



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DISEÑO DE UN MINIACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG), EN LAS  
COMUNIDADES LA LAGUNA, CERCO DE PIEDRA Y LOS BRASILES, DEL  
MUNICIPIO DE LA CONCORDIA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Luis Alejandro Olivera Duarte

Br. José Miguel Zeledón Herrera

**Tutor**

M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

Managua, Diciembre 2021



## **Dedicatoria**

Dedico esta monografía principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta estos instantes tan importantes de mi formación profesional.

A mi madre **Blanca Rosa Olivera Duarte**, por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su cariño, apoyo incondicional, porque ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos, valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este, me formó con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivó constantemente para alcanzar mis metas.

De igual forma, a mi padre **Benhur Antonio Bonilla López**, que me cuida desde el cielo y sé que él quería que triunfara en esta vida, a mis hermanos **Benhur Enmanuel Bonilla Olivera**, **Nazira Dayana Bonilla Olivera** porque me han brindado su apoyo incondicional, por compartir conmigo buenos, así como malos momentos, porque con sus oraciones, consejos, palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y propósitos.

Finalmente, a **José Miguel Zeledón** porque juntos logramos alcanzar esta meta por sus valiosas aportaciones hicieron posible esta monografía, por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

Estoy muy agradecido con él porque juntos aportamos para que este objetivo se cumpla.

**Br. Luis Alejandro Olivera Duarte**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo monográfico de manera especial:

Principalmente a Dios por darme la fortaleza y el conocimiento para lograr la finalización de este trabajo y así poder hoy alcanzar una de mis metas.

A mi madre **Juana Bautista Herrera Blandón**, por brindarme siempre su apoyo incondicional y por creer en mí, por su amor incondicional, por educarme en la forma en que lo ha hecho, por su dedicación y sacrificio para poder lograr la culminación de mis estudios porque a pesar de todas las dificultades que nos ha presentado la vida hemos logrado salir adelante y no me caben las palabras para expresar todo el amor, agradecimiento y cariño que le tengo ya que este no es principalmente mi logro si no de ella.

A toda mi familia por creer en mí, sus palabras de aliento cuando más lo necesitaba, por demostrar que están para mi cuando los necesito, pero de manera especial a mi tío **Pedro Herrera Blandón** y tía **Reyna María Herrera Blandón** por brindarme el apoyo para lograr la culminación de mis estudios.

A la familia **Morán** por abrirme las puertas de su hogar durante todos mis estudios.

A mi compañero **Luis Alejandro Olivera Duarte**, por su dedicación, esfuerzo y trabajo a lo largo de este proceso y así juntos lograr la culminación de nuestra meta.

Y, por último, pero no menos importante a cada uno de mis amigos, docentes y personas que han formado parte de mi formación y culminación de esta meta, gracias por todo el cariño y apoyo que me han brindado, siempre los llevare en mi corazón.

**Br. José Miguel Zeledón Herrera**

## **Agradecimiento**

Agradecemos principalmente a Dios por todas sus bendiciones derramadas sobre cada uno de nosotros, por guiar nuestros pasos, por brindarnos fortaleza, sabiduría y conocimientos para lograr la culminación de nuestros estudios.

Gracias a nuestros padres por todo su esfuerzo por brindarnos una educación, por siempre estar para nosotros cuando más lo necesitábamos, por todo su apoyo, palabras de aliento y por ser los principales pilares de la culminación de este logro.

A nuestros familiares, compañeros y amigos, por sus palabras de aliento y que siempre han estado ahí para nosotros demostrándonos su apoyo.

A nuestro tutor M. Sc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado por guiarnos en nuestro proceso monográfico, por dedicarnos su tiempo, paciencia, amistad brindada y conocimientos compartidos.

Al personal de la Alcaldía de La Concordia por todo su apoyo y colaboración para alcanzar nuestro objetivo.

Al personal de la organización Water for People por todo su apoyo y colaboración durante este proceso, de manera especial al Ing. Marcos Corriols por su tiempo, paciencia, amistad brindada y conocimientos compartidos.

A nuestros docentes que compartieron sus conocimientos, experiencias en el transcurso de estos 5 años en nuestro proceso de formación como profesionales.

Nuestros más sinceros agradecimientos a todos aquellos que no hemos mencionado, pero de una forma u otra contribuyeron a la culminación de nuestra meta y desarrollo de esta monografía.

**Br. Luis Alejandro Olivera Duarte**

**Br. José Miguel Zeledón Herrera**

## **Resumen del tema**

El presente trabajo monográfico describe de forma detallada la alternativa de solución al problema que enfrenta la población de las comunidades de La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles del municipio de La Concordia, departamento de Jinotega, ya que actualmente son una de las pocas comunidades de este municipio que no disponen actualmente de un sistema de abastecimiento de agua potable.

El mini acueducto por gravedad diseñado para un periodo de 20 años (2021-2041) fue formulado en base a las “Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización en el medio rural” (NTON 09 001 99) emitidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), dicho proyecto pretende satisfacer las necesidades presentadas por las comunidades con el fin de garantizar un servicio en cantidad y calidad para así poder evitar enfermedades y mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

El documento contiene una memoria de diseño referente a los datos recopilados en campo, los cuales dieron lugar a conocer la situación económica-social actual de las comunidades a través de un estudio socioeconómico.

Se realizó un estudio topográfico, para determinar las elevaciones del terreno y considerar la ruta adecuada por donde deberán pasar las tuberías además de seleccionar la superficie conveniente donde estará ubicado el tanque de almacenamiento y demás obras.

Posteriormente, se presentan los resultados del aforo realizado a las fuentes identificadas las cuales son de tipo superficial y así lograr determinar si estas cuentan con la capacidad de cumplir con la demanda presentada, además de realizar el análisis de laboratorio de calidad del agua de la misma considerando sus características fisicoquímicas y bacteriológicas, con el fin de definir el tratamiento adecuado que debe aplicarse al agua para su consumo.

Luego, se muestra el diseño hidráulico completo y dimensionamiento del esquema propuesto para el proyