresas que pueden realizar actividades dentro

de su razón social y permitan ejecutar procesos contratados por entes gubernamentales que podrían satisfacer la necesidad de esta vereda

El tamaño del mercado de tecnologías de tratamiento de agua se estima en 61,46 mil millones de dólares en 2.024, y se espera que alcance los 85,28 mil millones de dólares en 2029, creciendo a una tasa compuesta anual de más del 6% durante el período previsto (2.024-2.029). (Mordor, 2.024)

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta la Tabla 8 organizaciones Involucradas. Competencia donde se identifican organizaciones que se encuentran involucradas en el desarrollo de las actividades

Tabla 8 organizaciones Involucradas. Competencia

ORGANIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	FOCO PRINCIPAL
Charity: Water	Desde su fundación en 2.006, Charity: Water, una organización sin fines de lucro se ha dedicado a brindar agua potable y limpia a comunidades de países cuyas condiciones de desarrollo evitan que las personas puedan acceder a este recurso de manera saludable.	Brindar agua potable y limpia a comunidades en países en desarrollo.
Manos Unidas	Esta organización trabaja en numerosos países y contextos, muchos de ellos azotados por sequías crónicas. Apoyan a las poblaciones para que tengan acceso al agua para consumo humano a lo largo de todos los meses del año, a través de diversas técnicas.	Acceso al agua para consumo humano en áreas afectadas por sequías.
WaterAid	Es la organización internacional sin ánimo de lucro número 1 dedicada exclusivamente al agua limpia, el saneamiento y la higiene.	Agua limpia, saneamiento e higiene.
Aquacol	Asociación de Organizaciones Comunitarias Prestadoras de Servicios Públicos de Agua y Saneamiento de Colombia.	Servicios públicos de agua y saneamiento en Colombia.
CLOCSAS	Confederación Latinoamericana de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento.	Servicios comunitarios de agua y saneamiento en Latinoamérica
Eduardoño	es una empresa comercializadora de productos para los sectores náutico, agrícola, energético, de lubricación, ambiental, repuestos y servicios. empresa enfocada en ofrecer productos de calidad con un excelente servicio posventa, gracias a una completa y desarrollada red de aliados comerciales con más de 600 puntos de venta y talleres de servicio certificados, que llegan a todo el territorio colombiano	Generación de productos de aluminio
Synertech	Compañía con 35 años de experiencia, ubicados estratégicamente en uno de los puertos más importantes de Latinoamérica a una distancia de 24 horas náuticas al canal de panamá, dedicada a la **fabricación e implementación** de sistemas para tratamiento y	Suministro de tecnologías para saneamiento, y suministro de agua potable

	almacenamiento de aguas residuales, agua potable, industriales, minería y petróleo,	
SIA ingeniería de aguas	Especialistas en diseño, construcción y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua y aguas residuales, consultoría de proyectos de acueductos y alcantarillados y construcción de tanques de almacenamiento.	Saneamiento Ambiental
Veolia	Veolia es una empresa multinacional especializada en soluciones ambientales y de gestión de recursos, operando en más de 40 países en todo el mundo. Su enfoque principal se centra en proporcionar servicios y tecnologías innovadoras para la gestión sostenible del agua, los residuos y la energía. Veolia trabaja en colaboración con clientes tanto del sector público como privado para ofrecer soluciones integrales que promuevan la conservación de recursos naturales, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.	Proporcionar soluciones integrales para la gestión sostenible del agua, los residuos y la energía en todo el mundo.

Fuente: Autor – 2.024

4.2.2. Demanda del Producto

La demanda para la ejecución de proyectos es El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio aseguró que, en Colombia, 12 millones de personas tienen acceso inadecuado al servicio de agua potable, esto representa 25% de la población del país.

Además, 3,2 millones de personas no tienen acceso a agua potable, especialmente en el 90 % de territorios en zonas rurales del país. Por ende, la demanda de este tipo de actividades de saneamiento es primordial

Aplicado para la vereda de catalina según la información entrega por el DANE para el censo realizado en el 2.018 la vereda cuenta con 787 viviendas las cuales requieren de agua potable tratada mediante un sistema de tratamiento de agua confiable, esto a la larga seguirá en crecimiento

La demanda de agua potable en la vereda Catalina no solo responde a las necesidades de sus 2.916 habitantes al año 2.018, sino que también se proyecta un

aumento debido al crecimiento demográfico y al desarrollo de la región. La vereda está ubicada en un corredor estratégico para ingresar al departamento de Sucre, lo que podría implicar un aumento en la población y en la demanda de servicios básicos, incluido el agua potable.

Considerando lo anterior, es imperativo implementar un sistema de abastecimiento de agua potable que pueda adaptarse a las necesidades presentes y futuras de la comunidad. Este sistema debe ser capaz de proporcionar un suministro continuo y de alta calidad, utilizando tecnologías de tratamiento eficientes y sostenibles. La planificación y ejecución de este proyecto de saneamiento contribuirán significativamente a la mejora de las condiciones de vida en la vereda Catalina, promoviendo el desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental en la región.

La demanda será dada también por las necesidades internas de la población basadas en las actividades económicas,

4.2.3. Necesidad Producto

En este caso, el producto o servicio está destinado a mejorar el suministro de agua potable en la vereda Catalina. La demanda es probablemente alta, ya que el acceso a agua potable de calidad es una necesidad básica.

- ✓ Capacidad de pago: Aunque el acceso al agua potable es una necesidad básica, la capacidad de los residentes para pagar por las mejoras necesarias puede

afectar la demanda. Es importante considerar el nivel socioeconómico de la comunidad.

- ✓ La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) en Colombia ha establecido mecanismos para el pago de las contribuciones especiales. Estas contribuciones son prestaciones o tributos que se establecen a un grupo o sector de la población en contraprestación a la realización de una actividad estatal de interés general y cuyo recaudo es utilizado para su beneficio.
- ✓ Además, la CRA establece que debe ser física y técnicamente posible medir el consumo del servicio proporcionado al usuario, como elemento esencial para determinar el precio cobrado en la factura, con base en las tarifas fijadas por la respectiva Comisión de Regulación.

4.2.4. Clientes Potenciales

Los principales clientes potenciales de este proyecto son los habitantes de la vereda Catalina. Con una población de 2.916 personas distribuidas en 787 viviendas, esta comunidad enfrenta una necesidad urgente de acceso a agua potable tratada de manera confiable y sostenible. La implementación de un sistema de tratamiento de agua potable es crucial para mejorar su calidad de vida y salud, abordando la actual deficiencia en el suministro de agua adecuada.

Además, este proyecto también considera como clientes potenciales a las instituciones y organismos locales encargados de la gestión y el suministro de agua potable, incluyendo las Juntas de Acción Comunal y las entidades locales de servicios públicos quienes serán los administradores del sistema de tratamiento de la comunidad.

Estas instituciones desempeñan un papel vital en la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua potable, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

La vereda Catalina, ubicada en un corredor estratégico para ingresar al departamento de Sucre, también puede beneficiarse de un crecimiento económico y demográfico, incrementando aún más la demanda de servicios básicos. Por lo tanto, garantizar un suministro adecuado y seguro de agua potable es esencial no solo para satisfacer las necesidades actuales de la comunidad, sino también para apoyar su desarrollo futuro y bienestar.

Otro Cliente potencial es el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. - Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico quien en el marco del programa rural el Ministerio de vivienda continúa ejecutando recursos para disminuir la brecha de pobreza. Por ejemplo para el año 2014 asignó: $124,400,000,000 COP Municipios beneficiados: 45 en los departamentos de: Antioquia, Atlántico, Caldas, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander y Tolima (Planeación, 2.014) T

4.2.5. Marketing y Comunicación

- ✓ Estrategias de Marketing y Comunicación

Desarrollar una estrategia sólida de marketing y comunicación es clave para generar conciencia sobre la oferta y persuadir a los diferentes segmentos del mercado de la relevancia y calidad de los servicios (Kotler, 2.018). Para el proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba, se proponen diversas estrategias que pueden implementarse para alcanzar estos objetivos.

- ✓ Campañas de sensibilización en la comunidad

Se plantea diseñar y ejecutar campañas de sensibilización que informen a los residentes locales sobre la importancia del acceso a agua potable de calidad (Smith, 2.020). Esto incluirá la distribución de material informativo, como folletos y carteles, así como la realización de charlas comunitarias.

- ✓ Participación en eventos locales

Identificar eventos comunitarios y reuniones locales donde presentar el proyecto y sus beneficios a una audiencia relevante (Johnson & Johnson, 2.019). Se establecerán stands informativos y se llevarán a cabo demostraciones de tecnologías de tratamiento de agua.

- ✓ Presencia en medios de comunicación locales

Establecer relaciones con medios de comunicación locales para obtener cobertura de prensa sobre el proyecto (García, 2.021). Esto incluirá entrevistas, reportajes y menciones en programas de interés local.

5. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

5.1. OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer soluciones técnicas sostenibles a nivel de prefactibilidad para mejorar el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina en el municipio de Sahagún Córdoba

Objetivos Específicos:

- ✓ Técnico: Proponer alternativas de sistemas de tratamiento de agua a nivel de prefactibilidad que pueda ser implementados en la vereda Catalina para mejorar la calidad del agua potable y que se suministre de manera permanente
- ✓ Ambiental: Diagnosticar el impacto de las soluciones propuestas para la vereda Catalina, considerando los aspectos d, protección y gestión del recurso hídrico.
- ✓ Económico: Estimar el costo-de la solución propuestas para la vereda Catalina, teniendo en cuenta los recursos disponibles, las necesidades de la población y los criterios de eficiencia, eficacia y equidad.

5.2. . PLANIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Para cumplir los objetivos del proyecto los cuales buscan proponer soluciones técnicas innovadoras y sostenibles para mejorar el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina en el municipio de Sahagún Córdoba es necesario el cumplimiento de las leyes, decretos, resoluciones, y demás legislación colombiana que aplique, la cual se encuentra listada en la Tabla 6 Nomograma Ejecución de proyecto. Adicionalmente, es preciso el desarrollo del componente ingenieril a un nivel de prefactibilidad, que si bien no permite obtener diseños detallados sí permite definir un norte frente al futuro de los procesos necesarios para acortar la brecha existente en el país de déficit de suministro de agua potable en las zonas rurales

Teniendo en cuenta que el proyecto está en el marco de la generación de soluciones en saneamiento ambiental, enfocados al tratamiento y suministro de agua potable se integra lo estipulado en la Resolución 844 de 2.018 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio respecto a las fases necesarias en la gestión de proyectos como se puede evidenciar en la (Resolución 0571 de 2019) Ilustración 1

Ilustración 1. Fases para la Gestión de Proyectos



Fuente: MVCT – 2.024

Con base a lo anterior se propone el paso a paso de las actividades a ejecutar en pro del cumplimiento del objeto del proyecto en el capítulo 5.3 Metodología

5.3. METODOLOGÍA

Con el fin de cumplir los objetivos del proyecto se tuvo en cuenta un enfoque mixto donde se utilizaron varios de estos, en primer lugar, el método aplicado, este busca desarrollar soluciones prácticas para problemas específicos en la vereda Catalina Perteneciente a Sahagún Córdoba, por otra parte se debió combinar elementos de investigación de campo basado en información secundaria para recolectar datos de las vereda, y por ultimo una investigación descriptiva la cual permitió identificar impactos y estimar costos-beneficios; teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta los siguientes pasos necesarios para la ejecución de este documento.

- ✓ Cumplimiento Objetivo Técnico

Es el objetivo más importante para desarrollar en el proyecto, lo anterior debido que al buscar solucionar una necesidad de ingeniería se debe realizar un desarrollo técnico teniendo en cuenta lo anterior, se hizo un proceso de estudios de prefactibilidad para identificar el sistema, y de esta forma tener resultado que puedan permitir tomar decisiones en la vereda para mejorar la calidad del agua potable y que se suministre de manera eficiente y permanente para ello se realizaron los siguientes procesos

- ✓ Recopilación De Información

La información a recopilada en su mayoría es de fuentes secundarias, enmarcadas general mente en insumos generados por entidades públicas, y de carácter mixto que definen las necesidades, y parámetros necesarios para la solución de estas.

- ✓ Diagnostico

Mediante el análisis de la información secundara se identifica y caracteriza las generalidades del municipio de Sahagún Córdoba sus veredas, y en especial la vereda Catalina, con el fin de dar un panorama general de la ubicación y estado del municipio en temas de saneamiento economía ambiente y sociedad, sistema actual de tratamiento y suministro de agua Potable para que una vez analizados todos los insumos se puede dar un estado general de la Vereda evidenciando sus falencias y posibles soluciones.

- ✓ Cuantificación de Población

Para efectuar la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable es necesario determinar la población futura de la vereda teniendo en cuenta la vida útil del sistema, o lo estipulado por la resolución

Los requisitos necesarios para iniciar un estudio y elaboración de un proyecto de agua potable rural en las localidades rurales concentradas es que exista en éstas una población entre 150 y 3.000 habitantes (RÍO, 2.012) además que se debe tener en cuenta mínimo 3 censos conocidos disponibles en este caso del DANE los cuales pertenecen al año 2005, 2.018 los cuales son de uso público mediante los gestores y otro realizado solo para las zonas con actividades ganaderas que también fue realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística y adicionalmente el tercer censo agropecuario también realizado por el DANE en el año 2.014

- ✓ Estimación Dotaciones

Según la Resolución 844 de 2.018 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, utilizar dotaciones mínimas y máximas recomendadas para áreas rurales.

$$Dotación\ bruta\ =\ Dotación\ básica\ +\ pérdidas\ en\ el\ sistema.$$

Para el caso de las perdidas en pro de hacer la ingeniería de proyecto con mayor nivel de margen de seguridad se pondrá como porcentajes de pérdidas del sistema 25 % esto en concordancia en lo estipulado por la resolución 844 de 2.018.

- ✓ Estimación Caudales de Diseño

Calcular el Caudal Medio Diario (QMD), Caudal Máximo Diario (Qmd), y Caudal Máximo Horario (QMH) utilizando las fórmulas y coeficientes establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

- ✓ Alternativas de fuente de abastecimiento

Identificar y evaluar las posibles fuentes de agua para el abastecimiento de la vereda Catalina, garantizando sostenibilidad y disponibilidad a largo plazo.

- Realizar un estudio de fuentes de agua superficiales y subterráneas disponibles en la zona.
- Analizar la calidad y cantidad del agua disponible en cada fuente.
- Diagnosticar el impacto ambiental de cada alternativa, considerando la conservación del recurso hídrico y los ecosistemas asociados.
- Cumplir con las normativas ambientales vigentes, como la Ley 99 de 1993 y sus reglamentaciones.

- ✓ Alternativas de Sistemas de tratamiento.

Proponer y evaluar diferentes sistemas de tratamiento de agua que sean eficientes, ecológicos y adaptados a las condiciones de la vereda Catalina.

Metodología:

Identificación de Necesidades:

Determinar los contaminantes presentes en las fuentes de agua seleccionadas.

Definir los objetivos de calidad del agua potable según la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud.

Selección de Tecnologías:

Revisar tecnologías de tratamiento convencionales y no convencionales, como filtración, desinfección, tratamiento biológico y procesos avanzados.

Evaluar la viabilidad técnica

- ✓ Selección de Alternativa.

Mediante una matriz multicriterio se seleccionará la mejor opción para la ejecución del proyecto. Definir criterios de selección que incluyan eficiencia, costo-beneficio, impacto ambiental, y aceptación comunitaria.

- ✓ Prefactibilidad alternativa seleccionada.

Realizar un estudio de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para asegurar su viabilidad técnica, económica y operativa antes de proceder a la fase de diseño detallado.

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta cuadro resumen de la metodología propuesta para la ejecución del proyecto.

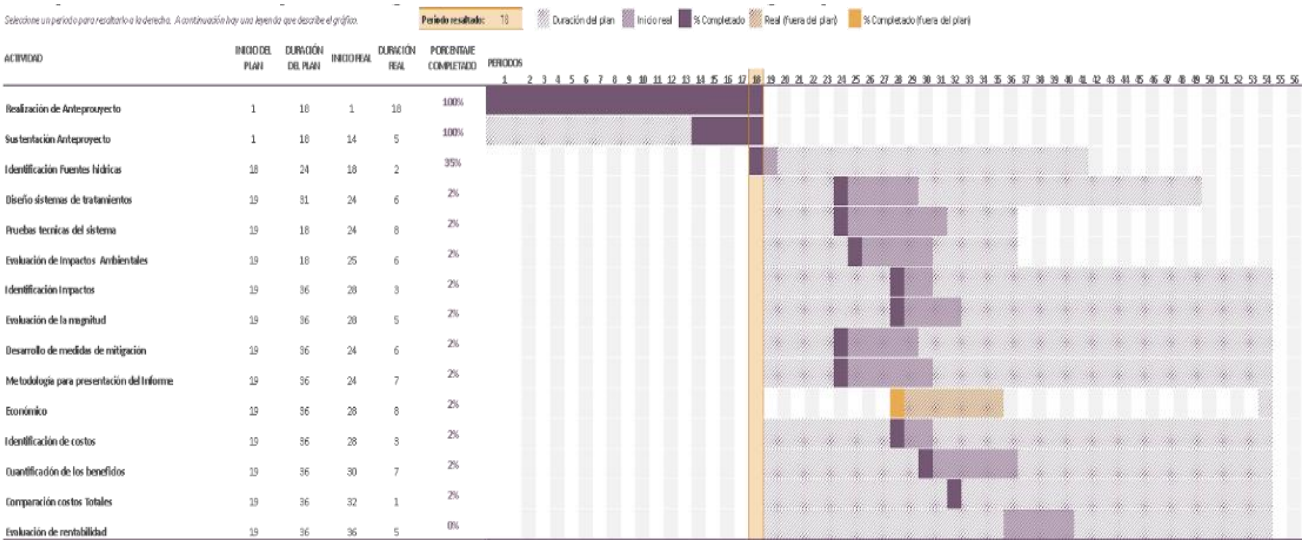
Tabla 9. Metodología

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	FUENTES	OBSERVACIONES
Recopilar información histórica, geográfica, económica y de saneamiento de la zona	Recopilación de antecedentes históricos Estudio de la geografía de la zona Análisis de la economía Evaluación del saneamiento y agua potable	Archivos históricos, estudios geográficos, datos económicos, informes de saneamiento	Es importante tener acceso a bibliotecas, archivos y registros locales
Cuantificar la población actual y pasada de la zona	Revisión de censos históricos Análisis de censos DANE Realización de entrevistas	Censos históricos, censos DANE, entrevistas	Las entrevistas deben ser realizadas con residentes y autoridades locales
Calcular el número de habitantes para un período de diseño utilizando diversos métodos	- Aplicación de métodos aritmético, geométrico, exponencial, lineal, potencial, logarítmico y estadístico	Datos censales, modelos matemáticos	Se deben comparar los resultados de los distintos métodos para seleccionar el más adecuado
Seleccionar la población proyectada para el diseño	- Análisis de los cálculos de los métodos anteriores	Resultados de los cálculos	Elegir el método que mejor se ajuste a las condiciones y tendencias de la zona
Estimar la dotación bruta y neta de agua	- Determinación de la dotación mínima y máxima Cálculo de pérdidas en el sistema de abastecimiento	Normativas de abastecimiento, estudios técnicos	Considerar las normativas locales y estándares internacionales de abastecimiento
Calcular los caudales de diseño	- Cálculo de QMD, Qmd, QMH	Datos de consumo, fórmulas hidráulicas	Asegurarse de utilizar datos actualizados y representativos del consumo real
Determinar el caudal de diseño	- Establecimiento del Q diseño de la red de distribución	Cálculos previos, modelos hidráulicos	Verificar que el caudal de diseño sea adecuado para la demanda proyectada
Diseñar la estructura del sistema de distribución	- Diseño de la red de distribución	Software de diseño, manuales técnicos	Utilizar software especializado para optimizar el diseño de la red
Realizar la cartografía del sistema	- Distribución por áreas Determinación de demanda por nodo Aplicación de factor demanda	Mapas, SIG (Sistemas de Información Geográfica)	Los mapas deben ser precisos y reflejar correctamente la distribución de la demanda
Parámetros Para Modelo Hidráulico			

Fuente: Autor – 2.024

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta la Ilustración 2. Cronograma para la Gestión del Proyectos la cual tiene la lista actividades proyectadas en la metodología.

Ilustración 2. Cronograma para la Gestión del Proyectos



ACTIVIDAD	INICIO DEL PLAN	DURACIÓN DEL PLAN	INICIO REAL	DURACIÓN REAL	PORCENTAJE COMPLETADO
Realización de Anteprouyecto	1	18	1	18	100%
Sustentación Anteproyecto	1	18	14	5	100%
Identificación Fuentes hídricas	18	24	18	2	35%
Diseño sistemas de tratamientos	19	31	24	6	2%
Pruebas tecnicas del sistema	19	18	24	8	2%
Evaluación de Impactos Ambientales	19	18	25	6	2%
Identificación Impactos	19	36	28	3	2%
Evaluación de la magnitud	19	36	28	5	2%
Desarrollo de medidas de mitigación	19	36	24	6	2%
Metodología para presentación del Informe	19	36	24	7	2%
Económico	19	36	28	8	2%
Identificación de costos	19	36	28	3	2%
Cuantificadón de los beneficios	19	36	30	7	2%
Comparación costos Totales	19	36	32	1	2%
Evaluación de rentabilidad	19	36	36	5	0%

Fuente: Autor – 2.024

5.4. POLÍTICAS DE CALIDAD

La Alta Dirección del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, comprometida con el cumplimiento de los requisitos aplicables a la entidad y la satisfacción de los usuarios/beneficiarios, adopta la siguiente Política de Calidad para el MVCT:

Contribuir a la construcción de la equidad social y mejorar la calidad de vida de los colombianos, promoviendo el desarrollo territorial y urbano planificado del país y disminuyendo el déficit en vivienda urbana, agua potable y saneamiento básico, a través de la formulación, instrumentación, implementación y seguimiento de políticas en materia de vivienda, desarrollo urbano y territorial, agua potable y saneamiento básico, rigiéndose por los principios de la gestión pública, el uso eficiente de los recursos humanos, físicos y financieros, la satisfacción de los derechos y necesidades de las partes interesadas, y el mejoramiento continuo del Sistema de Gestión.

5.4.1. Objetivos de Calidad

- ✓ Contribuir a la articulación de las Entidades del Sector, mediante el seguimiento y cumplimiento del Plan Estratégico Sectorial, que garanticen su cumplimiento ante el Gobierno Nacional.
- ✓ Asegurar que cada vez más colombianos tengan derecho a condiciones de habitabilidad dignas, a través de la implementación de políticas, normativa, planes, programas y proyectos, en materia de vivienda, agua potable, saneamiento básico, desarrollo urbano y territorial, con el fin de contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida y la disminución de la pobreza de la población.

- ✓ Formular la política pública de vivienda, agua potable, saneamiento básico y desarrollo urbano y territorial, así como los instrumentos normativos que la desarrollen, de acuerdo con las necesidades contempladas en el PND, los compromisos internacionales suscritos y la normatividad vigente, con el propósito de consolidar el sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana.
- ✓ Brindar información, orientación y asistencia, por medio de actividades de promoción y acompañamiento, para la implementación de políticas, normativa, planes, programas y proyectos, en materia de vivienda, APSB, desarrollo urbano y territorial a los públicos de interés, de manera oportuna y pertinente.
- ✓ Fortalecer los estándares de transparencia de la entidad mediante la implementación del Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano (PAAC), así como procesos contractuales transparentes, que permitan mejorar la participación y percepción de la ciudadanía.
- ✓ Fortalecer la planeación presupuestal de la Entidad, bajo la metodología de presupuesto orientado a resultados, mediante la implementación de herramientas de programación, formulación y seguimiento de los proyectos de inversión, de tal forma que se pueda contar con los recursos necesarios, mejorar la eficiencia en su manejo y facilitar la toma de decisiones.
- ✓ Dar a conocer a la ciudadanía, a las partes interesadas y a los servidores públicos, mediante canales y procedimientos efectivos, las políticas, programas, proyectos, planes y actuaciones del Ministerio, para lograr una divulgación de información suficiente y atención oportuna y pertinente.

- ✓ Articular los modelos de gestión dentro del sistema Integrado de la entidad mediante estandarización de los procesos para cumplir los requisitos establecidos en la normatividad vigente.
- ✓ Mejorar los procesos y la tecnología que usa la Entidad, mediante proyectos de modernización y mantenimiento tecnológico y administrativo, de tal forma que se reduzcan los trámites y el consumo de papel, y se atienda oportunamente a funcionarios y públicos de interés.
- ✓ Asesorar, acompañar, evaluar y verificar la conformidad del Sistema de Control Interno del Ministerio de Vivienda de Ciudad y Territorio y FONVIVIENDA, de forma Independiente, Objetiva y Oportuna.
- ✓ Mejorar el desempeño de los servidores públicos de la Entidad, mediante estrategias administrativas y operativas de selección, vinculación, capacitación, seguridad y salud en el trabajo, para garantizar la competencia y el bienestar del personal.

5.4.2. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA,

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, está comprometida con la integración de todas las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones regulatorias, a través de la prestación de un servicio calificado y oportuno orientado a satisfacer las necesidades de la ciudanía y del sector. Para lograrlo, la CRA protege la seguridad, salud y el bienestar de sus servidores y contratistas, identifica los peligros, evalúa y valora los riesgos, aplicando los respectivos controles, gestionando la ciber-resiliencia, la seguridad y privacidad de la información e implementando acciones orientadas a la mejora continua de su Sistema Integrado de Gestión y Control en el marco

de la normatividad aplicable. Lo anterior, de la mano de un equipo de trabajo comprometido y calificado. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, 2.023)

6. INGENIERÍA DE PROYECTO

El estudio técnico dentro del marco lógico del proyecto de la prefactibilidad para el suministro de agua potable en La Vereda Catalina en Sahagún Córdoba implica un análisis de las acciones y procesos requeridos para su implementación.

Es por esto que en este capítulo se abarca desde la evaluación de las fuentes de agua disponibles, hasta la selección de la tecnología más apropiada para el tratamiento y los requerimientos para su distribución en cumplimiento de la Resolución 0844 de 2.018 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio la cual define los parámetros técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2.015 (Básico, 2.020)

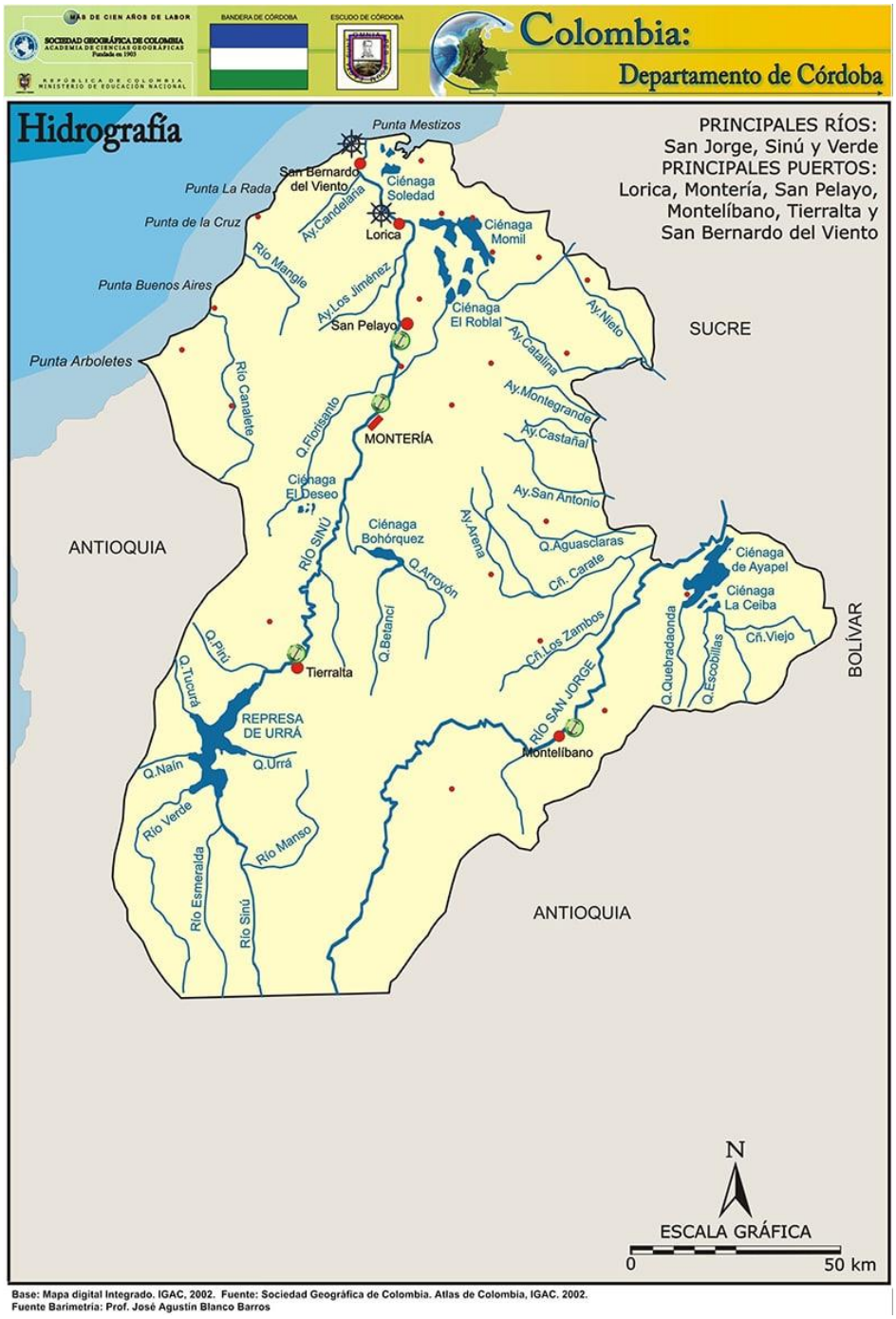
Dentro de este acapice se considerar aspectos como la capacidad técnica y logística requerida, Todo esto se enmarca en el contexto del proyecto, buscando la viabilidad técnica y operativa para cumplir con los objetivos establecidos en el marco lógico, garantizando así la sostenibilidad y eficiencia del suministro de agua potable en La Vereda Catalina. también es de vital importancia tener en cuenta Resolución 330 de 2.017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS Titulo J.

6.1. GENERALIDADES

El departamento de Córdoba cuenta con aproximadamente 846 Kilómetros., de ríos principales y más del doble de afluentes y otros cauces. Existen también 110.000 hectáreas de Ciénagas y una apreciable cantidad de Aguas subterráneas, según la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS.

El departamento de Córdoba está situado al Noroeste de la República de Colombia, entre los 7° 22' y 9° 26' de latitud Norte y los 74° 47' y 76° 30' de longitud Oeste Posee una extensión de 25.058 km2; presenta una precipitación media anual de 1.262 mm, temperatura media de 27.8 °C y humedad entre el 76 % y 82 %, hace parte de la denominada zona de convergencia intertropical y se caracteriza por abundantes precipitaciones distribuidas entre los meses de abril a noviembre (Zabaleta-Ortega, 2,022)

Ilustración 3. Hidrografía Córdoba



Fuente: IGAC -2.022

Colombia en general es un país cuenta con una gran riqueza hídrica, ya que cerca del 90% de este se cataloga en términos de disponibilidad hídrica entre moderado a altos

excedentes de agua (ENA, 2.023) Sin embargo, se resalta que el norte del país, desde los departamentos de Córdoba, Sucre y Norte de Santander hasta La Guajira, es la zona dónde se concentran las áreas deficitarias en términos hídricos, lo que hace a esta región mucho más vulnerable a la degradación.

Sahagún, ubicado en el departamento de Córdoba, Colombia, se caracteriza por una topografía predominantemente plana con algunos relieves suaves. La región goza de un clima cálido y seco en la mayor parte del año, con una estación de lluvias que se extiende de mayo a octubre. Esta dinámica climática influye en la vegetación local, que incluye bosques secos tropicales y sabanas.

En términos de infraestructura, el municipio cuenta con una red vial que conecta eficientemente la zona urbana con las áreas rurales, aunque algunos caminos pueden presentar limitaciones durante la temporada de lluvias debido a la posible inundación. Socialmente, Sahagún es una comunidad diversa, en la que convergen distintas culturas y tradiciones, lo que se refleja en su rica vida comunitaria. La economía se centra en actividades agrícolas como la ganadería, la producción de maíz, sorgo y yuca, así como en el comercio local.

No obstante, a pesar de la vitalidad de su cultura y economía local, las zonas rurales como Catalina afrontan desafíos considerables, especialmente en el acceso a servicios básicos como el agua potable. Las deficiencias en el suministro de agua han afectado históricamente la salud, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de sus habitantes, generando una brecha significativa entre las áreas urbanas y rurales en términos de acceso a servicios básicos. (Alcaldia Municipal Sahagún, 2.020)

La implementación de políticas gubernamentales, como el CONPES 3810 de 2.014, ha puesto de relieve la importancia de mejorar el acceso al agua en zonas rurales como la vereda Catalina. Este enfoque busca garantizar un acceso equitativo a servicios básicos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y promoviendo el bienestar general de la comunidad.

En contextos rurales como Sahagún, Córdoba, el acceso al agua potable no solo es una necesidad básica, sino un factor crucial para el desarrollo sostenible y la calidad de vida de sus habitantes. La falta de acceso confiable y seguro al agua impacta directamente la salud, la seguridad alimentaria y el bienestar general de la comunidad. (Alcaldia Municipal Sahagún, 2.020)

La vereda Catalina, una de las comunidades entre las 117 veredas del municipio de Sahagún en Córdoba, Colombia, se encuentra a aproximadamente 13 kilómetros del casco urbano. Esta ubicación distante representa tanto una oportunidad como un desafío.

El Suministro actual de la vereda Catalina es deficiente, teniendo en cuenta que no cuenta con un sistema de abastecimiento que cumpla la normativa vigente, la captación existente se realiza mediante un pozo profundo el cual mediante un sistema de bombeo realiza la aducción de este y de esta forma se suministra a las viviendas cercanas, de la vereda, sin ningún tipo de tratamiento, el resto de las viviendas o fincas se dotan a partir de sistemas subterráneos como aljibes, los cuales no tienen tampoco ningún sistema de tratamiento, y no se encuentran regulados o verificados por la Corporación Ambiental de los Valles del Sinú, y del San Jorge, ni por la secretaria de salud, ni ambiental del municipio de Sahagún.

6.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

6.2.1. Macrolocalización

El proyecto se desarrollará en el departamento de Córdoba

Ilustración 4. Macrolocalización



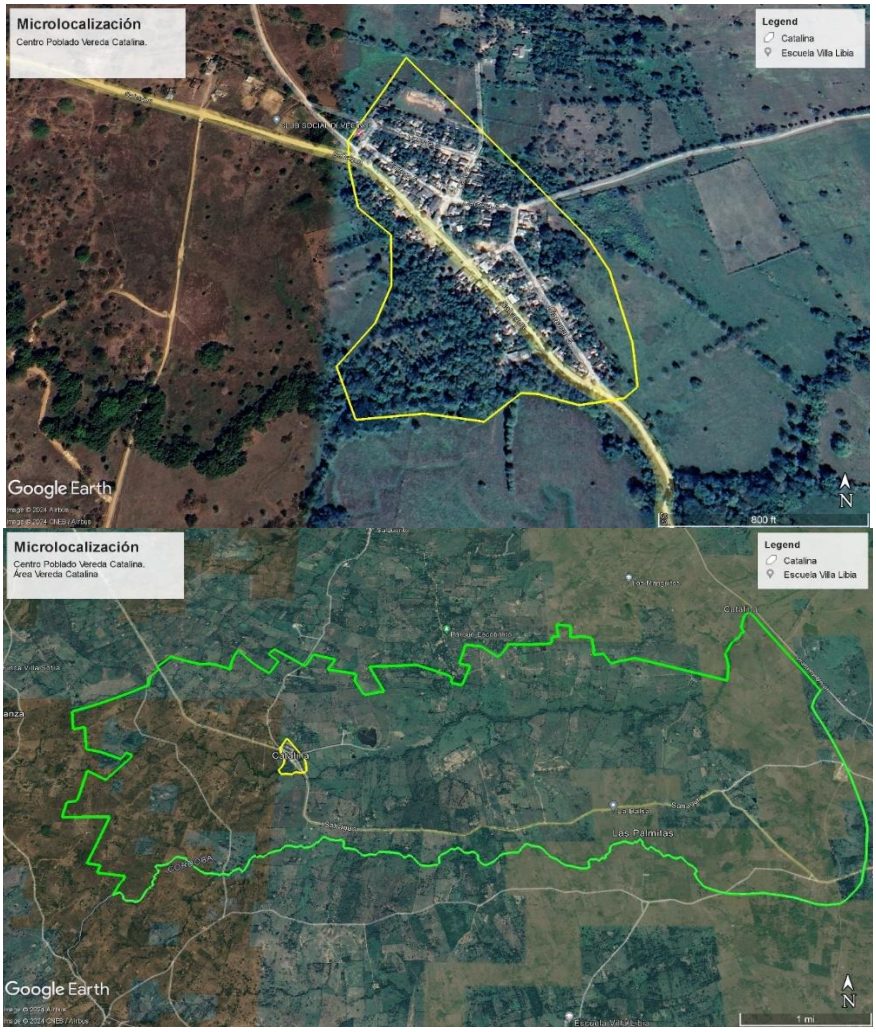
Fuente: Autor – 2.024

1.1. Microlocalización

- ✓ Vereda Catalina

La vereda Catalina es una vereda ubicada al sur oriente del casco urbano de Sahagún Córdoba, esta cuenta con área total de las 3,346 hectáreas y en su centro poblado de 14 hectáreas en donde habitan según censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística Del 2.018 con 787 viviendas y una población de 2,916 personas

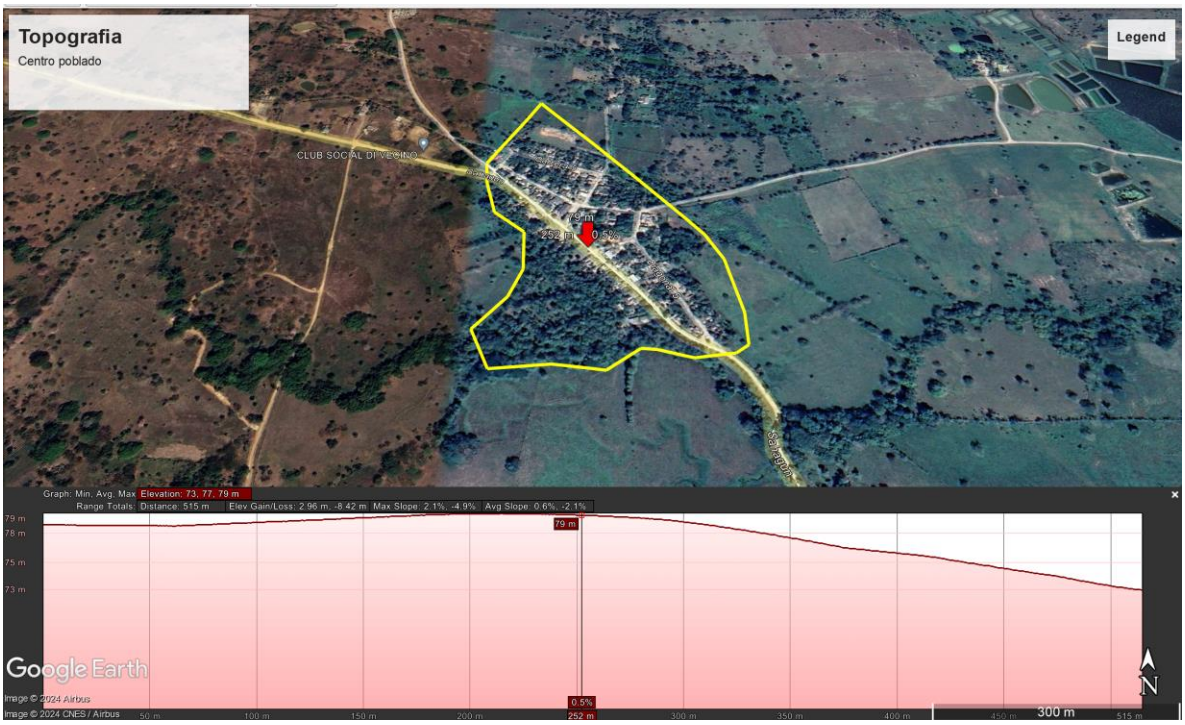
Ilustración 5. Microlocalización



Fuente: Autor – 2.024

La topografía del sector poblado de la vereda Catalina en Sahagún Córdoba cuenta con una pendiente máxima del 2,1 % es decir en general se encuentra en un área plana

Ilustración 6. Topografía de la zona



Fuente: Autor – 2.024

6.2.2. Estado Actual del sistema de tratamiento y suministro del municipio y la Vereda

En el siguiente sub capitulo se desarrollará el diagnóstico de la situación de los sistemas de abastecimiento, tratamiento y conducción del municipio de Sahagún Córdoba, y posteriormente el de la vereda Catalina.

Estado Actual del sistema de tratamiento municipio de Sahagún Córdoba.

El suministro del municipio de Sahagún Córdoba lo realiza la multinacional Aqualia Latinoamérica S.A. ESP mediante 12 operaciones de gestión del ciclo integral de agua del departamento de Córdoba, región Caribe, al norte de Colombia corresponden a los municipios de Santa Cruz de Lorica, Chima, Momil, Purísima, Tuchín, San Antero, San

Andrés de Sotavento, Cereté, Ciénaga de Oro, Sahagún, San Carlos y Planeta Rica. De esta manera, Aqualia prestará servicio a más de 360.000 habitantes de este departamento. (Aqualia, 2.024) como se puede evidenciar en la Ilustración 7. Gestión Ciclo Integral del Agua en Colombia Aqualia.

Ilustración 7. Gestión Ciclo Integral del Agua en Colombia Aqualia.



Fuente: Aqualia Latinoamérica S.A. E.S.P

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta el sistema de abastecimiento realizado por la compañía Aqualia para suministrar al casco Urbano del municipio de Sahagún Córdoba.

- **Tipo y fuente de abastecimiento**

El Río Sinú es la fuente de abastecimiento para el municipio de Sahagún, en este último municipio también cuenta con 2 pozos profundos. Los cuales también apoyan a la dotación del municipio. El rio Sinú ha sido la fuente de abastecimiento de agua potable para la mayoría de los municipios de Córdoba, adicionalmente, este cumple con los parámetros mínimos establecidos por el Decreto 1575 de 2.007. y reglamentada con la resolución 2115 del mismo año luego de revisar el visor del Instituto Nacional de Salud en el sistema de Información de la Vigilancia de la calidad del agua para el consumo Humano SIVICAP informa en el último reporte realizado en diciembre del 2.023 que el riesgo de las muestras realizadas fue bajo o sin riesgo.

- **Captación**

La captación se realiza a través de 2 sistemas: El primero funciona mediante un sistema de una barcaza flotante, y el otro por una bocatoma lateral como se evidencia a continuación.

- ✓ **Barcaza flotante**: la estructura es metálica, compuesta por 2 conjuntos motor-bomba c/u de 300 hp de potencia y caudal de captación de 540 lps. Como se puede evidenciar en la Ilustración 8 El sistema de barcaza flotante actúa como sistema principal del suministro de Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro y Sahagún

Ilustración 8. Barcaza Flotante:



Fuente: Aguas De Córdoba SA ESP – 2.024

- ✓ **Captación lateral:** La estructura es en concreto reforzado, con dos motores de 300 hp de potencia y un caudal de 500 lps. esta captación lateral se activa en caso de emergencia o sequía.

- **Aducción**

El sistema de captación está conformado por tres líneas de aducción para conducir el agua cruda a la Planta de Tratamiento ubicada dentro del casco urbano del Municipio de Cereté; una línea de 30” en fibra de vidrio (GRP) con 4.600 m y dos líneas de 14” en asbesto cemento, de 3.900 m y 3.920 m respectivamente

- **Planta de Tratamiento del Acueducto.**

Se trata de una planta convencional localizada en el municipio de Cereté, con capacidad de diseño de 750 l/s en la cual se realizan los procesos de coagulación (hidroxicloruro de aluminio), floculación, sedimentación, filtración y desinfección (cloro gaseoso). Está compuesta por un canal de mezcla rápida en donde el caudal de agua

captada es medida a través de un vertedero, dos unidades de floculadores tipo Alabama, dos sedimentadores de alta tasa con placas en asbesto cemento planas y paralelas inclinadas, canales de recolección de aguas clarificadas y ocho filtros rápidos de tasa descendente. (Aqualia, 2.024). Esta planta de tratamiento es la encargada de la potabilización del agua para los municipios de Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro y Sahagún.

- **Almacenamiento**

El municipio de Sahagún cuenta con 2 tanques bajos de almacenamiento de 600 y 1200 m3, en los cuales se almacena el agua que se conduce desde la planta ubicada en el municipio de Cerete. Adicionalmente se cuenta con 3 tanques elevados de distribución de 500 m3, los cuales están ubicados en los sectores hidráulicos existentes en las redes del municipio y utilizados para la regulación y compensación de las demandas de agua de los usuarios. (Aqualia, 2.024)

- **Conducciones**

La Conducción para llevar el agua potable hasta Sahagún se encuentra dividida en 2 tramos, un tramo inicial que va desde la planta de tratamiento en el municipio de Cerete hasta el municipio de Ciénaga de Oro, tubería PVC de diámetro 400mm (16”) y 450mm (18”) con una longitud de 21km. El segundo tramo lo comprende la tubería que va desde el municipio de Ciénaga de Oro al municipio de Sahagún, encargada del transporte de agua a este último municipio. Este tramo hace su recorrido en tubería en material PVC con diámetro de 500 mm (20”).

- **Estaciones de Bombeo**

Las estaciones de bombeo en los municipios de Sahagún cumplen el objetivo de suministrar el agua a los usuarios del sistema de forma directa a la red y el llenado de los tanques de almacenamiento elevados Sahagún cuenta con estaciones independientes de bombeo, con especificaciones de potencia y capacidad de acuerdo con los requerimientos de demanda y función en cada uno de ellos.

- **Redes de Distribución**

Sahagún cuentan con redes matrices, primarias y secundarias de acueducto de acuerdo, estas tuberías forman el conjunto de tuberías utilizadas para la distribución de agua potable a los usuarios, y conforman las mallas principales de servicio de cada municipio. Sobre estas redes se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema. Adicionalmente, Sahagún cuentan con sectorización hidráulica en las redes de distribución, con lo cual se controlan las presiones de distribución horarias y la operación de cada sistema. (Aqualia, 2.024)

Estado Actual del sistema de tratamiento Vereda Catalina Sahagún Córdoba.

La vereda Catalina a hoy no cuenta con una empresa de servicios públicos que dote o administre su sistema de abastecimiento de Agua potable, pese a que se encuentra dentro del municipio de Sahagún Córdoba Aqualia Latinoamérica S.A. ESP no cuenta con sistemas de tratamiento y distribución en la zona rural de Sahagún

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta el diagnóstico del sistema de suministro de agua potable de la vereda Catalina, eje central de esta prefactibilidad.

- **Tipo y fuente de abastecimiento**

La vereda Catalina no tiene acceso al agua tratada del municipio de Cereté, sin embargo esta vereda se encuentra localizada entre 2 sistemas de acuíferos uno denominado Acuífero, Sincelejo y el otro denominado el cerrito ambos acuíferos constituyen zonas de recarga, en condiciones no confinadas, y una moderada susceptibilidad a la contaminación teniendo en cuenta lo anterior (Colombiano, 2.004) las reservas para cada acuífero se encuentran entre os 23.507 y 26.504 Millones de metros cúbicos cono se puede evidenciar en la Ilustración 9. Reservas Hídricas Acuíferos Córdoba.

Ilustración 9. Reservas Hídricas Acuíferos Córdoba

ACUIFERO	AREA (Km^2)	ESPESOR PROMEDIO	Ne Prom.	Reservas (Mm^3)
SINCELEJO	7,0E+08	1125	0,1	23507
BETULIA	2,4E+09	400	0,14	94393
LA MOJANA	5,5E+08	135	0,11	8183
DEPOSITOS ALUVIALES ATERRAZADOS	8,7E+08	85	0,17	11480
DEPOSITOS ALUVIALES RIO SINU	4,5E+09	110	0,12	55359
DEPOSITOS ALUVIALES RIO SAN JORGE	1,2E+09	110	0,12	14424
ARENAS MONAS	3,5E+07	455	0,08	711
ARENSCAS DEL MANANTIAL	7,7E+06	105	0,1	80
EL CERRITO	2,1E+09	550	0,05	26504
TOLUVIEJO	4,8E+07	200	0,07	677
RESERVAS TOTALES				**235320**

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (Colombiano, 2.004)

En los acuíferos Sincelejo y El Cerrito se encuentran el mayor porcentaje de pozos profundos concentrados principalmente en las cabeceras de los municipios de Chinú, y Sahagún por lo tanto en las zonas veredales con Catalina .se evidencia una explotación intensiva. Sin embargo es necesario realizar estudios actualizados a detalle para un mejor conocimiento y planeamiento del recurso y su posible uso como fuente de abastecimiento

Teniendo en cuenta lo anterior, luego de recibir la información de la comunidad de la vereda de Catalina esta se abastece mediante un pozo subterráneo de aproximadamente 20 metros de profundidad, y de sistemas de aljibes que se encuentran distribuidos en varias fincas de la vereda.

- **Captación**

La captación se realiza a través de un sistema de una electrobomba de 2 caballos de fuerza (Hp) la cual funciona 2 veces a la semana martes y viernes, durante todo el día para bombear el agua mediante este sistema para luego conducirla mediante una tubería de PVC de 2” hasta un tanque elevado.

- **Planta de Tratamiento del Acueducto**

El sistema de suministro de agua de la vereda Catalina no cuenta con un sistema de pretratamiento o aireación, ni otro proceso unitario que permita se considere que el agua sea tratada, por ende el agua consumida por la comunidad es cruda.

- **Almacenamiento**

El agua que es distribuida del tanque elevado a las viviendas y fincas ubicadas cerca del pozo es almacenada en tanques, y albercas con una de 2 veces a la semana, por ende deben mantener aguas estáticas o empozadas que favorecen la proliferación de vectores como el "*Aedes Aegypti"* más conocido como el mosquito del dengue y Chikunguña.

- **Redes de Distribución**

La distribución de la red de suministro se realiza en Polietileno de alta densidad (PEAD) con un diámetro de 2" Pulgadas de las cuales se distribuyen manijas que permiten varios puntos de acometidas de las cuales se recarga semanalmente la comunidad.

6.3. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

Una de las variables de mayor importancia en la concepción de proyectos de acueducto es el comportamiento del crecimiento poblacional a lo largo del periodo de diseño que se adopte para estos sistemas. Teniendo en cuenta lo anterior se establece las condiciones básicas de información, procedimientos, parámetros y criterios que se deben tener en cuenta para la elaboración de estudios de población y demanda de agua para el diseño de sistemas de acueducto

Las proyecciones de población se realizan utilizando el método geométrico, que presenta un buen ajuste de acuerdo con el comportamiento histórico de la población. La tasa de crecimiento fue calculada mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

Pci: Población correspondiente al censo inicial con información

Tci: Año correspondiente al censo inicial con información

En el método geométrico, la población futura se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pf = P_{uc}(1 + r)^{T_f + T_{uc}}$$

Donde:

Pf: Población correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población

Puc: Población correspondiente al último año censado con información

Tuc: Año correspondiente al último año censado con información

Tf: Año al cual se quiere proyectar la información

r: Tasa de crecimiento anual en forma decimal

La proyección de población de la zona de estudio se realizará con base en la información censal levantada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), así como también se considerará

6.3.1. Período de diseño

El período de diseño corresponde al intervalo de tiempo durante el cual, los componentes de un sistema determinado han de prestar eficientemente el servicio para el cual fueron diseñados y debe fijar tanto las condiciones básicas del proyecto, como la capacidad de la obra para atender la demanda futura. De acuerdo con el Artículo 40 del RAS-2.017, para todos los componentes de los sistemas de acueducto, se adopta como período de diseño 25 años; a esto se le suma lo estipulado Resolución MVCT 844 de 2.018 RAS, Rural p

Si se evidencia crecimiento de la población, diseñar con tasa de crecimiento anual de 0,5% y Horizonte de 25 años.

Por otra parte, teniendo en cuenta la vida útil del sistema de tratamiento este con mantenimientos periódicos y buena operación también oscila en 20 y 25 años según lo estipulado por el fabricante. Teniendo en cuenta esta prefactibilidad se tomará como periodo de ejecución del proyecto 25 años.

6.3.2. Información censal sectores de prefactibilidad

La información histórica de los registros censales y demográficos del área de estudio fue consultada en Marco Geoestadístico Nacional (MGN), del DANE, que posee en forma depurada los valores de viviendas, hogares y población a nivel urbana, rural y total para

todo el país, a nivel de manzanas catastrales, la información se puede consultar a través de la página de internet del DANE: www.dane.gov.co.

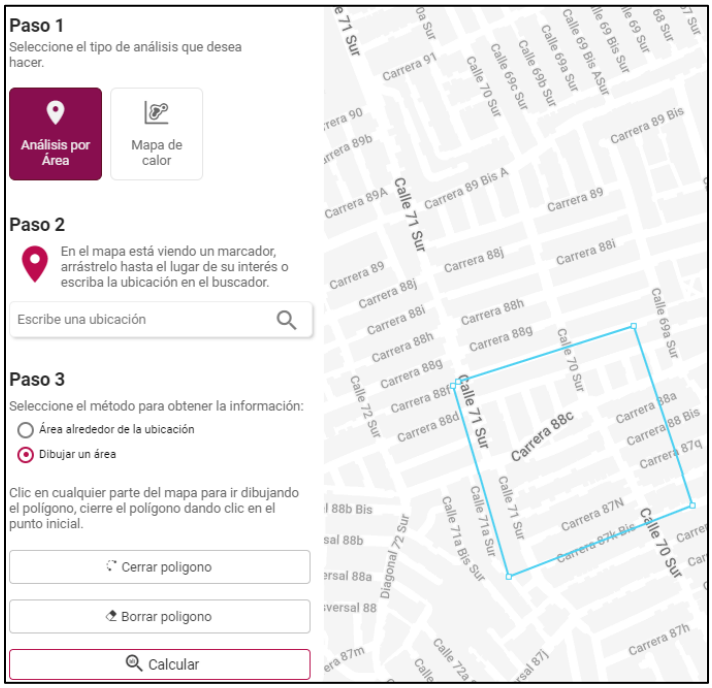
Teniendo en cuenta que es necesario la generación de alternativas de prefactibilidad para la selección de la solución más optima en este estudio se realizó el análisis de dos (2) posibles áreas de intervención de la vereda catalina, una que comprende solo el sector principal donde se encuentra unificado el centro poblado de la zona rural, y el otro que comprende el área total de extensión del área seleccionada.

- ✓ Censo DANE 2.005

Para realizar la consulta del Censo Nacional del Población y Vivienda (CNPV) del año 2.005, en primer lugar, se accedió al Geoportal del DANE que se encuentra en la página web www.dane.gov.co , dicho portal cuenta con unas herramientas de análisis que inicialmente solicitan ubicarse y delimitar el área que se desea consultar.

En ese sentido se utilizó la aplicación online del DANE presentada en la **Ilustración 11. Geoportal DANE 2.005** realizando la delimitación del área mediante la creación de un polígono y luego se calcularon los datos correspondientes a dicha área, este proceso se realizó para el sector del Centro Poblado de la Vereda Catalina, y para toda la vereda Chiguaza, sector Los Toches y sector Los Puentes. La delimitación de los polígonos se realizó con minucioso detalle, para que la correspondencia entre la medición del DANE y la delimitación de la Consultoría fuese lo más precisa posible.

Ilustración 10 Herramienta análisis Geoespacial del CNPV 2.005



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

En el anexo 1. Proyecciones de población; se presenta el análisis de 2 alternativas los sectores mencionados en el numeral Información censal sectores de prefactibilidad

En la Tabla 8 8 se presenta el resumen de las mediciones elaboradas con la herramienta del Geoportal del DANE para el Censo 2.005.

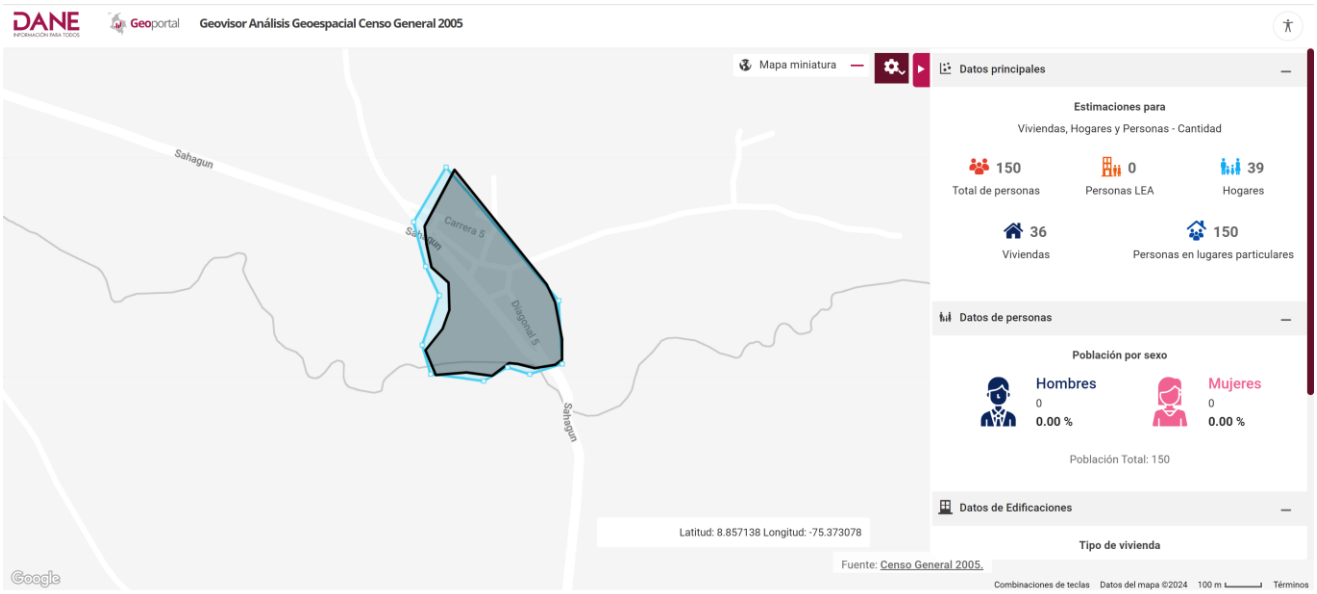
Tabla 10. Resumen información DANE 2.005 Alternativa 1 y 2

Datos principales	Opción 1 C. Poblado V Catalina	Opción 2 V. Catalina
Personas	150	191
Viviendas	36	50
Hogares	39	47

Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

A continuación, se presenta la Ilustración 11. Geoportal DANE 2.005

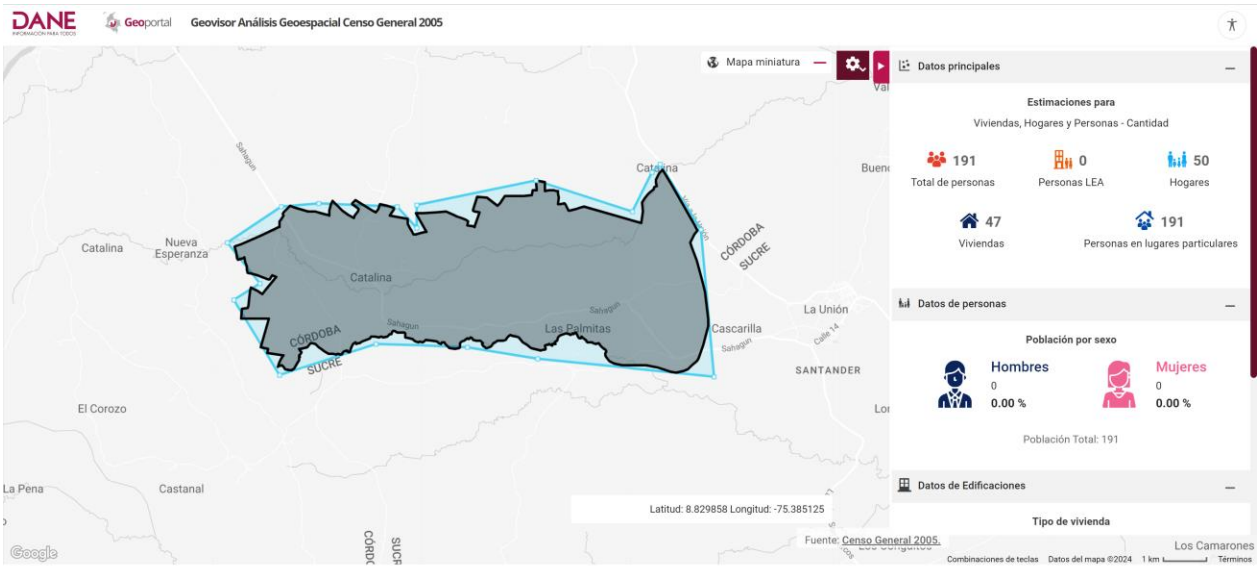
Ilustración 11. Geoportal DANE 2.005



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

Se evidencia el proceso para el análisis poblacional mediante el gestor de análisis del DANE, mediante la carga de un archivo Kmz que permite visualizar el área de interés.

Ilustración 12. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

✓ Tercer Censo Nacional Agropecuario 2014

El tercer censo Nación agropecuario realizo un censo enfocado a las áreas rurales del país en el año 2014 enfocadas en las actividades agropecuarias. Y la población inmiscuida en las unidades de observación y análisis. La cual saco los siguientes resultados para la vereda Catalina.

Tabla 11. Población censada Tercer Censo agropecuario DANE 2,014

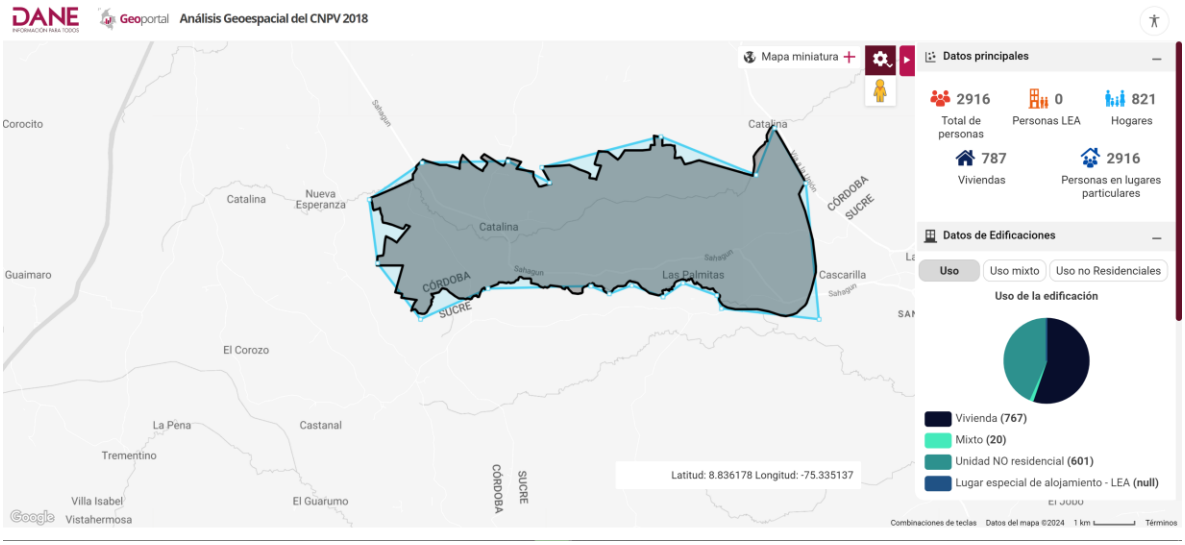
Datos principales	Opción 1 C. Poblado V Catalina
Personas	682
Viviendas	157
Hogares	183

Para el año 2014 la comunidad de la vereda Catalina estaba compuesta por aproximadamente 682 habitantes. Como se puede evidenciar en el anexo 1

- ✓ Censo DANE 2.018

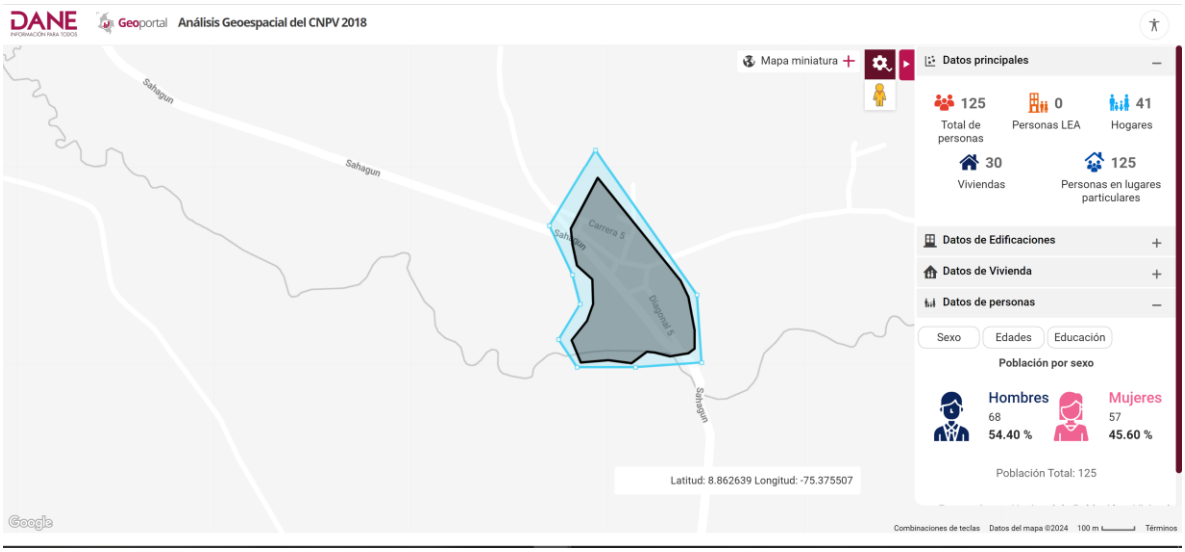
En la Tabla 12 se presenta el resumen de los datos extraídos con la herramienta del Geoportal del DANE para el Censo 2.018., sin embargo, luego de realizar este proceso se identificó un cambio representativo en el valor de población que aumento del año 2.005 al 2.018 en la alternativa denominada Vereda Catalina de 191 personas a 3,346 en tan solo 13 años, por lo tanto teniendo en cuenta que el fin de una fase es identificar algunas vulnerabilidades frente a la información existente, se considera que los datos de censos deben ser revisados.

Ilustración 13. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

Ilustración 14. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

Tabla 12. Población censada 2.018 en los diferentes sectores según Geoportal DANE 2.018

Datos principales	Opción 1 C. Poblado V Catalina	Opción 2 V. Catalina
Personas	125	2.916
Viviendas	30	787
Hogares	41	821

Fuente: Censo DANE 2.018

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados de la consulta del Censo 2.018 se presentan en

6.4. Diseño – rediseño

6.4.1. DEFINICIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

Para definir el caudal de las 2 alternativas propuestas en este proyecto de prefactibilidad para el abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina se realizó en un archivo Excel denominado Anexo 1 en donde se encuentra desarrollado el siguiente proceso para determinar los valores de los caudales de diseño para las alternativas.

6.4.2. Dotación Neta Real

La dotación neta se calculó con base en la, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - Título J como se puede evidenciar en la Ilustración 15. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina

Ilustración 15. Geoportal DANE 2.005 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina

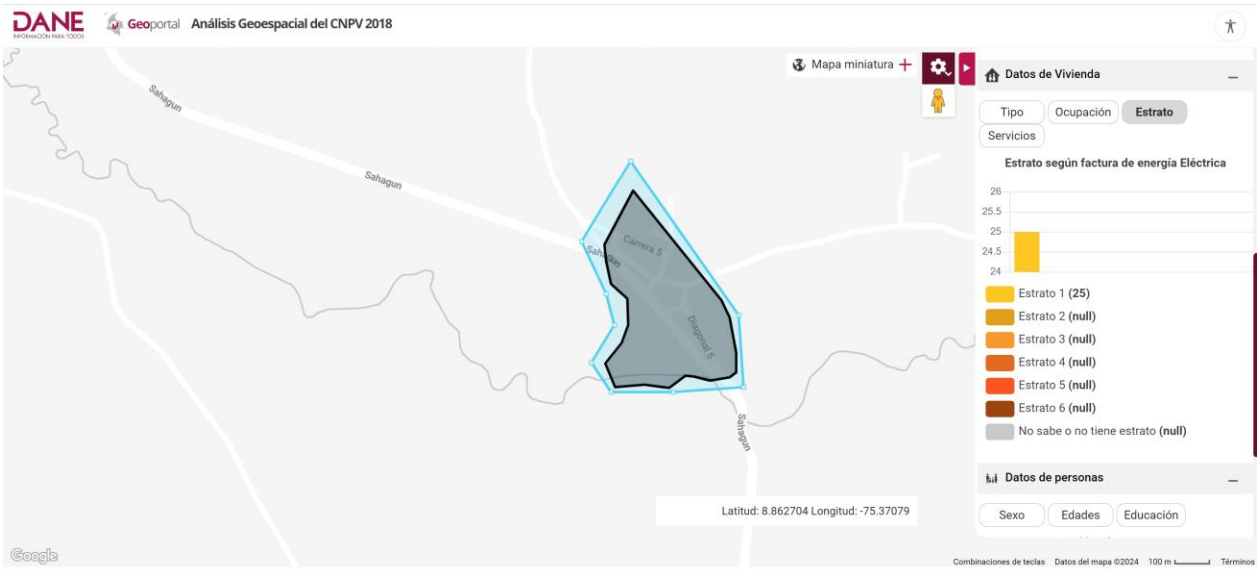
Acueducto	
Suficiente	Dotación neta máxima de agua potable entre 120 y 140 L/Hab*día, según tabla 1 de la Resolución 330 de 2017
Con limitaciones	Disminuir demanda de agua potable de las familias al periodo de diseño, preservando caudal ambiental Entregar agua potable en pilas públicas con una dotación neta mínima de 5 L/Hab*día, recordando que la atención de la población con servicio de acueducto mediante pilas públicas rurales solo podrá mantenerse durante el tiempo que persista la causa que dio origen a su implementación[57]

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: RAS 2017

Teniendo en cuenta la ubicación de la vereda y a la temperatura ambiente se selección para ambas opciones la dotación neta máxima la cual corresponde a 140 litros habitante.

Ilustración 16. Geoportal DANE 2.018 Zona de Centro Poblado Vereda Catalina Estrato



Fuente: www.dane.gov.co, 2022.

6.4.3. Dotación Bruta:

La dotación bruta de agua es la cantidad total de agua necesaria para abastecer a una población, considerando tanto el consumo directo como las pérdidas en la red y otros usos adicionales. Este parámetro es fundamental para dimensionar adecuadamente los sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales.

6.4.4. Caudal Medio Diario (QMD):

Es el promedio del consumo diario de agua durante un período determinado, generalmente un año. Se utiliza como base para el diseño de componentes como tuberías principales y plantas de tratamiento.

- **Fórmula general:**

$$QMD: \frac{Dotación\ Anual}{365\ dias}$$

2. **Caudal Máximo Diario (Qmd):**

$$Qmd = F \times QMD$$

Donde:

F es un factor de variación que depende del contexto y las características específicas de la comunidad.

3. **Caudal Máximo Horario (QMH):**

Es el mayor consumo de agua registrado en una hora durante el día de máxima demanda. Es crucial para el diseño de la red de distribución, asegurando que pueda manejar los picos de consumo.

- Fórmula:

$$QMH = Kh \times QmdQMH = Kh \times Qmd$$

Donde *Kh* es el coeficiente de máxima demanda horaria, generalmente entre 1.5 y 2.5.

En Colombia, los cálculos de caudales deben seguir las especificaciones del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), el cual proporciona guías detalladas sobre los coeficientes y métodos de cálculo aplicables a diferentes contextos rurales y urbanos.

6.4.5. Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario, QMH, depende del factor de maximización y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMH = Q_d * F$$

Donde:

$QMH =$ Caudal máximo horario (l/s)

$Q_d =$ Caudal de aguas residuales domésticas (l/s)

F= Factor de maximización (adimensional)

El factor de seguridad recomendado por el RAS es del 10 %

Teniendo en cuenta el paso a paso anteriormente mencionado a continuación se presenta los resultados de las dotaciones y cálculos los cuales se encuentran de manera completa con funciones y resultados en el anexo 1

6.4.6. Caudal de Diseño (Q diseño):

Es el caudal utilizado para el diseño específico de la infraestructura del acueducto, considerando factores de variación diaria y horaria, así como márgenes de seguridad.

Depende del contexto específico y de las normativas locales, pero suele considerarse un porcentaje adicional sobre el QMH para el caso de este proyecto se calcula el valor recomendado por el RAS del 2017 para lo cual se da un factor de seguridad para los usos potenciales que tiene la vereda Catalina, como los institucionales, y los derivados a riego.

6.4.7. Alternativas

En el siguiente sub capitulo, se realizará el desglose de las alternativas para lo cual se hará un desarrollo de ingeniería con el fin de desarrollar 2 propuestas de prefactibilidad que permitan solucionar la problemática existente de desabastecimiento de agua potable de la Vereda Catalina.

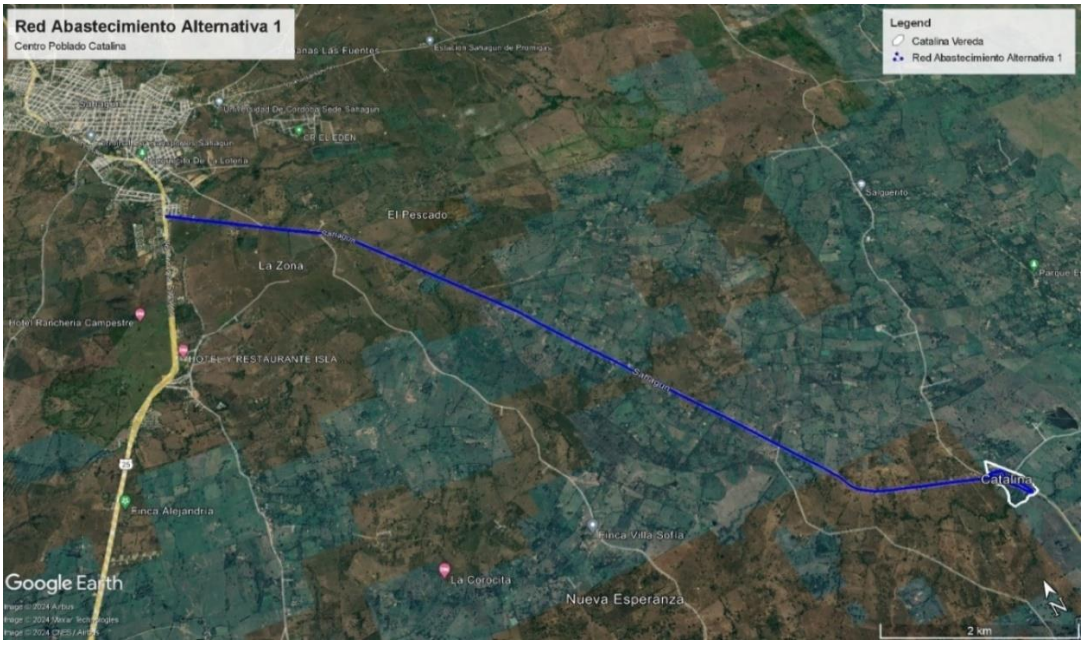
Ambas alternativas tendrán en cuenta componente de ingeniería, diseño y rediseño que se ejecutó en los anteriores capítulos.

6.4.8. Alternativa 1 Prefactibilidad Abastecimiento Centro Poblado Vereda Catalina

La alternativa 1 consiste como se puede evidenciar en la Ilustración 17.Alternativa 1 Centro Poblado Vereda Catalina en el suministro de agua potable para 222 habitantes según la proyección realizada Tabla 13. Resumen Análisis de Caudales de diseño alternativa 1 de la cual se puede ver el detalle completo en el anexo 1

Esta Alternativa se enfoca en atender el suministro del sector más densamente poblado de la vereda que se encuentran ubicados sobre la vía principal de Sahagún, el área contemplada abarca 14 hectáreas, para esto se requiere un sistema de abastecimiento que mínimo dote 0.13 litros por segundo, el cual será abastecido por la planta de tratamiento de agua potable de Cereté de igual manera seria conducida por una red en Polietileno de alta densidad de 14 kilómetros aproximadamente sacada de la red principal Sahagún, a continuación se puede observar el desarrollo técnico de esta alternativa

Ilustración 17.Alternativa 1 Centro Poblado Vereda Catalina



Fuente Autor-2.024

Población y Caudal de diseño C Poblado Alternativa 1

La alternativa 1 pretende abastecer una comunidad de 222 habitantes proyectados para 25 años, para calcular esta dato fue necesario realizar una proyección de población mediante método geométrico con el fin de identificar cual debería ser el porcentaje óptimo de crecimiento, sin embargo los valores de crecimiento en comparación de los pobladores para el año 2.005 , 2.014, y 2.018 como se pude ver en él anexo 1 Población y demanda fueron negativos, teniendo en cuenta lo anterior se adoptó el porcentaje de crecimiento indicado por la resolución 844 del 2.018 el cual para zonas rurales es del 0,5 % anual el resultado obteniendo así la población horizonte para el año 2051

Por otra parte una vez identificada la población se realizó un análisis y matemático el cual se desglosa de manera detallada en los anteriores capítulos bajo los cálculos solicitados por la resolución 844 de 2.018 luego de realizarlos se identificó que se requiere

para el cumplimiento de esta alternativa cerca de 0,13 lps, los anteriores cálculos pueden ser verificados en el anexo 1 Población y demanda.

Tabla 13. Resumen Análisis de Caudales de diseño alternativa 1

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Observaciones
Estrato	E	1	---	DANE
Dotación neta	Dr	140	l/hab-día	RAS
Dotación neta Vereda	DT	31.080	l/día	
Dotación Bruta	DB	187	l/hab-día	
Dotación Bruta Vereda	DB	41,440	l/día	
Perdidas sistema	C	25%	---	RAS Titulo J
Población de diseño	Pdis	222	habitantes	Calculada
Caudal medio	Qdis	0,09	l/s	RAS
Caudal máximo horario	QMHsat	0,12	l/s	Se toma K1 1.3 'RAS
Margen Seguridad	Ainf	10%	l/s-ha	RAS
Caudal de seguridad	Qinf	0,01	l/s	---
Caudal de diseño	Qdis	**0,13**	l/s	Se requeriría captar y tratar esta cantidad
Caudal de diseño + Población Critico	Qdis	**28,55**	l/s	Se requeriría captar esta cantidad

Fuente: Autor – 2.024

Sistema de Abastecimiento Alternativa 1

Esta alternativa contempla el suministro de agua cruda recolectada mediante el aprovechamiento de la captación flotante existente en el rio Sinú la cual capta cerca de 500 litros por segundo Esta alternativa implica el uso del agua de la principal fuente de abastecimiento de agua para la región. y busca aprovechar la mayor cantidad de estructuras existentes para el abastecimiento.

Parámetros de Calidad del Agua Alternativa 1

El agua del río Sinú ya se encuentra cumpliendo los parámetros a un riguroso proceso de tratamiento para garantizar que cumpla con los parámetros mínimos de calidad establecidos por el Instituto de Recursos Hidráulicos y de Control de Calidad del Agua (IRCA) para ello se revisó el informe mensual del Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano-SIVICAP", que permite a todas las

Autoridades Sanitarias departamentales, reportar los datos de la vigilancia de la calidad del agua, en función de sus actividades de Inspección, Vigilancia y Control en el país. Identificando que para el mes de diciembre del 2023, último las aguas del río Sinú continúan con una clasificación de 0 a 6 % Por lo tanto son aguas sin, o bajo riesgo

Parámetros resolución 2115 de 2007 de calidad del agua potable

ELEMENTO	**EXPRESADO COMO**	**VALOR MÁXIMO ACEPTABLE**
Temperatura	°C	
Color aparente	UPC	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	UNT	2
Conductividad	µS/cm	1000
PH	Unidades de pH	6.5 a 9.0
Carbono Orgánico Total COT	mg/l	5.0
Nitritos NO2-	mg/l	0.1
Nitratos NO3-	mg/l	10
Fluoruros F-	mg/l	1.0
Calcio Ca	mg/l	60
Alcalinidad Total CaCO3	mg/l	200
Cloruros Cl-	mg/l	250
Aluminio Al3+	mg/l	0.2
Dureza Total CaCO3	mg/l	300
Hierro Total Fe	mg/l	0.3
Magnesio Mg	mg/l	36
Manganeso Mn	mg/l	0.1
Molibdeno	mg/l	0.07
Sulfatos SO4 2-	mg/l	250
Zinc	mg/l	3
Fosfatos PO4 3-	mg/l	0.5
Coliformes Totales	UFC/100 cm 3	0
Escherichia coli	UFC/100 cm 3	0

Fuente **Resolución 2115 de 2007**

Infraestructura Necesaria Alternativa 1

Se tendrá que estudiar en la siguiente fase del proyecto de ser aprobada esta factibilidad si se requerirá la construcción de una estación de bombeo en el río Sinú para la captación del agua, y se verificará si la capacidad de la PTAP de Cerete cuente con suficiente capacidad. Luego, se instalarán redes de distribución que llevarán el agua tratada hasta los puntos de consumo en la vereda Catalina.

Sistema de Tratamiento Alternativa 1

Esta alternativa contempla aprovechar la planta de tratamiento de agua potable ubicada en Cereté Córdoba. la cual tiene una capacidad de 750 litros sobre segundo.

Esta planta cuenta con los siguientes sistemas del diseño del sistema de tratamiento de la planta de agua potable del acueducto los cuales son

- ✓ Cámara de aquietamiento.
- ✓ Canal de entrada.
- ✓ Coagulación y mezcla rápida.
- ✓ Floculación hidráulica tipo Alabama (2 unidades).
- ✓ Sedimentación alta tasa (2 unidades).
- ✓ Filtros rápidos (4 unidades).
- ✓ Tanque de contacto (1 unidad).
- ✓ Tratamiento de lodos (Lechos de secado)

- A continuación, se explica el proceso de tratamiento:

El agua llega a una torre de aireación compuesta por bandejas que son utilizadas para la remoción de olores y gases disueltos, adición de oxígeno, eliminación de gases

objetables y para la oxidación de hierro y/o manganeso presente en el agua. Posteriormente pasa a una cámara de aquietamiento e ingresa a un canal de entrada, donde es aforado el caudal por medio de un vertedero triangular, punto en el cual es aplicado el coagulante. La adición de coagulantes se realiza por medio de una bomba dosificadora que impulsa el agua a través de una tubería ubicada sobre el inicio del resalto hidráulico generado por el vertedero triangular, el agua entra a una cámara la cual distribuye el agua e ingresa al floculador tipo Alabama donde se lleva a cabo el proceso de floculación o mezcla lenta, con sus respectivos pases de tamaño variable con tabiques o codos, que aseguran tres secciones con gradientes decrecientes, esto genera cambios de flujo y permite la conformación de un floc consistente para el siguiente proceso, el cual consta de unidades de sedimentación de alta tasa, con canaletas dentadas de recolección superior de agua, canal de ingreso de agua floculada, placas o módulos de sedimentación acelerada de 60° de inclinación, tubería de distribución de agua floculada mediante orificios, tolva de almacenamiento y sistema de extracción de lodos.

Posteriormente, el agua es tratada por cuatro filtros rápidos mixtos de arena y antracita, los cuales permitirán una remoción de sólidos o floc que no se removieron en las unidades anteriores.

Finalmente, se adiciona una solución de cloro al agua antes del ingreso del tanque de contacto para permitir su desinfección y mantener un remanente de cloro hasta el usuario final. La adición de cloro se realiza con una bomba dosificadora sobre el resalto generado por el vertedero ubicado en la entrada al tanque de contacto de cloro.

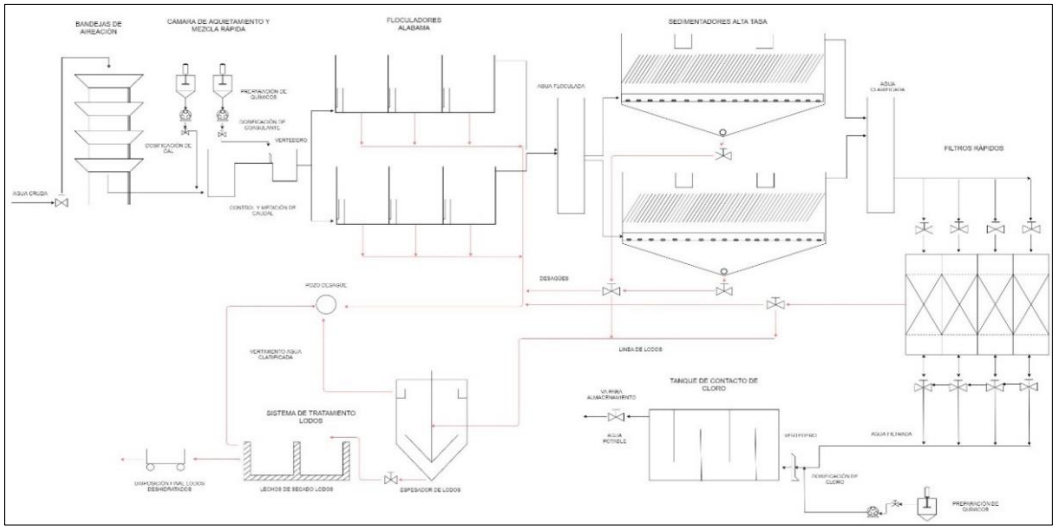
Las unidades previamente descritas (Sedimentador y filtros), se complementan con el manejo de lodos generados en el proceso de tratamiento. Esto consiste principalmente

en un espesador de lodos y unos lechos de secado. Los desagües de las unidades se conectarán a pozos que están interconectados entre sí, descargando directamente a una fuente superficial cercana.

Adicionalmente, la planta contará con la siguiente infraestructura para su adecuado funcionamiento:

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta la Ilustración 18.Esquema General proceso de la PTAP.en donde se pueden ver algunas vistas en corte y planta de los sistemas unitarios de la planta.

Ilustración 18.Esquema General proceso de la PTAP.



Fuente Privada-2.018

Es importante mencionar que los sistemas de preparación y dosificación de coagulante, así como el sistema de dosificación de cloro deben contener los elementos necesarios para la correcta operación de la planta y deben estar de acuerdo con el nivel de complejidad del sistema. El proceso de mezcla rápida se realizará con una serie de vertederos que generen un resalto hidráulico, con la capacidad de tratar el caudal

proyectado y garantizar los gradientes y tiempos de mezcla recomendados por el RAS 2017, lo cual asegura una mezcla óptima del coagulante y del cloro.

Abastecimiento a la Vereda Alternativa 1.

Esta alternativa implica la construcción de una conducción de agua de 14 kilómetros de longitud que conectará la fuente de abastecimiento desde el Casco Urbano del Municipio de Sahagún hasta la vereda Catalina.

Se emplearán tuberías de PEAD, que ofrecen una excelente resistencia a la corrosión y a la abrasión, además de ser flexibles y de fácil instalación en terrenos variados.

- ✓ **Topografía:** Para la ejecución del diseño de la red de suministro de agua potable será necesario el desarrollo de un Modelo Digital de terreno (MDT) junto con un catastro de redes, con el fin de identificar, puntos de amarre, cotas , niveles , y posibles interferencias en el estado para ello deberá realizarse una topografía convencional a detalle.

  Sin embargo de la información preliminar y del perfil generado en Google Earth Ilustración 6. Topografía de la zona se pudo evidenciar que el trazado tiene una pendiente que no supera el 2.1 % por ende es plano y facilitaría el trazado, además de no necesitar bombeos adicionales a los existentes o tanques elevados.

- ✓ **Hidráulica** Para la modelación hidráulica y la optimización del diseño de esta conducción, se utilizarán programas de simulación como EPANET sin embargo Es importante calcular las presiones y velocidades del agua dentro de la red de distribución para garantizar un flujo adecuado y evitar problemas como la pérdida de presión o la formación de depósitos

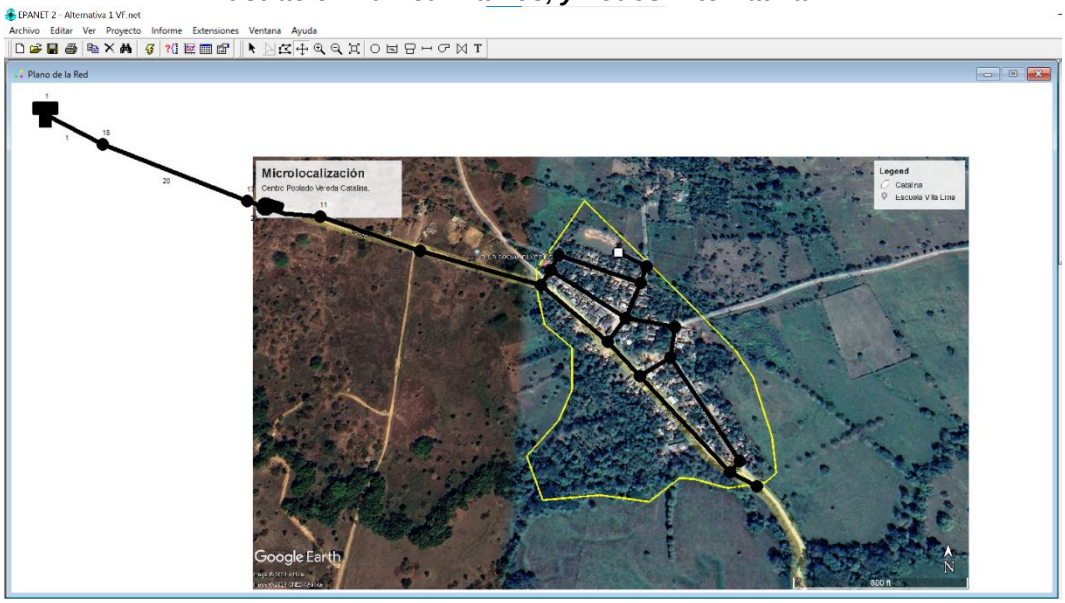
- ✓ Teniendo en cuenta lo anterior se realizó un análisis de ingeniería básica el cual tuvo en cuenta los aspectos mencionados obteniendo los siguientes resultados, es importante mencionar que el modelo construido busca acercarse a la realidad del comportamiento hidráulico de la red de la vereda Catalina; sin embargo es importante mencionar que dado el alcance de prefactibilidad del proyecto los datos necesarios para la realización del modelo fueron en su gran mayoría secundarios, y por ende de requerirse una mayor exactitud en el modelo esto deberá realizarse en una consultoría de diseño detallado

Análisis Hidráulico Alternativa 1

Para la realización de este modelo en el software EPANET, en primero lugar se realizó un trazado haciendo uso de la herramienta Google Earth apoyado también de la herramienta Civil Cad. Este trazado cuenta con 22 tramos de tubería que conforman los 14 kilómetros de la red. y 19 nodos de conexión los cuales se puede observar en la Ilustración 19.

Ilustración 19.Red Tramos, y nodos Alternativa 1

- ✓



Fuente Autor-2.024

Con el fin de identificar las cotas de cada uno de los nodos generados para la red, se utilizó la información existente de perfil de terreno de Google Earth, si bien no es una herramienta que permita tener un nivel de precisión; si permite un acercamiento a la realizad en el terreno, adicionalmente se seleccionó un caudal de 0.02 litros por segundo como demanda base de la red en la Ilustración 20.Cotas y demandas Nodos Alternativa 1 se puede evidenciar los valores de cada uno de las cotas de los nodos, de igual manera la demanda base generada para el ejercicio, de modelación.

Ilustración 20.Cotas y demandas Nodos Alternativa 1

EPANET 2 - Alternativa 1 VF.net - [Tabla de Red - Nudos]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones V

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS
Conexión 3	81	0.02
Conexión 4	82	0.02
Conexión 5	78	0.02
Conexión 6	78	0.02
Conexión 7	80	0.02
Conexión 8	80	0.02
Conexión 9	78	0.02
Conexión 10	79	0.02
Conexión 40	81	0.02
Conexión 12	80	0.02
Conexión 13	78	0.02
Conexión 14	73	0.02
Conexión 15	76	0.02
Conexión 16	75	0.02
Conexión 2	84	0.02
Conexión 11	102	0.02
Conexión 17	86	0.02
Conexión 18	84	0.02
Depósito 1	92	No Disponible

Fuente Autor-2.024

- ✓ **Diámetro y Material de las Tuberías**: La selección del diámetro y el material de las tuberías tuvo en cuenta la topografía del terreno y las características del agua suministrada.

  El material seleccionado fue PEAD (polietileno de alta densidad) es comúnmente utilizado en zonas rurales debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión. Teniendo en cuenta este material seleccionado para la tubería proyectada se procedió a la selección del coeficiente de rugosidad de Hazen Willians para diferentes materiales los cuales se encuentran en la Ilustración 21. Para este caso el valor seleccionado fue de 140. (Valdés, 2019)

Ilustración 21.Coeficientes de Hazen William

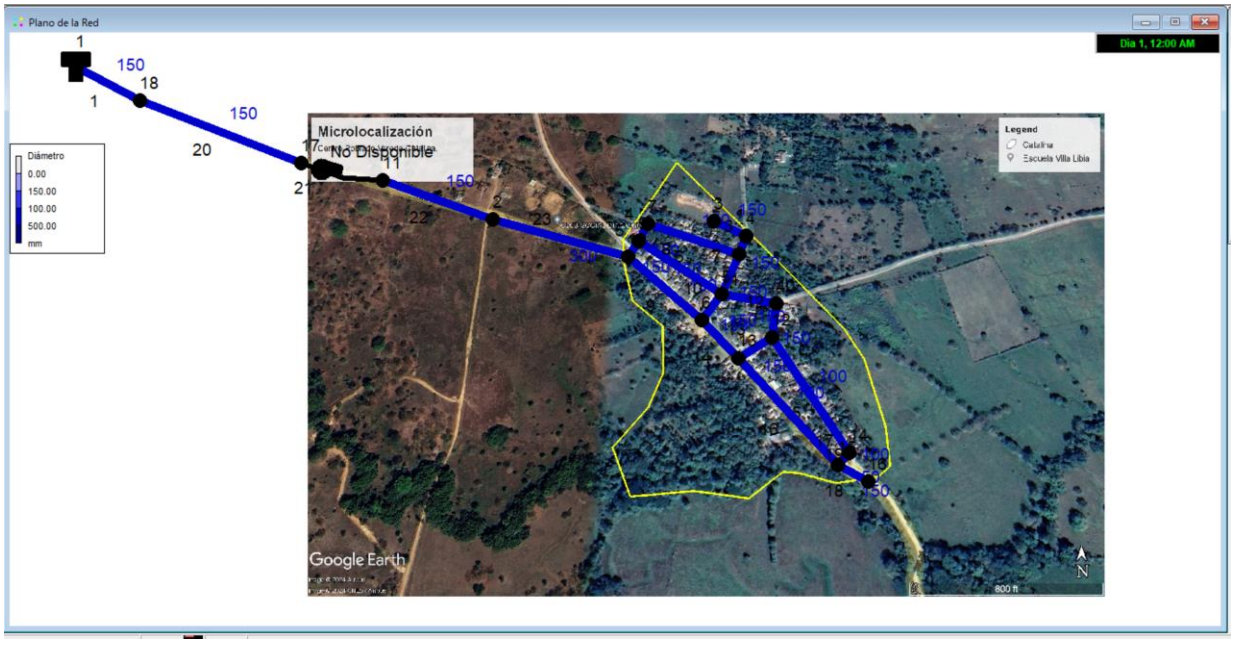
Tabla 1. Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales
(elaborado por los autores según valores estándares de la literatura)

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Fuente Valdés 2019

Por otra parte los diámetros utilizados fueron proyectados según el caudal de diseño estos oscilan entre los 150 mm o 6 ” Pulgadas, y 100 mm o 4” Pulgadas, las acometidas de las viviendas, conocidas también como manijas de derivación no fueron contempladas en el modelo. Teniendo en cuenta lo anterior en la Ilustración 22.Diametros y rugosidades Alternativa 1 se presenta las rugosidades, y diámetros aplicados en el modelo.

Ilustración 22.Diametros y rugosidades Alternativa 1



Fuente Autor-2.024

- ✓ **Ubicación de Válvulas y Dispositivos de Control**: Se deben colocar válvulas de cierre y dispositivos de control en puntos estratégicos de la red para facilitar el mantenimiento, la reparación y la regulación del flujo de agua.

  Teniendo en cuenta lo anterior para este proyecto se recomienda instalar válvulas

  - Puntos altos de las tuberías principales (ejemplo: sifones, etc.),
  - Puntos de quiebre o cambios bruscos de pendiente o picos.
  - Tramos horizontales sobre tuberías principales cada 1000 metros.
  - Tramos largos de tuberías principales con incrementos de pendiente.
  - Tramos largos de tuberías principales con disminución de pendiente.

Se realizó la ubicación de los nodos los cuales de desarrollarse una fase posterior, deberá detallarse en el modelo las válvulas o dispositivos de control para el óptimo funcionamiento de la red.

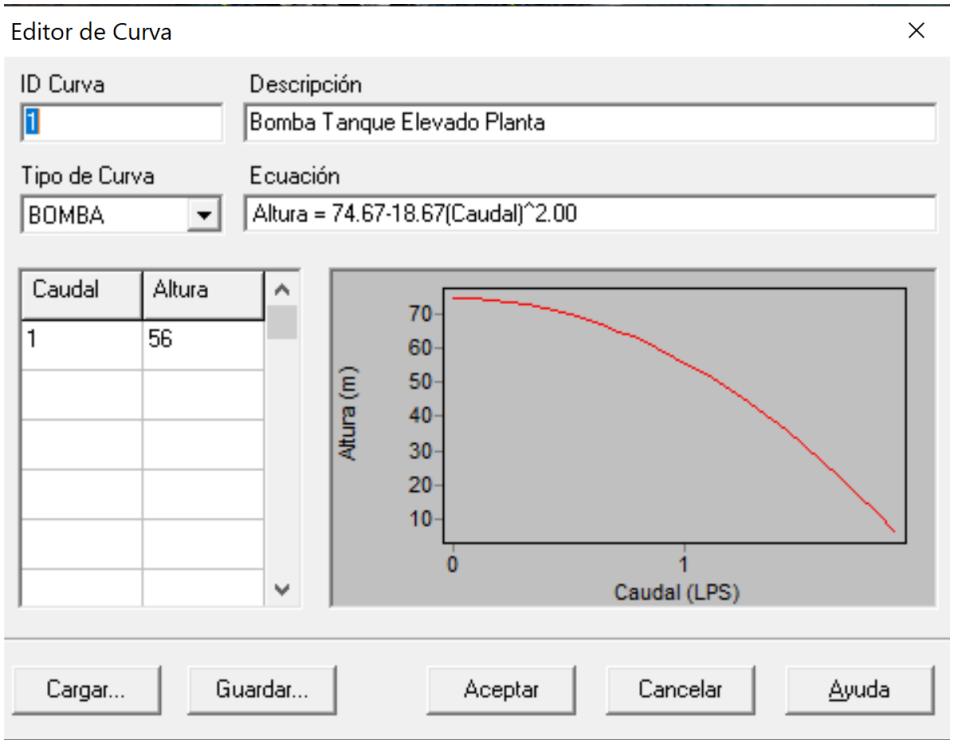
- ✓ **Tanques**

Para la alternativa 1 se recomienda la construcción de un tanque elevado con una capacidad de 10.000 litros con el fin de tener suministro para mínimo 24 horas según lo estipulado por la norma, adicionalmente se estabilizará las aguas, y se podrá tomar e de este punto muestras mensuales para verificar la calidad del agua suministrada de igual manera este tanque fue el inicio del modelo en donde se contempló un tanque como el mencionado anteriormente.

De igual manera se evidencio la necesidad de un bombeo el cual cumple las siguientes características

Bomba de Alta presión sumergible de mínimo 1 litro por segundo con una altura mca (Metro columna de agua de 56) en la Ilustración 23.Curva de Bomba Generada para Alternativa 1 se evidencia la curva de rendimiento necesaria.

Ilustración 23.Curva de Bomba Generada para Alternativa 1

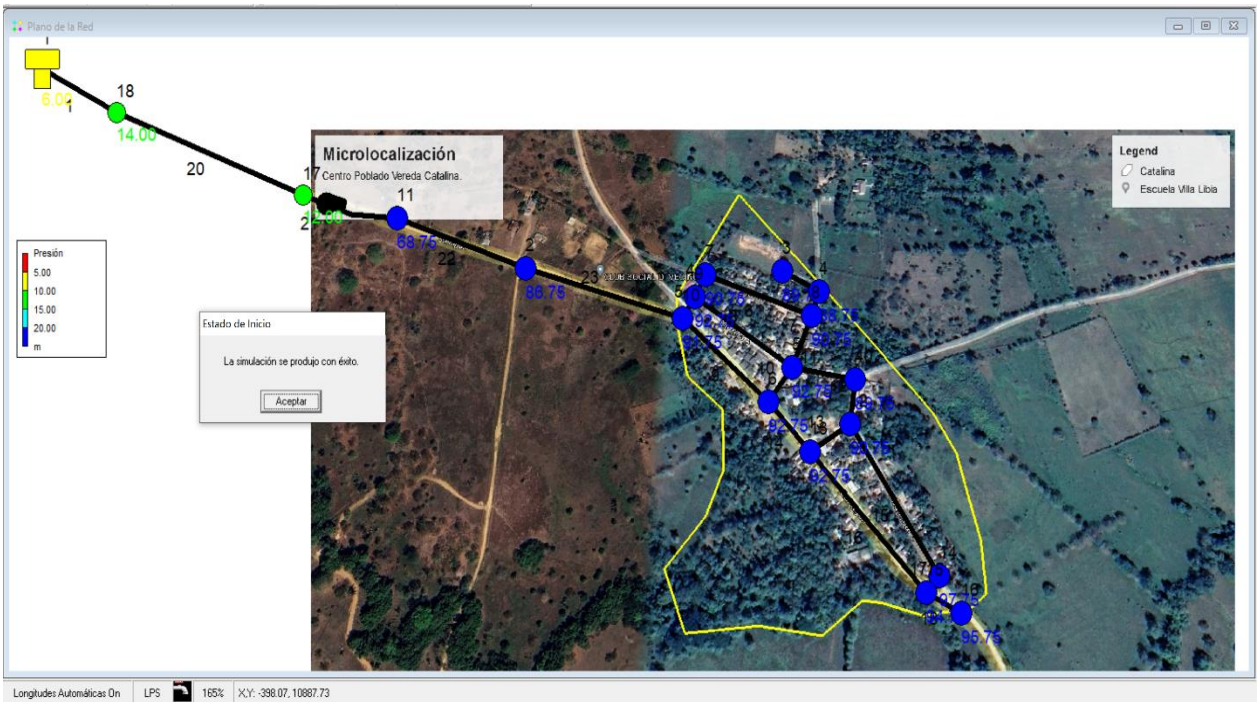


Una vez obtenidos todos los datos de las variables fue posible realizar la modelación de la red de acueducto veredal, el cual como se menciona con detalle en la alternativa 1 toma las aguas tratadas de Sahagún para luego mediante un tanque se bombeé hasta el área de la cabecera rural de Catalina.

La modelación como se puede observar en la Ilustración 24.Resultado Modelación Alternativa 1 Prefactibilidad fue exitoso. Como parámetro principal se cumple con las presiones las cuales según lo definido por el RAS título B deben ser de mínimo 5 mca. Teniendo en cuenta lo anterior desde un punto de vista de ingeniería básica, es posible realizar la red y que esta pueda dotar de agua potable a la comunidad Veredal.

Se recomienda de realizar una siguiente fase de este proyecto que permita un desarrollo a nivel de diseño de detalle, y de esta forma identificar los caudales necesario para cada nodo, de igual manera confirmar las cotas de cada uno de los nodos, para corroborar las necesidades de bombeo requerido para que las presiones sean optimas.

Ilustración 24.Resultado Modelación Alternativa 1 Prefactibilidad



De requerir más detalle de la información de la modelación se puede remitir al anexo 2 Modelos Hidráulicos, en donde se podrá evidenciar mediante el archivo del software con extensión .net los procesos realizados para el desarrollo de la prefactibilidad.

6.4.9. Alternativa 2 Prefactibilidad Abastecimiento Vereda Catalina

La alternativa consiste en el suministro de agua potable para 4.848 habitantes de toda la vereda Catalina es decir el área a intervenir contempla 3,226 ha para esto se requiere un sistema de abastecimiento con un caudal de diseño mínimo de 3. litros por segundo, el cual será abastecido por un Sistema Compacto de Tratamiento de agua Potable de igual manera seria conducida por una red en Polietileno de alta densidad (PEAD) de 12 kilómetros combinado en diámetros de 2 a 8 pulgadas aproximadamente.

Ilustración 25.Alternativa 2 Ubicación PTAP compacta



Fuente Autor-2.0242.024

Ilustración 26.Alternativa 2 Trazado Red Vereda Catalina



Fuente Autor-2.0242.024

Población y Caudal de diseño Vereda Alternativa 2

La alternativa 2 pretende abastecer una comunidad de 4.886 habitantes proyectados para 25 años, para calcular esta dato fue necesario realizar una proyección de población mediante método geométrico con el fin de identificar cual debería ser el porcentaje óptimo de crecimiento, sin embargo los valores de crecimiento en comparación de los pobladores para el año 2.005 , 2.014, y 2.018 como se pude ver en él anexo 1 Población y demanda fueron muy altos se dio un porcentaje de crecimiento de más del 23%, teniendo en cuenta lo anterior se adoptó el porcentaje de crecimiento indicado por la resolución 844 del 2.018 el cual para zonas rurales es del 0,5 % anual el resultado obteniendo así la población horizonte para el año 2051

Por otra parte una vez identificada la población se realizó un análisis y matemático el cual se desglosa de manera detallada en los anteriores capítulos bajo los cálculos

solicitados por la resolución 844 de 2.018 luego de realizarlos se identificó que se requiere para el cumplimiento de esta alternativa cerca de 3,0 lps, los anteriores cálculos pueden ser verificados en el anexo 1 Población y demanda.

Tabla 14. Resumen de costosAnálisis de Caudales de diseño alternativa 2

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Observaciones
Estrato	E	1	---	DANE
Dotación neta	Dr	140	l/hab-día	RAS
Dotación neta Vereda	DT	678.720	l/día	
Dotación Bruta	DB	187	l/hab-día	
Dotación Bruta Vereda	DB	904.960	l/día	
Perdidas sistema	C	25%	---	RAS Titulo J
Población de diseño	Pdis	4.848	habitantes	Calculada
Caudal medio	Qdis	1,96	l/s	RAS
Caudal máximo horario	QMHsat	2,55	l/s	Se toma K1 1.3 'RAS
Margen Seguridad	Ainf	10%	l/s-ha	RAS
Caudal de seguridad	Qinf	0,26	l/s	---
Caudal de diseño	Qdis	**2,81**	l/s	Se requeriría captar esta cantidad
Caudal de diseño + Población Critico	Qdis	**13614,93**	l/s	Se requeriría captar esta cantidad

Fuente: Autor – 2.024

Alternativa 2: Aprovechamiento de Fuentes Subterráneas en Sahagún

Esta alternativa se enfoca en aprovechar las fuentes subterráneas de agua en Sahagún para el suministro a la vereda Catalina. Se realizaría el aprovechamiento de los pozos ya puestos en servicio 2 sistemas de acuíferos uno denominado Acuífero, Sincelejo y el otro denominado el cerrito ambos acuíferos constituyen zonas de recarga, en condiciones no confinadas, y una moderada susceptibilidad a la contaminación teniendo en cuenta lo anterior (colombiano, 2.004) las reservas para cada acuífero se

encuentran entre os 23.507 y 26.504 Millones de metros cúbicos cono se puede evidenciar en la Ilustración 8. Reservas Hídricas Acuíferos Córdoba.

Parámetros de Calidad del Agua

El agua extraída de las fuentes subterráneas debe ser sometida a un análisis detallado para asegurar su calidad. Se garantizará que cumpla con los parámetros mínimos de calidad establecidos por el IRCA y las normativas nacionales e internacionales, incluyendo los mismos criterios de calidad mencionados anteriormente.

Infraestructura Necesaria

Será necesario perforar pozos de extracción en las zonas identificadas como más propicias para la captación de agua subterránea. Posteriormente, se instalarán sistemas de bombeo para llevar el agua hasta la superficie, donde se hará el tratamiento y posterior distribución hacia la vereda Catalina.

- ✓ **Pre-Tratamiento**

Teniendo en cuenta que el agua cruda a tratar procede de acuíferos se recomienda en el desarrollo de ingeniería de detalle el diseño de un desarenador con el fin eliminar del agua agentes contaminantes como son la arena, escombros, arcilla, barro, entre otros desechos los cuales son muy comunes en aguas crudas de acuíferos

Este pretratamiento no solo influye en el proceso de limpieza del agua, sino en la protección de todo el sistema y equipo por el que pasa el agua durante su tratamiento. Esto quiere decir que al filtrar dichos contaminantes se evita el desgaste de la infraestructura instalada.

- Alarga la vida útil de las membranas de ósmosis inversa (RO)
- Contribuye a la producción de un suministro de agua continuo y fiable
- Maximiza el ciclo de vida de la planta de tratamiento de agua, reduciendo así los costes

Sistema de Tratamiento Compacto

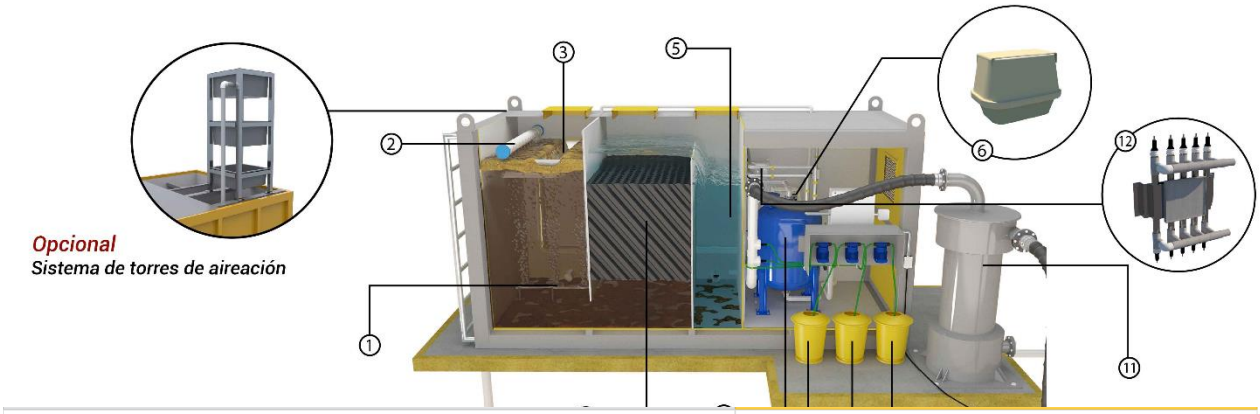
- ✓ **Planta de tratamiento Compacta Prefabricada.**

En el mercado existen varias empresas que se enfocan en el suministro de plantas de tratamiento de agua potable compactas y/o portátiles, son un sistema de alto rendimiento para tratamiento de agua potable. Están diseñadas en (Al carbón e Inoxidable) con mezclas compuestas de fibras y resinas poliméricas de primera calidad, establecidos en la normatividad RAS2000 (Titulo B). Pueden producir pequeños y medianos volúmenes de agua potable abasteciéndose de aguas crudas superficiales, aguas subterráneas,

. Están diseñadas para Poblaciones desde 2.000 mil hasta 9.000 mil habitantes. Garantizan un proceso para tratamiento de agua potable de alta calidad. Como se puede evidenciar en la Ilustración 27. PTAP Compacta.

Estas plantas, cuentan con sistemas de floculación clarificación, decantación, desinfección uv, filtración, microfiltración

Ilustración 27. PTAP Compacta.



1. Sistema de Aireación (Microburbujas)	6. Blower de Aireación
2. Eliminador de Grasas	7. Filtro Multimedia de Agua
3. Canaleta Colectora de Grasas	8. Dosificador de Cloro
4. Soporte Biologico de Panel Lamelar	9. Dosificadores de Ph
5. Camara de Clarificación	10. Floculante Coagulante
	11. Desarenador Ciclónico
	12. Lámparas Ultravioleta

Fuente Synertech -2.024

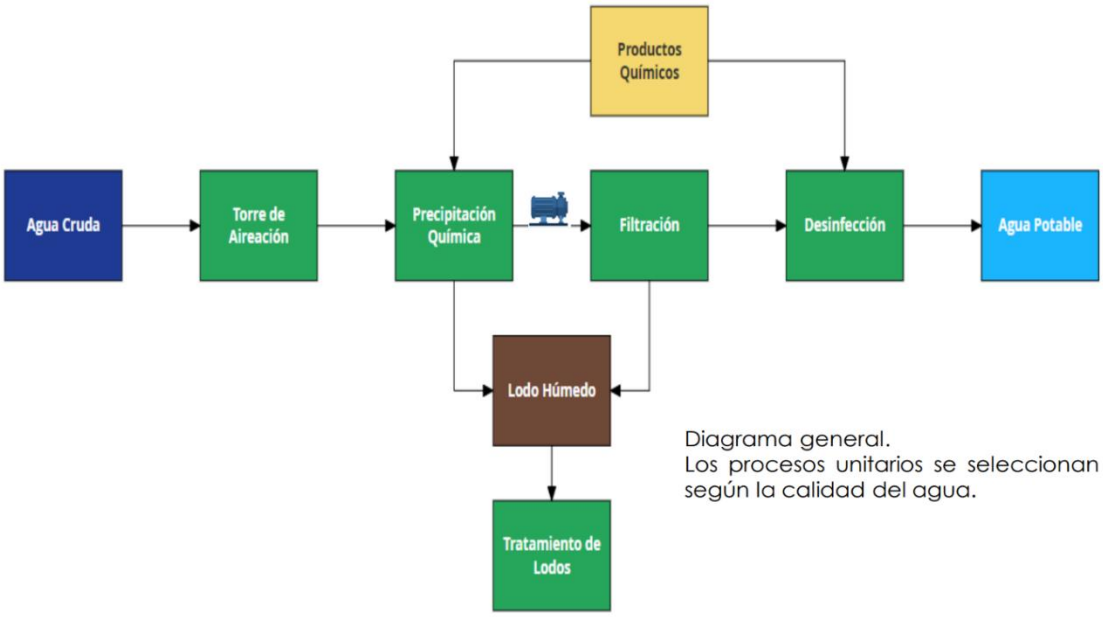
Las demás especificaciones se encuentran en las fichas técnicas de los servicios anexas.

- ✓ PTAP precipitación química con filtros externos.

El agua es conducida a gravedad o por bombeo a la unidad de precipitación química en donde se efectúa la etapa de coagulación, en la cual se realiza la aplicación de coagulantes y floculantes mediante un sistema hidráulico formado por un cono de mezcla rápida. En la misma unidad se cuenta con un compartimiento con sedimentadores de alta tasa en ABS tipo colmena a 60°. Posteriormente hay un tanque de clarificación que permite mantener un volumen determinado para la posterior fase de filtración compuesta por filtros a presión la cantidad de filtros y materiales de contacto varía según la calidad del agua. Finalmente el agua ingresa a desinfección con la aplicación de cloro o sistemas ultravioleta.

El agua está lista para su almacenamiento y posterior distribución.

Ilustración 28. PTAP Compacta



Fuente Ambiente y Soluciones Integrales ASI -2.024

Abastecimiento Alternativa 2

La segunda alternativa implica la construcción de una conducción cuya ubicación deberá será determinada en la siguiente fase del proyecto. Esta alternativa explorar rutas alternativas o ajustes en la infraestructura existente para optimizar el suministro de agua a la vereda Catalina. Al igual que en la primera alternativa, se propone el uso de tuberías PEAD para garantizar la durabilidad y eficiencia del sistema.

La modelación hidráulica de esta opción se llevó a cabo utilizando programas especializados como EPANET para garantizar un diseño óptimo que cumpla con los criterios de calidad y eficiencia requeridos.

Se emplearán tuberías de PEAD, que ofrecen una excelente resistencia a la corrosión y a la abrasión, además de ser flexibles y de fácil instalación en terrenos variados.

- ✓ **Topografía:** Para la ejecución del diseño de la red de suministro de agua potable será necesario el desarrollo de un Modelo Digital de terreno (MDT) junto con un catastro de redes, con el fin de identificar, puntos de amarre, cotas , niveles , y posibles interferencias en el estado para ello deberá realizarse una topografía convencional a detalle.

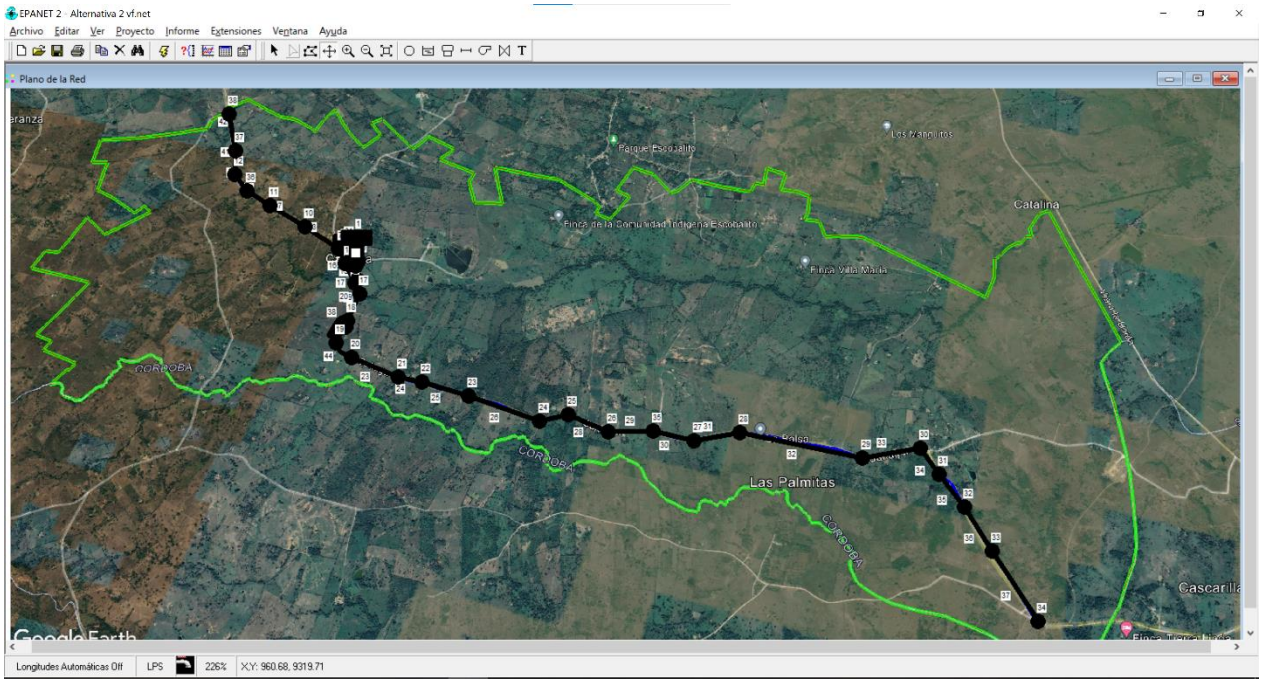
  Sin embargo de la información preliminar y del perfil generado en Google Earth Ilustración 6. Topografía de la zona se pudo evidenciar que el trazado tiene una pendiente que no supera el 2.1 % por ende es plano y facilitaría el trazado, además de no necesitar bombeos adicionales a los existentes o tanques elevados.

- ✓ **Hidráulica** Para la modelación hidráulica y la optimización del diseño de esta conducción, se utilizarán programas de simulación como EPANET sin embargo Es importante calcular las presiones y velocidades del agua dentro de la red de distribución para garantizar un flujo adecuado y evitar problemas como la pérdida de presión o la formación de depósitos. Teniendo en cuenta lo anterior este proyecto contempla utilizar

Análisis Hidráulico Alternativa 1

Para la realización de este modelo en el software EPANET, en primero lugar se realizó un trazado haciendo uso de la herramienta Google Earth apoyado también de la herramienta Civil Cad. Esta red cuenta con 37 tramos de tubería que conforman los 12 kilómetros del diseño. y 36 nodos de conexión los cuales se puede observar en la Ilustración 29.Red Tramos, y nodos Alternativa 2

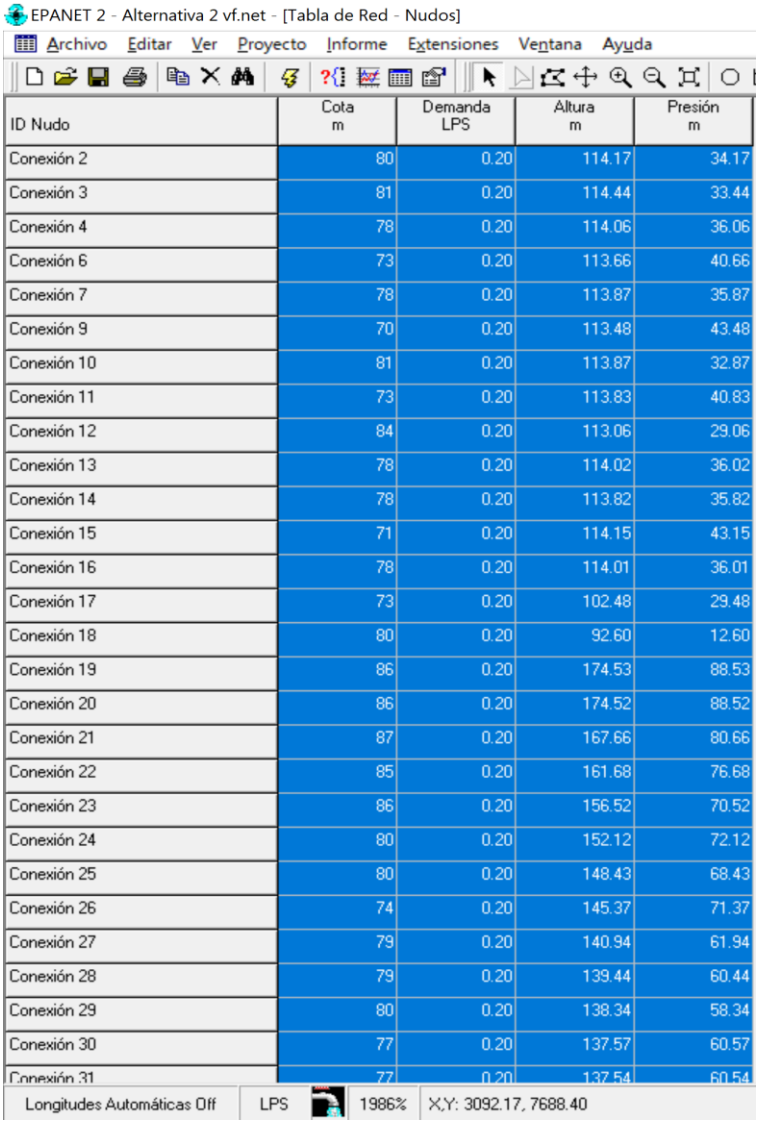
Ilustración 29.Red Tramos, y nodos Alternativa 2



Fuente Autor-2.024

Con el fin de identificar las cotas de cada uno de los nodos generados para la red se utilizó la información existente de perfil de terreno de Google Earth, si bien no es una herramienta que permita tener un nivel de precisión; si logra un acercamiento a la realizad en el terreno, adicionalmente se seleccionó un caudal de 0.20 litros por segundo como demanda base de la red en la Ilustración 30.Cotas y demandas Nodos Alternativa 2 se puede evidenciar los valores de cada uno de las cotas de los nodos, de igual manera la demanda base generada para el ejercicio, de modelación.

Ilustración 30.Cotas y demandas Nodos Alternativa 2



ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 2	80	0.20	114.17	34.17
Conexión 3	81	0.20	114.44	33.44
Conexión 4	78	0.20	114.06	36.06
Conexión 6	73	0.20	113.66	40.66
Conexión 7	78	0.20	113.87	35.87
Conexión 9	70	0.20	113.48	43.48
Conexión 10	81	0.20	113.87	32.87
Conexión 11	73	0.20	113.83	40.83
Conexión 12	84	0.20	113.06	29.06
Conexión 13	78	0.20	114.02	36.02
Conexión 14	78	0.20	113.82	35.82
Conexión 15	71	0.20	114.15	43.15
Conexión 16	78	0.20	114.01	36.01
Conexión 17	73	0.20	102.48	29.48
Conexión 18	80	0.20	92.60	12.60
Conexión 19	86	0.20	174.53	88.53
Conexión 20	86	0.20	174.52	88.52
Conexión 21	87	0.20	167.66	80.66
Conexión 22	85	0.20	161.68	76.68
Conexión 23	86	0.20	156.52	70.52
Conexión 24	80	0.20	152.12	72.12
Conexión 25	80	0.20	148.43	68.43
Conexión 26	74	0.20	145.37	71.37
Conexión 27	79	0.20	140.94	61.94
Conexión 28	79	0.20	139.44	60.44
Conexión 29	80	0.20	138.34	58.34
Conexión 30	77	0.20	137.57	60.57
Conexión 31	77	0.20	137.54	60.54

Fuente Autor-2.024

- ✓ **Diámetro y Material de las Tuberías**: La selección del diámetro y el material de las tuberías fue seleccionado teniendo en cuéntala topografía del terreno y las características del agua suministrada.
- ✓ El material seleccionado fue PEAD (polietileno de alta densidad) es comúnmente utilizado en zonas rurales debido a su durabilidad y resistencia a la corrosión. Teniendo en cuenta este material seleccionado para la tubería proyectada se

procedió a la selección del coeficiente de rugosidad de Hazen Willians para diferentes materiales los cuales se encuentran en la Ilustración 31.Coeficientes de Hazen William Para este caso el valor seleccionado fue de 140. (Valdés, 2019)

Ilustración 31.Coeficientes de Hazen William

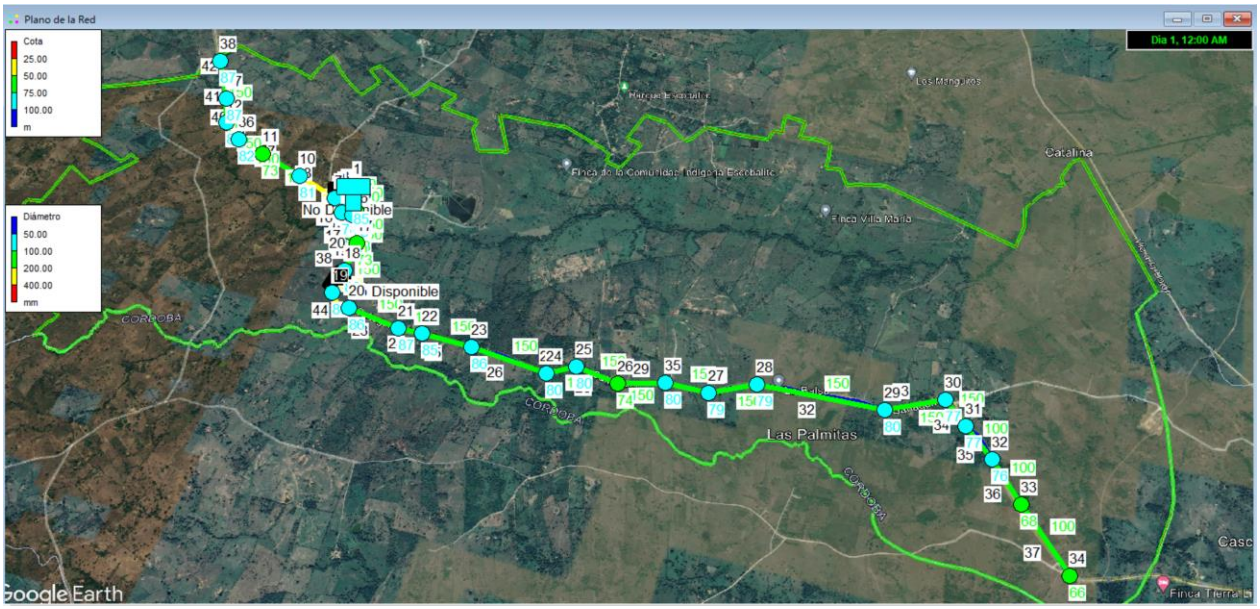
Tabla 1. Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales
(elaborado por los autores según valores estándares de la literatura)

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Fuente Valdés 2019

Por otra parte los diámetros fueron proyectados según el caudal de diseño estos oscilan entre los 150 mm o 6 ” Pulgadas, y 100 mm o 4” Pulgadas, las acometidas de las viviendas o también llamadas manijas de derivación, no fueron contempladas en el modelo. Teniendo en cuenta lo anterior en la Ilustración 32.Diametros y rugosidades Alternativa 2 se presenta las rugosidades, y diámetros aplicados en el modelo.

Ilustración 32.Diametros y rugosidades Alternativa 2



Fuente Autor-2.024

- ✓ **Ubicación de Válvulas y Dispositivos de Control**: Se deben colocar válvulas de cierre y dispositivos de control en puntos estratégicos de la red para facilitar el mantenimiento, la reparación y la regulación del flujo de agua.

  Teniendo en cuenta lo anterior para este proyecto se recomienda instalar válvulas

  - Puntos altos de las tuberías principales (ejemplo: sifones, etc.),
  - Puntos de quiebre o cambios bruscos de pendiente o picos.
  - Tramos horizontales sobre tuberías principales cada 1000 metros.
  - Tramos largos de tuberías principales con incrementos de pendiente.
  - Tramos largos de tuberías principales con disminución de pendiente.

Se realizó la ubicación de los nodos los cuales de desarrollarse una fase posterior deberá detallarse en el modelo las válvulas o dispositivos de control para el óptimo funcionamiento de la red.

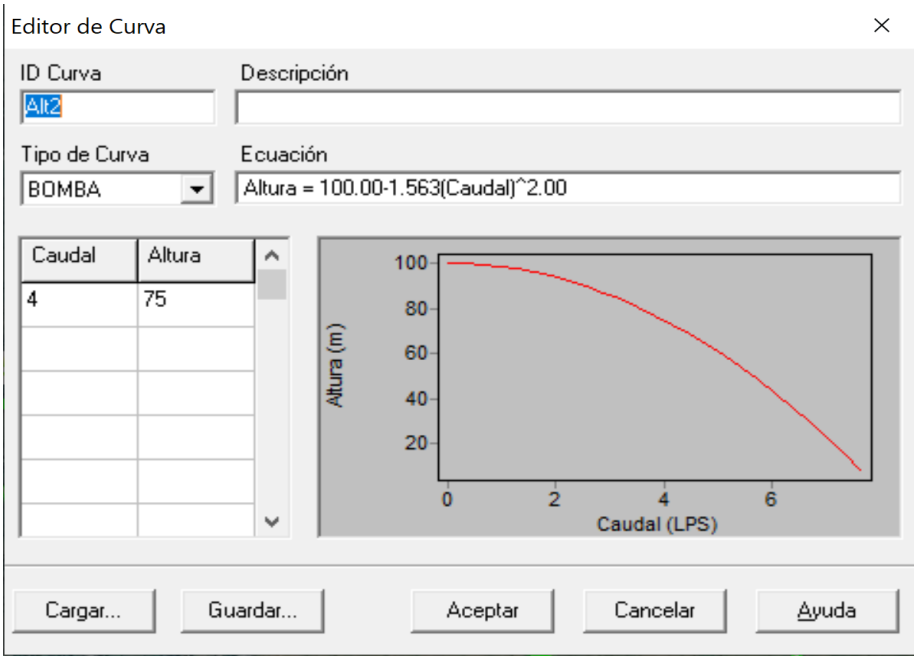
✓ **Tanques**

Para la alternativa 2 se recomienda la construcción de un tanque elevado con una capacidad de 10.000 litros con el fin de tener suministro para mínimo 24 horas según lo estipulado por la norma, adicionalmente se estabilizará las aguas, y se podrá tomar e de este punto muestras mensuales para verificar la calidad del agua suministrada de igual manera este tanque fue el inicio del modelo en donde se contempló un tanque como el mencionado anteriormente.

De igual manera se evidencio la necesidad de dos (2) bombeo el cual cumple las siguientes características

Bomba de Alta presión sumergible de mínimo 4 litro por segundo con una altura mca (Metro columna de agua de 75) en la Ilustración 33.Curva de Bomba Generada para Alternativa 2 se evidencia la curva de rendimiento necesaria.

Ilustración 33.Curva de Bomba Generada para Alternativa 2



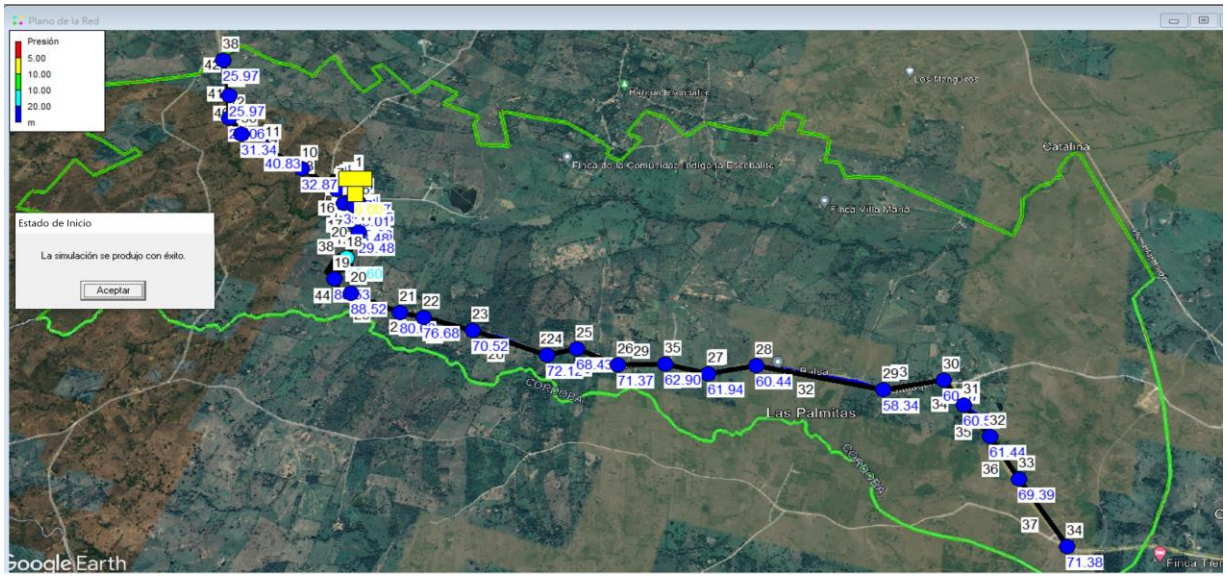
Teniendo en cuenta todos los parámetros anteriores fue posible realizar la modelación de la red de acueducto veredal el cual como se menciona con detalle en la alternativa 2 toma las aguas crudas de pozo subterráneo para luego ser tratadas en la planta de tratamiento compacta.

La modelación como se puede observar en la Prefactibilidad según el modelo fue exitosa

Se cumple con las presiones las cuales según lo definido por el RAS título B deben ser de mínimo 5 mca. Teniendo en cuenta lo anterior desde un punto de vista de ingeniería básica, es posible realizar la red y que esta pueda dotar de agua potable a la comunidad Veredal.

Se recomienda de realizarse una siguiente fase de este proyecto un desarrollo a nivel de diseño de detalle, con el fin identificar los caudales necesario para cada nodo, de igual manera confirmar las cotas de cada uno de los nodos, para de esta forma verificar el bombeo, requerido para que las presiones sean optimas.

Ilustración 34.Resultado Modelación Alternativa 2 Prefactibilidad



De requerir más detalle de la información de la modelación se puede remitir al anexo 2 Modelos Hidráulicos, en donde se podrá evidenciar mediante el archivo del software con extensión .net los procesos realizados para el desarrollo de la prefactibilidad.

6.4.1. Selección de alternativa

La evaluación de las dos alternativas planteadas se realizó por medio de una matriz multicriterio, en la que se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos generales, desarrollados por los diferentes profesionales especializados de la Consultoría, a los cuales se les da un peso porcentual igual del .20 %, tal como se presenta en la Tabla 15.se dio como porcentaje para cada uno de los ítems el mencionado debido a que encontrarse en una fase de prefactibilidad aún no se identifican cuáles serán los ítems de mayor trascendencia para la ejecución del diseño detallado.

Tabla 15. Aspectos generales evaluados en matriz multicriterio

Aspectos generales	**Puntaje total (%)**
Aspectos técnicos	20%
Aspectos operativos	20%
Aspectos económicos	20%
Aspectos ambientales	20%
Aspectos sociales	20%
Total	100%

Fuente: Autor 2.024

En cada uno de los aspectos generales evaluados se tuvieron en cuenta diferentes criterios particulares, según lo establecido por varios componentes técnicos a los cuales se les asigna un puntaje parcial en porcentaje.

A cada criterio particular se le asigna una calificación que va del 0% al 100%, siendo la alternativa más favorable (AM) la que recibe el 100% y a la menos favorable (am) se le asigna un valor inferior, dependiendo del tipo de calificación realizado, de la siguiente manera:

- **Cuantitativo mayor:** Cuando es cuantificable la calificación, se asigna el 100% a la alternativa con un mayor valor (más favorable) y de manera proporcional se asigna el valor a la alternativa con menor valor, utilizando la siguiente fórmula:

- **Cuantitativo menor:** Cuando es cuantificable la calificación, se asigna el 100% a la alternativa con un menor valor (más favorable) y de manera proporcional se asigna el valor a la alternativa con mayor valor.
- **Cualitativo:** Cuando la calificación no es cuantificable, se entiende que es de tipo cualitativo, para lo cual se genera la calificación presentada en la Tabla 16, asignando a la alternativa más favorable el 100% y a la menos favorable el valor correspondiente, según el criterio del profesional.
-

Tabla 16. Calificación cualitativa en matriz multicriterio

Nivel de favorabilidad	Calificación
Muy favorable	100%
Medianamente favorable	75%
Poco favorable	50%

Fuente: Autor 2.024

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de la matriz.

Tabla 17. Matriz multicriterio Vereda Catalina

Aspectos Analizados	Puntaje Total	Criterios Particulares	Tipo de Calificación	Puntaje Parcial	Alternativa 1			Alternativa 2		
					Calificación (%)	Ponderado		Calificación (%)	Ponderado	
Técnicos	**20.00 %**	Longitud de intervención	Cuantitativo Menor	5.00 %	83.33%	4.17%	1400.00 m	100.00 %	5.00%	1200.00 m
		Requerimientos de tecnologías especiales	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Facilidad de construcción	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Tiempo de ejecución de las obras	Cuantitativo Menor	5.00 %	0.00%	0.00%	12 meses	100.00 %	5.00%	6 meses
		Cobertura Población	Cuantitativo Mayor	5.00 %	0.00%	0.00%	222	100.00 %	5.00%	4848
Operativos	**20.00 %**	Condiciones de operación	Cualitativo	5.00 %	100.00 %	5.00%	Muy favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Condiciones de mantenimiento	Cualitativo	5.00 %	100.00 %	5.00%	Muy favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
Económicos	**20.00 %**	Costos de inversión inicial	Cuantitativo Menor	5.00 %	100.00 %	5.00%	$ -	100.00 %	5.00%	$ -
		Costos de operación y mantenimiento	Cuantitativo Menor	5.00 %	97.17%	4.86%	3542.85 m	100.00 %	5.00%	3445.40 m

Aspectos Analizados	Puntaje Total	Criterios Particulares	Tipo de Calificación	Puntaje Parcial	Alternativa 1			Alternativa 2		
					Calificación (%)	Ponderado		Calificación (%)	Ponderado	
Ambientales	**20.00 %**	Atmosférico	Cuantitativo Menor	5.00 %	83.33%	4.17%	1400.00 m	100.00 %	5.00%	1200.00 m
		Suelo	Cuantitativo Menor	5.00 %	100.00 %	5.00%	2641.44 m	69.56%	3.48%	3445.40 m
		Agua IRCA	Cualitativo	5.00 %	100.00 %	5.00%	SI	0.00%	0.00%	NO
		Paisajístico	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Biótico	Cuantitativo Menor	5.00 %	100.00 %	5.00%	1 individuos	100.00 %	5.00%	1 individuos
Sociales	**20.00 %**	Movilidad de la comunidad	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	75.00%	3.75%	Medianamente favorable
		Trabajo Para La Comunidad	Cualitativo	5.00 %	50.00%	2.50%	Poco favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Impacto de las obras en la comunidad	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable

Aspectos Analizados	Puntaje Total	Criterios Particulares	Tipo de Calificación	Puntaje Parcial	Alternativa 1			Alternativa 2		
					Calificación (%)	Ponderado		Calificación (%)	Ponderado	
		Cobertura toda la población	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Afectación en los servicios públicos de la comunidad	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
		Afectación en la cotidianidad de la comunidad	Cualitativo	5.00 %	75.00%	3.75%	Medianamente favorable	100.00 %	5.00%	Muy favorable
Total	**100.00%**	**--**	**--**	**100.00%**	**--**	**75.69%**	**--**	**--**	**92.23%**	**--**

Fuente: Autor- 2.024

Teniendo en cuenta lo anterior y el desarrollo de los diferentes aspectos evaluados (técnicos, operativos, económicos, ambientales, sociales, y prediales), se concluye que se selecciona la Alternativa 2, por presentar un puntaje 16.84% mayor en la matriz multicriterio que la Alternativa 1.

7. ESTUDIO ADMINISTRATIVO DEL PROYECTO

El estudio administrativo del proyecto es una fase crucial que asegura una gestión eficiente y eficaz de los recursos humanos, financieros y materiales. Este apartado define la estructura organizativa, las responsabilidades de cada miembro del equipo y los procesos administrativos que se implementarán para llevar a cabo el proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba.

Para le caso de este proyecto se informa que la administración del proyecto está dirigida a que sea administrado por una empresa de servicio públicos de régimen privado como lo es Veolia o Aqualia. Sin embargo al ser la alternativa seleccionada el suministro de agua de la vereda se recomienda sea la Junta administradora Local quien administre las actividades de desarrollo y mantenimiento, lo anterior busca que sea la comunidad el responsable de mantener y mejorar el suministro de agua potable para la vereda Catalina.

Es importante mencionar que el alcance de este proyecto no es la creación de una empresa, sin embargo, en este capítulo se plasmó algunas características organizativas, de personal y administrativas que pueden ser usados para cualquier tipo de compañía que tenga como objeto ofrecer un servicio

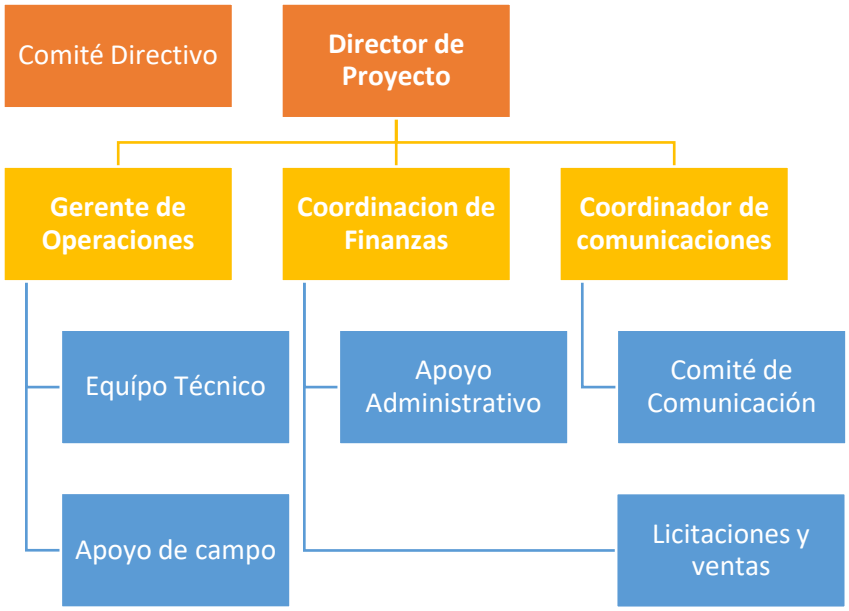
7.1.1. Planeación estratégica

La planeación estratégica es un componente esencial para garantizar el éxito del proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba. Este proceso involucra la definición de objetivos a largo plazo, la

identificación de recursos necesarios y la formulación de estrategias para alcanzar estos objetivos de manera efectiva y eficiente. La planeación estratégica proporciona una hoja de ruta clara y un marco de referencia para la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

7.1.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional del proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba, está diseñada para maximizar la eficiencia operativa y asegurar una clara asignación de responsabilidades. Esta estructura jerárquica garantiza que cada miembro del equipo sepa exactamente cuáles son sus funciones y a quién debe reportar, facilitando así la gestión y ejecución del proyecto.



Fuente: Autor – 2.024

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se lista un personal mínimo que sería el equipo técnico que debería tener la empresa prestadora de servicios públicos para la puesta en marcha de la PTAP compacta, es importante mencionar que el listado de precios presentado a continuación contempla valores de dedicación del 100 % sin embargo al ser una planta compacta y ubicada en zona rural los costos desarrollados deben ser bajos y en este caso auto gestionables.

Tabla 18. Estructura de Costos Personal E.S.P

Categoría – Personal	Unidad	Valor mensual COP
Especialista en Tratamiento de Aguas	Dedicación Mensual 100%	10.613.000,00
Profesional SST		4.998.000,00
Ingeniero Auxiliar Civil		4.998.000,00
Ingeniero Ambiental		4.267.000,00
Operador		2.212.000,00

Fuente: Precios SAI EAAB-ESP 2.022

- ✓ Ingeniero Auxiliar Civil: Deberá ser Ingeniero Civil, con mínimo cuatro (4) años de experiencia general y tener experiencia específica no menor a tres (3) años como ingeniero civil en proyectos de obras civiles.

- ✓ Ingeniero Ambiental: Ingeniero Civil, o Sanitario, o Ambiental o Biólogo, con experiencia profesional general igual o superior a cuatro (4) años y tres (3) años de experiencia específica en gestión y/o auditoría ambiental en obras civiles
- ✓ Operador PTAP : Título de técnico o tecnólogo en Saneamiento Ambiental , con mínimo seis (6) meses de experiencia relacionada en actividades de operación de Plantas compactas, preferiblemente habitante de la comunidad.

El anterior listado de personal pertenece a un anexo de términos específicos para un contrato de obra de una planta de tratamiento de agua potable.

7.1.3. Impacto social y laboral

El proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba, no solo busca proporcionar acceso a agua potable segura, sino también generar beneficios sociales y laborales significativos para la comunidad. A continuación, se detallan los impactos esperados en estas áreas.

- ✓ Impacto Social

Mejora en la Salud Pública

Reducción de Enfermedades Transmitidas por el Agua: El acceso a agua potable de calidad disminuirá la incidencia de enfermedades gastrointestinales y otras enfermedades transmitidas por el agua, mejorando la salud general de la comunidad (Instituto Nacional de Salud, 2022).

Mejora en la Higiene Personal y Doméstica: Con un suministro constante de agua potable, las prácticas de higiene personal y limpieza del hogar se verán mejoradas, reduciendo la propagación de enfermedades.

- ✓ Empoderamiento Comunitario

Participación Comunitaria: La involucración de la comunidad en todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la implementación y mantenimiento, fortalecerá el sentido de propiedad y responsabilidad comunitaria.

- ✓ Impacto Laboral

Empleos Directos: La construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de agua potable generarán empleos directos para la comunidad, incluyendo roles técnicos y de administración.

Empleos Indirectos: La demanda de suministros y servicios relacionados con la implementación del proyecto impulsará la creación de empleos indirectos en sectores como la construcción, transporte y comercio local.

8. ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

El estudio económico-financiero es una sección crítica del proyecto de mejora del suministro de agua potable en la vereda Catalina, municipio de Sahagún, Córdoba. Este análisis abarca la estimación de costos, la identificación de posibles fuentes de financiamiento.

COSTOS DE INVERSIÓN:

Los costos de inversión del Contrato de la alternativa seleccionada la cual contempla el suministro

2. Equipamiento y Maquinaria: Precios actuales del mercado para equipos y sistemas de tratamiento de agua.
3. Costos de Construcción: Presupuesto para la infraestructura requerida.
4. Costos Operativos:
5. Consumibles: Estimación de costos de productos químicos utilizados en el tratamiento.
6. Costos de Energía: Cálculo de la energía requerida para el funcionamiento de la planta.
7. Consideraciones Económicas:

8.1.1. Disponibilidad de Capital:

La disponibilidad de capital es un aspecto crucial para la implementación del proyecto de abastecimiento de agua potable para la Vereda Catalina. Este fue concebido como una inversión social, ya que busca mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes de la vereda al garantizar el acceso a agua potable de calidad. La inversión estimada a nivel de prefactibilidad del sistema de abastecimiento para llevar a cabo este proyecto es de aproximadamente 11 mil millones de pesos colombianos, para el cálculo de este valor fue necesario realizar los procesos descritos en los siguientes títulos, adicionalmente se puede ver el presupuesto de la alternativa seleccionada de manera completa en el anexo No 4 Presupuesto Alternativa.

8.1.2. Fuentes de Financiamiento

El financiamiento de este proyecto Para la implementación del proyecto de abastecimiento de agua potable en la vereda Catalina, es fundamental asegurar fuentes de financiamiento adecuadas. Las posibles fuentes de financiamiento pueden incluir:

- ✓ Gobierno Nacional:

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: Este ministerio, a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, puede asignar recursos específicos para proyectos de agua potable en zonas rurales. El programa rural del Ministerio se enfoca en reducir la brecha de pobreza y mejorar las condiciones de vida en comunidades con altos niveles de necesidades insatisfechas El Ministerio destinará más de $663 mil millones en 87 nuevos proyectos enfocados en agua y saneamiento básico (Ministerio de Vivienda, 2023)

Planes de Inversión Nacional: Existen fondos nacionales destinados a proyectos de infraestructura y saneamiento básico, que pueden ser solicitados mediante propuestas bien estructuradas.

- ✓ Gobierno Departamental:

Gobernación de Córdoba: La gobernación puede contribuir con recursos financieros y técnicos, apoyando la planificación y ejecución del proyecto. Además, pueden gestionar recursos adicionales a través de programas de desarrollo regional.

- ✓ Comunidad Local:

Aportes Comunitarios: Los habitantes de la vereda Catalina pueden contribuir con mano de obra, recursos locales y apoyo logístico. Las Juntas de Acción Comunal pueden organizar campañas para recaudar fondos y promover la participación de la comunidad en el proyecto.

Tarifas de Servicio: Una vez implementado el sistema de tratamiento de agua potable, se pueden establecer tarifas de servicio que permitan cubrir los costos operativos y de mantenimiento, asegurando la sostenibilidad financiera del sistema.

- ✓ Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y Cooperación Internacional:

ONGs y Agencias Internacionales: Existen numerosas ONGs y agencias de cooperación internacional que financian proyectos de agua y saneamiento en zonas rurales. Estas organizaciones pueden proporcionar fondos, asistencia técnica y apoyo en la gestión del proyecto.

- ✓ Sector Privado:

Empresas y Fundaciones: Las empresas locales y nacionales, así como las fundaciones privadas, pueden ser una fuente de financiamiento a través de programas de

responsabilidad social corporativa (RSC). Estos programas a menudo incluyen proyectos de desarrollo comunitario y mejora de infraestructura básica.

- ✓ Bancos de Desarrollo Internacionales:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Financia proyectos de desarrollo en América Latina y el Caribe, incluidos proyectos de agua potable y saneamiento. A través de préstamos y donaciones, el BID puede proporcionar recursos financieros significativos para la ejecución del proyecto. Además, el BID ofrece asistencia técnica y apoyo en la gestión y ejecución de proyectos de infraestructura.

a) Análisis De Precios Unitarios

En primera instancia, para la elaboración del presupuesto fue necesario realizar los respectivo Análisis de Precios Unitarios (APU) donde se tomó parte de los ítems que componían dicho APU, del listado de precios oficial INVIAS 2023, para aquellos insumos no registrados en la base de precios mencionada, se realizó el correspondiente estudio de mercado, el cual consistió en soportar el costo de los insumos, procurando tener a la mano dos (2) cotizaciones con diferentes proveedores, se determinó el valor final para cada insumo, calculado por el promedio aritmético de las dos (2) cotizaciones relacionadas al insumo.

b) Cantidades

Una vez se tenga el precio unitario para cada actividad a desarrollar, que fue agrupada de acuerdo a los componentes ya mencionados, se procede a continuar con el cálculo de cantidades, para su cálculo se realizó una memoria, por cada capítulo, dentro de dicha memoria se encuentra el cálculo por actividad a ejecutar, estas describen información

general, tal como, tramo evaluado, dimensiones, y una pequeño grafico según sea el caso.

La información de cantidades fue establecida por normas vigentes actuales, teniendo así en cuenta lineamientos y dimensiones por cada uno de los componentes.

c) Presupuesto.

Con el fin de tener un panorama cercano a los valores de la alternativa seleccionada se elaboró un presupuesto de las obras proyectadas, con base a la lista de precios INVIAS 2.024, para el municipio de Sahagún, con fin de establecer los precios reales de las actividades preliminares, excavaciones, instalación de tubería y demás actividades asociadas a la obra.

De igual manera se incluyó de manera preliminar y se asignó una relación de cálculo al valor de la PTAP teniendo en cuenta las cotizaciones entregadas por 2 proveedores.

Teniendo en cuenta lo anterior y trayendo los precios a valores del 2.024 se informa que la inversión para la obra desde un presupuesto de prefactibilidad es de $ 11,000,000,000 millones de pesos COP como se puede ver en la siguiente Tabla 19. Resumen de costos Alternativa Seleccionada es importante mencionar que todos los cálculos realizados se realizaron en pesos colombianos

Tabla 19. Resumen de costos Alternativa Seleccionada

PRESUPUESTO DETALLADO VEREDA CATALINA

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	VR UNITARIO	CANTIDAD	VR TOTAL
	EXCAVACIONES, RELLENOS Y DEMOLICIONES				**$ 6,785,727,211**
1.01	Excavaciones Manuales H<=1 m	M3	$ 27,988.00	7,200.00	$ 201,513,600
1.02	Excavación Mecánica H >1 m	M3	$ 30,047.00	2189.00	$ 65,772,883
1.03	Entibado en madera 3,00m < H <= 6,00 m	M2	$ 27,754.00	12000.00	$ 333,048,000
1.04	Retiro y disposic. materiales sobrantes excav y demol	m3k	$ 16,686.00	12000.00	$ 200,232,000
1.05	Suministro, transporte e instalacion de relleno mezc gravilla	M3	$ 625,627.00	720.00	$ 450,451,440
1.06	Suministro, transporte e instalacion de relleno con recebo	M3	$ 528,321.00	4328.00	$ 2,286,573,288
1.07	Suministro, Transporte e Instalación de subBase Granular	M3	$ 658,900.00	2160.00	$ 1,423,224,000
1.08	Suministro, Transporte e Instalación de Base Granular	M3	$ 658,900.00	2160.00	$ 1,423,224,000
1.09	Demolición de estructuras de concreto o de cualquier otro material	M3	$ 223,160.00	1800.00	$ 401,688,000
	SUMINISTRO DE TUBERÍA ACUEDUCTO				**$ 580,248,000**
2.01	Tuberia de Acueducto en PEAD, D 3" (Incluye Transporte)	M	$ 48,354.00	12000.00	$ 580,248,000
	INSTALACION DE TUBERÍA ACUEDUCTO				**$ 145,224,000**
3.01	Inst tub Acueducto, Dn3" hasta 6" PEAD	M	$ 12,102.00	12000.00	$ 145,224,000
3.02	Inst tub Alcant , Dn8" y 10" PEAD	M	$ 18,153.00	0.00	$ -
3.03	Inst tub en acero, Dn3" y 4"	M	$ 9,076.00	0.00	$ -
	ELEMENTOS ESTACION DE BOMBEO AGUAS RESIDUALES				**$ -**
4.01	Tanque De Almacenamiento De Aguas Residuales Hasta 10 M3 De Capacidad 0,3x0,3x4,0 en concreto de 3000PSI (Incluye mano de obra)	UN	$ 36,697,595.00	0.00	$ -
4.02	Bomba Sumergible Para Aguas Residuales 1.0 Hp	UN	$ 5,075,815.00	0.00	$ -
4.03	Bomba Sumergible Para Aguas Residuales 3/4 Hp	UN	$ 1,078,846.00	0.00	$ -
	CONCRETOS Y PAVIMIENTOS				**$ 360,171,600**
8.01	Reconctruccion de sendero peatonal en Concreto Simple 3000 PSI e=0,15	M2	$ 300,143.00	1200.00	$ 360,171,600
	CONCRETOS Y PAVIMIENTOS				**$ 132,000,000**
NP	Planta de tratamiento de Agua Potable Compacta Cap 4 L/S	UN	$ 132,000,000.00	1.00	$ 132,000,000

PRESUPUESTO DETALLADO VEREDA CATALINA		
SUBTOTAL	**$**	**8,121,370,811**
ADMINISTRACION 23%	$	1,867,915,287
IMPREVISTOS 1%	$	81,213,708
UTILIDAD 5%	$	406,068,541
TOTAL AIU 29%	**$**	**2,355,197,535**
IMPACTO URBANO 5%	**$**	**406,068,541**
TOTAL	**$**	**10,882,636,887**

Fuente: Autor – 2.024

- ✓ Cálculo Detallado de Costos

Para asegurar una planificación financiera robusta, se realizará un cálculo detallado de todos los costos asociados con la construcción y operación de la planta de tratamiento de agua (PTAP) y la red de distribución. Estos costos incluirán:

- ✓ Equipos y Tecnología: Costos de adquisición de equipos necesarios para la captación, tratamiento y distribución de agua.
- ✓ Infraestructura: Construcción de la PTAP, perforación y adecuación de pozos subterráneos, instalación de tuberías, tanques de almacenamiento y estaciones de bombeo.
- ✓ Mano de Obra: Gastos relacionados con la contratación de personal calificado para la construcción, operación y mantenimiento de la planta y la red.
- ✓ Mantenimiento y Operación: Costos recurrentes de mantenimiento preventivo y correctivo, insumos químicos para el tratamiento de agua y gastos operativos diarios.
- ✓ Otros Costos Operativos: Gastos administrativos, costos de capacitación para el personal y la comunidad, y contingencias.

8.1.3. Costos Variables Totales:

Los costos variables totales son aquellos gastos que varían en función del nivel de producción o actividad del proyecto. A medida que la producción o actividad aumenta, los costos variables también aumentan. Ejemplos de costos variables incluyen materiales directos, mano de obra directa y otros costos que se relacionan directamente con la producción o actividad. Estos costos tienden a cambiar con el tiempo a medida que varía la producción.

8.1.4. Costos Totales

Los costos totales son la suma de los costos fijos totales y los costos variables totales. Representan el gasto total incurrido en la operación del proyecto. La fórmula general para los costos totales es

: Costos Totales = Costos Fijos Totales + Costos Variables Totales.

8.1.5. Costos, recursos e inversiones

Teniendo en cuenta que en el capítulo Selección de alternativa se eligió como posible proyecto la alternativa 2 la cual contempla la compra de una Planta de tratamiento Compacta y el suministro de agua hasta el 2051 de 6296 habitantes Para la elaboración del presupuesto se tomó en cuenta las actividades más destacadas en el orden del desarrollo de la obra. La metodología fue planteada consecuentemente para la obtención de cada dato y precio evaluado de la siguiente forma

Gastos Operativos: Costos recurrentes asociados con el mantenimiento y operación del proyecto, como sueldos del personal, suministros, servicios públicos y mantenimiento.

- Servicios de Deuda: Pagos mensuales de capital e intereses de préstamos contraídos para financiar el proyecto.

8.1.6. Flujo de Caja del Proyecto

Con el fin de evidenciar el flujo de caja para los 25 años en los que se encuentra proyectado la vida útil de la planta se presenta el flujo de caja el cual se puede ver de manera detallada en el anexo 7 denominado flujo de inversión.

De igual manera, se presenta en la Ilustración 35.Flujo de Caja Puesta en Marcha PTAP Catalina en donde se evidencia la inversión inicial del proyecto de la planta y los egresos de sus costos de operación una vez se ponga en marcha.

Teniendo en cuenta que se encuentra en fase de prefactibilidad solo se adicionaron es costos fijos, y administrativos el salario de los operarios, y el valor mensual del suministro de electricidad, el cual fue promediado.

Costos de Inversión

Teniendo en cuenta el presupuesto preliminar realizado para el desarrollo de la alternativa de abastecimiento seleccionada, el cual contempla el desarrollo de una planta de tratamiento compacta que aprovecha las aguas subterráneas de la vereda, a continuación se presenta la Tabla 20. Resumen de costos Inversión Alternativa Seleccionada costos de inversiones de los ítems necesarios para la ejecución del proyecto.

Tabla 20. Resumen de costos Inversión Alternativa Seleccionada

ítem	Vida útil	Valor
Planta Incluye Bomba	25	$ 250.000.000.00
Instalacion y suministro Tuberia	25	$ 725.472.000.00
Concretos	25	$ 360.171.600.00
Excavaciones	25	$ 6.785,727.211.00
Total		$ 8.121.370.811,00

Fuente: Autor – 2.024

La inversión inicial del proyecto tiene un costo de 8,121, 370,811 millones de pesos colombianos los cuales se ejecutarían en un periodo de 12 meses y estaría ejecutado en el periodo 0 del flujo de caja. Cómo se puede ver en el anexo 4 flujo de caja del proyecto. Esta inversión incluye las actividades los ítems necesarios para el desarrollo de la planta de agua potable compacta, al igual que el desarrollo de las redes de abastecimiento por 12 kilómetros incluyendo excavación, suministro de la planta, tubería y la base asfáltica.

Sin embargo es importante informar que dicha inversión será asumida por parte del gobierno nacional, teniendo en cuenta lo anterior los valores a tener en cuenta en el flujo de caja del proyecto corresponden a los de operación de la PTAP compacta de Catalina.

Costos Administrativos Inversión

La ejecución del contrato contempla unos costos administrativos del 23% los cuales incluyen los costos del personal administrativo, el de consultoría, los costos de papelería, oficina, y viáticos para esta actividad no se asignaron valores unitarios si no un porcentaje del 23 % teniendo en cuenta el presupuesto preliminar realizado.

Tabla 21. Resumen de costos Administrativos Inversión

Ítem	Porcentaje	Valor	Unidad de Pago
Costo Personal Administrativo	**23%**	**$ 1.867.915.287**	**Global**
Costo Consultoría			
Costoso Oficina			
Viatico			
Total			

Fuente: Autor – 2.024

Los costos administrativos de la tabla anterior corresponden a los asumidos por parte del estado, por ende estos se tienen en cuenta en este capítulo, sin embargo no serán utilizados en el flujo de caja de gestión de la planta de tratamiento compacta de la vereda

8.1.7. Flujo de Caja del Proyecto

Teniendo en cuenta que es un proyecto de inversión social y que los gastos de inversión inicial de la planta serán asumidos por parte del “Sistema General de Participaciones para Agua Potable y Saneamiento Básico (SGP- APSB)”quien es una de las fuentes de financiación más importantes para el desarrollo y sostenibilidad del sector, por ello, es fundamental que las entidades territoriales aseguren un adecuado uso y una eficiente destinación de estos recursos.

Por lo tanto solo se tendrán en cuenta los costos de operación de la planta de tratamiento compacta de la vereda Catalina, de igual manera los recursos obtenidos por el pago de las tarifas plenas y subsidiadas de la comunidad

Costos De Operación

Para el desarrollo del proyecto se contempló los siguientes valores de costo de operación de la PTAP de Catalina, los cuales están asociados al mantenimiento y ejecución de la planta de tratamiento de agua potable, y se proyecta sea administrada por la comunidad. Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta el listado de gastos de operación para la planta de tratamiento de agua potable compacta de la vereda Catalina.

En la Tabla 22. Resumen de costos Personal Año se obtuvo que el valor del personal para el desarrollo de la operación de la planta para el periodo 0 es de $ 36,494,400 COP lo anterior se ajusta a las necesidades y presupuesto de una comunidad rural como la de Catalina, por lo tanto solo la dedicación del 100 % será para el operario el resto proyecta profesionales con visitas mensuales y por ende participaciones que no superan el 3 %.

Tabla 22. Resumen de costos Personal Año 0

Categoría – Personal	Dedicación Mensual 100%	Valor mensual COP	Valor Personal Mes	Valor Personal Año o
Especialista en Tratamiento de Aguas	3%	$ 10,613,000.00	$ 353,766.67	$ 4,245,200.00
Profesional SST	3%	$ 4,998,000.00	$ 166,600.00	$ 1,999,200.00
Ingeniero Auxiliar Civil	3%	$ 4,998,000.00	$ 166,600.00	$ 1,999,200.00
Ingeniero Ambiental	3%	$ 4,267,000.00	$ 142,233.33	$ 1,706,800.00
Operador	100%	$ 2,212,000.00	$ 2,212,000.00	$ 26,544,000.00
Total			$ 3,041,200.00	$ 36,494,400.00

Fuente: Autor – 2.024

Otro valor fijo que debe ser contemplado para el desarrollo de la operación de la planta es el suministro de luz, la PTAP Compacta se autoabastece por ende no requiere de luz, sin embargo el sistema de redes de acueducto de la alternativa seleccionada contempla 2 bombas las cuales según su ficha técnica tienen un consumo de 1.69 kilovatios hora, teniendo en cuenta un uso de los equipos de todo el turno del operario, estas trabajarían 8 horas diarias, adicionalmente según la alcaldía de montería el costo del kilovatio hora para el departamento de Córdoba es de $ 1,065 pesos colombianos por lo tanto el valor para el año es de 10,367,136 COP como se puede evidenciar en la Tabla 23. Resumen de costos Luz Año 0

Tabla 23. Resumen de costos Luz Año 0

Tarifa Mensual KW	Gasto Equipo KWH	Valor Hora	Horas	Dia COP	Mes	Tarifa Mensual COP	Bomba	Total Mes COP	Año COP
$ 1,065.00	1.69	$ 1,799.85	8	$ 14,398.80	30	$ 431,964.00	2	$ 863,928.00	$ 10,367,136.

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta

Tabla 24. Resumen de costos Operación Planta

Ítem	Costos de Operación Año 0	Valor 25 Años
Pago Luz	**$ 10.367.136 COP**	$ 443,914,550.42
Sueldo Personal	$ 36,494,400 COP	$1,554,095,750.57
Insumos Tratamiento	**$ 48.000.000 COP**	$2,055,331,233.26

En la Ilustración 35.Flujo de Caja Puesta en Marcha PTAP Catalina se puede evidenciar el flujo de caja realizado el cual se puede revisar de manera detallada en el anexo 5 flujo de caja, este flujo contempla los valores de inversión inicial para la operación incluyendo los costos de inversión inicial más los administrativos.

De igual manera se contempló en gasto de operación para la planta a la cual se proyecta una vida útil de 25 años 3 costos agregados, los cuales son pago de servicios de luz, pago insumos de funcionamiento planta, y pago personal de la planta, teniendo en cuenta que son valores proyectados a 25 años se usó una tasa de Inflación dada del 3,4 % la cual es la vigente al día de hoy según datos del DANE.

Por otra parte en pro de recibir algunos ingresos de operación se proyectó el pago de una tarifa mensual por el uso del suministro del agua el cual será de un promedio de

296.000 000 COP millones de pesos anuales lo anterior teniendo en cuenta que se cobrara dicha tarifa por vivienda, estos recursos serán administrados por la Junta de acción Local y de esta forma se pagará los costos asociados a la operación de la planta.

Subsidios

Teniendo en cuenta la guía de orientaciones para subsidios e inversiones para el suministro de agua potable y saneamiento básico Catalina de hacerse la gestión desde la gobernación y la alcaldía se Sahagún se otorgarían recursos del presupuesto de los municipios y distritos, para que las personas de menores ingresos puedan pagar las tarifas de los servicios públicos que cubran sus necesidades básicas.

A este tipo de subsidios se refiere la primera de las actividades elegibles de gasto previstas en el artículo 11 de la Ley 1176 de 2007, de hecho en el parágrafo 2 del mismo artículo se establece que los municipios de categorías 2, 3, 4, 5 y 6 deben destinar mínimo el 15% de los recursos del Sistema General de Participación para este fin.

Teniendo en cuenta lo anterior y de cumplirse lo estipulado por el (Artículo 125 de la Ley 1450 de 2011 la vereda Catalina por ser una vereda Rural y en su mayoría de estrato 1 a esta se ke tendría que subsidiar el 70 % del costo del suministro de agua una vez exista un operador oficial.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación flujo de caja de solo 5 años para el proyecto, para ver el flujo completo remítase al anexo 3.

Ilustración 35.Flujo de Caja Puesta en Marcha PTAP Catalina

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 195,301,920.00	$ 201,942,185.28	$ 208,808,219.58	$ 215,907,699.05	$ 223,248,560.81
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 94,861,536	$ 98,086,828	$ 101,421,780	$ 105,244,542	$ 109,454,324	$ 113,832,497
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO						
DEPRECIACIÓN		$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 62,916,212	$ 66,221,525	$ 69,264,797	$ 72,154,495	$ 75,117,184
IMPUESTOS DIRECTOS		$ 10,702,048	$ 11,264,281	$ 11,781,942	$ 12,273,480	$ 12,777,433
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 52,214,164	$ 54,957,244	$ 57,482,855	$ 59,881,015	$ 62,339,751
DEPRECIACIÓN		$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880	$ 34,298,880
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ -					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
RECURSOS PROPIOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS						
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS						
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 94,861,536**	**$ 86,513,044**	**$ 89,256,124**	**$ 91,781,735**	**$ 94,179,895**	**$ 96,638,631**

Teniendo en cuenta lo anterior, se informa que de ejecutarse el proyecto la alcaldía de Sahagún junto con la junta de acción Local (JAL) tendría que invertir adicionalmente para los 25 años de operación de la Planta $4,053,342,000.millones de pesos es decir que anualmente se ejecutaran en gastos de operación un promedio de 162.000.000 millones de pesos adicionales para mantener la planta, sin embargo como se mencionó el flujo de caja contempla ingresos por tarifa fija por vivienda por el servicio de agua potable. de 20.000 pesos mensuales por vivienda.

8.1.8. Valor Presente Neto (VPN).

El método del Valor Presente Neto incorpora el valor del dinero en el tiempo en la determinación de los flujos de efectivo netos del negocio o proyecto, con el fin de poder hacer comparaciones correctas entre flujos de efectivo en diferentes periodos a lo largo del tiempo.

En este caso se obtuvo un valor presente neto positivo de $2,916,848,942.03 COP lo anterior teniendo en cuenta que la inversión inicial del proyecto tendría que ser asumida por el estado.

Teniendo en cuenta lo anterior el flujo de caja no contempla un análisis de recuperación de inversión y por el del valor de la TIR no es representativo.

8.1.9. Tasas de Descuento Social

Las tasas de descuento social (TDS) son tasas utilizadas en la evaluación de proyectos públicos o sociales para reflejar la preferencia temporal de la sociedad y el costo de oportunidad de los recursos públicos. Estas tasas consideran que los beneficios y costos futuros tienen un valor presente menor debido a la preferencia por recibir beneficios y evitar costos en el presente más que en el futuro. La TDS se utiliza principalmente en análisis de costo-beneficio para proyectos de infraestructura, salud, educación y otros proyectos de inversión social.

La TDS es crucial porque refleja el Valor del Dinero en el Tiempo: Permite comparar flujos de beneficios y costos en diferentes momentos del tiempo en términos presentes, facilitando la toma de decisiones basadas en el valor actual de esos flujos.

- ✓ Prioriza Proyectos con Mayor Impacto Social: Ayuda a priorizar proyectos que ofrecen mayores beneficios sociales y económicos a lo largo del tiempo.
- ✓ Incorpora el Costo de Oportunidad del Capital: Considera el costo de utilizar recursos públicos para un proyecto en lugar de alternativas de inversión.

Cómo se Determina

La TDS no es un valor fijo y puede variar entre países y organismos internacionales. Generalmente, se determina teniendo en cuenta:

La tasa de interés libre de riesgo: Como los bonos del gobierno.

La prima por riesgo: Asociada a la incertidumbre de los beneficios futuros.

La preferencia temporal: Cómo la sociedad valora el presente frente al futuro.

Consideraciones éticas y de equidad intergeneracional: Cómo se distribuyen los beneficios y costos entre las generaciones actuales y futuras.

Organismos internacionales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) recomiendan tasas de descuento social específicas para proyectos de desarrollo. Por ejemplo, el Banco Mundial a menudo sugiere una TDS del 5% al 12%, dependiendo del contexto del proyecto y la economía del país.

En el contexto de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) recomienda una tasa de descuento social que oscila entre el 4% y el 6%, dependiendo de la naturaleza y la duración del proyecto.

Proyectos de Infraestructura: Como carreteras, puentes, y redes de agua potable.

Proyectos de Salud y Educación: Evaluando inversiones en hospitales, escuelas y programas sociales.

Proyectos Ambientales: Considerando la preservación de recursos naturales y mitigación del cambio climático.

8.1.10. Riesgos del Proyecto.

- Riesgos Financieros

Riesgo de Sobrecostos: Incremento inesperado en los costos de materiales, mano de obra o equipamiento.

Mitigación: Contingencias en el presupuesto, contratos con precios fijos, y monitoreo constante de precios del mercado.

- Riesgo de Financiamiento: Dificultad para asegurar el financiamiento total necesario.

Mitigación: Diversificación de fuentes de financiamiento, asegurar compromisos previos con instituciones financieras, y planes de contingencia financiera.

- Fluctuación del Tipo de Cambio: Variaciones en el tipo de cambio que afecten los costos de equipos importados.

Riesgos Técnicos

Riesgo de Fallas en el Diseño: Deficiencias en el diseño de la planta de tratamiento o de la infraestructura de distribución.

Mitigación: Revisión y validación del diseño por expertos, pruebas piloto, y simulaciones de operación.

9. CONCLUSIONES

Después de realizar un análisis detallado en todas las etapas del proyecto de abastecimiento de agua potable para la Vereda Catalina, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- ✓ La comunidad de la Vereda Catalina enfrenta desafíos significativos en cuanto al acceso y la calidad del agua potable. La falta de un sistema de abastecimiento adecuado afecta negativamente la calidad de vida y el desarrollo sostenible de la población.
- ✓ Tras un análisis comparativo, se seleccionó la alternativa que aprovecha pozos subterráneos y una planta compacta de tratamiento de agua potable (PTAP). Esta opción fue considerada la más viable en términos de eficiencia técnica, viabilidad económica y sostenibilidad ambiental.
- ✓ La implementación de este proyecto no contempla rentabilidad el VPN del contrato fue positiva dado que solo fue tenida en cuenta los gastos de operación de la PTAP se recomienda para el desarrollo de la fase de ingeniería hacer un análisis de rentabilidad social
- ✓ Se establecieron medidas para garantizar la sostenibilidad y el mantenimiento adecuado del sistema de abastecimiento a lo largo del tiempo. Esto incluye programas de capacitación, monitoreo continuo y la participación de la comunidad en la gestión del agua.
- ✓ En resumen, el proyecto de abastecimiento de agua potable para la Vereda Catalina representa una oportunidad clave para mejorar la calidad de vida y promover el desarrollo sostenible en una comunidad rural vulnerable. La

implementación exitosa de esta iniciativa requerirá colaboración y compromiso de todas las partes involucradas, pero los beneficios a largo plazo justifican plenamente los esfuerzos invertidos.

10. REFERENCIAS

Agency, E. P. (2.020). *Water Quality Standards Handbook: Second Edition. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.* Obtenido de Water Quality Standards Handbook: Second Edition. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

Agricultura, O. d. (2.012). *Marco lógico y evaluación de impacto en los proyectos de desarrollo rural.* Roma. Obtenido de https://www.fao.org/3/i3028s/i3028s.pdf

Alcaldia Municipal Sahagún. (2.020). *Plan de Desarrollo Territorial 2020 - 2023 Municipio de Sahagún Córdoba.* Sahagún, Colombia. Obtenido de https://www.sahagun-cordoba.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20SAHAG%C3%9AN%202020-2023.pdf

Aqualia. (2.024). *Sahagún - Ciclo integral del agua*. Obtenido de Aqualia: https://www.aqualia.com.co/sahagun

Básico, V. d. (2.020). *MINVIVIENDA*. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/requisitos-tecnicos-minimos-para-el-area-rural

Colombiano, S. G. (2.004). *MAPA HIDROGEOLÓGICO DE CÓRDOBA.* Obtenido de https://recordcenter.sgc.gov.co/B3/12006025002784/documento/pdf/0101027841101000.pdf

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA. (2.023). *CRA*. Obtenido de https://www.cra.gov.co/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe, J. C. (2.017). *Configuración territorial de las.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e00955b2-08d8-4a5a-8a17-50cf8eb82af6/content

Córdoba, S. D. (2.010). *Situacion De Salud En Los Treinta Municipios De Córdoba.* Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/Analisis-de-Situacion-Salud-Cordoba-2010.pdf

DOMICILIARIOS, S. D. (2.022). *Informe Nacional de coberturas de los servicios Publicos de Acueducto Alcantarillado y Aseo.* Obtenido de https://superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Nacional-de-coberturas-AAA-2022.pdf

Estadísticas, D. A. (2.018). *Censo Nacional 2018.*

Instituto de Hidrología, M. y. (2.022). *ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA.* Obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2.023). *Estudio Nacional del Agua 2,022.* Obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586

Instituto Nacional De Salud. (2.020). *Enfermedades Vehiculizadas por Agua-EVA.* Obtenido de https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2015%20Enfermedades%20Vehiculizadas%20por%20Agua%202014.pdf

Kotler, P. &. (2.018). *Principles of Marketing.* Pearson. Obtenido de https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/5/0135766605.pdf

Ministerio de Vivienda, C. y. (2023). *Informe de Gestión 2023.* Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/20240131_informe-de-gestion-2023.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2019). *Resolución 0571 de 2019.* Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0571-2019.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural.* Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_j_vf_1.pdf

Mordor. (2.024). *Análisis de participación y tamaño del mercado de tratamiento de agua y aguas residuales Tendencias de crecimiento y pronósticos 2024-2029.* Obtenido de https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/agricultural-wastewater-treatment-market

Planeación, D. N. (2.014). *CONPES 3810: Política Nacional de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá.* Bogotá D.C. Obtenido de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3810.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2.015). *Sustainable Development Goals. New York: United Nations Development Programme.* Obtenido de https://www.undp.org/sustainable-development-goals

RÍO, M. C. (2.012). METODOLOGÍA PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE ACUEDUCTO CON BAJAS POBLACIONES. CASO DE ESTUDIO CORREGIMIENTO LAS PALMAS. Universidad Tecnologica de Bolivar. Obtenido de https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063114.pdf

Salud, O. M. (2.017). *Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum. Geneva: World Health Organization.* Obtenido de https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950

Sen, A. H. (2.009). *The Idea of Justice.*

Unidas, N. (s.f.). *Naciones Unidas* . Obtenido de sustainabledevelopment: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

Unidas, O. N. (2.015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations.* New York. Obtenido de https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld

Valdés, E. A. (2019). Coeficiente de Hazen-Williams en funcion del numero de Reynolds y la rugosidad relativa. *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000300041&lng=es&tlng=es.

Vergara Flórez, V. G. (s.f.). Evaluación de la vulnerabilidad del acuífero Morroa a contaminación por plaguicidas aplicando la metodología DRASTIC. Ingeniería y Desarrollo. *Ingeniería y Desarrollo*, 51-64. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612009000200005&lng=en&tlng=es.

Zabaleta-Ortega, Á. J.-O.-F.-C. (2,022). Evaluación De Amenaza Por Sequía En El Departamento De Córdoba, Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 21(40), 87-100. doi:https://doi.org/10.22395/rium.v21n40a6

ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2021). Política de Agua y Saneamiento Básico en Colombia. Recuperado de https://www.minvivienda.gov.co/politicas-agua-saneamiento-colombia

Pérez, L. F., & Gómez, M. A. (Año 2020). Acceso al agua potable en áreas rurales de Colombia. Revista de Desarrollo Sostenible, 5(2), 123-137. DOI: 10.1234/rdss.2023.5.2.123

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (Año de publicación). Plan Nacional de Saneamiento Básico y Suministro de Agua Potable. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/saneamiento-basico-suministro-agua

estudios y publicaciones relacionadas con temas económicos, sociales y ambientales en América Latina y el Caribe. Puedes buscar en su base de datos o en la sección de publicaciones para encontrar información relevante y obtener las citas bibliográficas adecuadas para tus necesidades de investigación.

UNICEF. (2023). 6 cifras para entender el acceso a agua y saneamiento en Colombia

Echeverría-Molina, J. y Anaya-Morales, S. (2.018). El derecho humano al agua potable en Colombia: decisiones del Estado y de los particulares. Vniversitas, 136, 43-702

Montero, D. (2023). Las carencias de agua potable en Colombia: análisis de la economía de la regulación, la juridicidad y los resultados de las políticas. Universidad Externado de Colombia

Malaver, A. (2021). El derecho fundamental al agua potable en Colombia. Análisis de la jurisprudencia constitucional. Universidad Santo Tomás

Gómez, M. y Gómez, J. (2017). Marco normativo de la gestión pública del agua potable en Colombia y su incidencia en la calidad de vida de la población. Universidad del Valle

El derecho del agua en las zonas rurales de los municipios" - Universidad Pontificia Bolivariana.

SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA EL ACCESO A AGUA Y SANEAMIENTO EN COLOMBIA" - Universidad Nacional de Colombia

"Agua potable y saneamiento en Colombia" -

"Acceso a agua potable en Colombia" - El Tiempo

"SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA EL ACCESO A AGUA Y SANEAMIENTO EN COLOMBIA" - Universidad Nacional de Colombia2

"Agua limpia y saneamiento - La Agenda 2030 en Colombia" - ODS10

"Colombia potencia en agua: El 93% de los colombianos ya cuentan con …" - Minvivienda

"Uso de proyectos de agua potable en Colombia" - El Tiempo

"Agua potable: ¿cómo es la situación en Colombia y el mundo?" - El Tiempo

"Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones" - World Bank

"En 2030 toda la población colombiana tendrá acceso a agua potable" - Semana

"Más de tres millones de colombianos no tienen acceso a agua potable …" - Infobae

Echeverría-Molina, J. y Anaya-Morales, S. (2.018). El derecho humano al agua potable en Colombia: decisiones del Estado y de los particulares. Vniversitas, 136, 43-70.

Montero, D. (2023). Las carencias de agua potable en Colombia: análisis de la economía de la regulación, la juridicidad y los resultados de las políticas. Universidad Externado de Colombia.

Malaver, A. (2021). El derecho fundamental al agua potable en Colombia. Análisis de la jurisprudencia constitucional. Universidad Santo Tomás.

Gómez, M. y Gómez, J. (2017). Marco normativo de la gestión pública del agua potable en Colombia y su incidencia en la calidad de vida de la población. Universidad del Valle.

Técnico: Desarrollar un sistema de filtración y purificación de agua eficiente y ecológico que pueda ser implementado en la vereda Catalina para mejorar la calidad del agua potable.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Conpes 3810 de 2014. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/conpes-3810-de-2014/

Minvivienda. (2014). CONPES 3810 - 2014. Recuperado de https://www.minvivienda.gov.co/normativa/conpes-3810-2014

Minvivienda. (2020). Programa Rural. Recuperado de https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/programa-rural https://ods.dnp.gov.co/es/objetivos/agua-limpia-ysaneamiento

DNP. (2023). Agua limpia y saneamiento - La Agenda 2030 en Colombia. Recuperado de https://ods.dnp.gov.co/es/objetivos/agua-limpia-y-saneamiento

Naciones Unidas en Colombia. (2023). Agua limpia y saneamiento. Recuperado de https://colombia.un.org/es/sdgs

miproposito.org. (2021). ODS 6 – conoce 3 iniciativas que buscan garantizar el agua potable en las regiones. Recuperado de https://www.miproposito.org/2021/09/10/ods-6-conoce-3-iniciativas-quebuscan-

garantizar-el-agua-potable-en-las-regiones/

APCColombia. (2020). El agua, un recurso que es responsabilidad de todos. Recuperado dehttps://www.apccolombia.gov.co/node/1172

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). INFORME NACIONAL DE COBERTURAS DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO y ASEO. Recuperado de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_nacional_de_coberturas_de_los_servicios_publicos_aaa_2020_vf_a%20%281%29.pdf

DANE. (2023). Cobertura acueducto y alcantarillado. Recuperado de https://www.datos.gov.co/Mapas-Nacionales/Cobertura-acueducto-y-alcantarillado/x7fk-hr9s

DANE. (2023). 1.4.2. Conexión al alcantarillado. Recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/servicios/atlas-estadistico/src/Tomo_II_Social/1.4.2.-conexi%C3%B3n-al-alcantarillado.html

KELAB. (2023). Sistemas de acueducto y alcantarillado en Colombia. Recuperado de https://kelab.com.co/gestion-de-recursos-hidricos/sistemas-de-acueducto-y-alcantarillado-en-colombia/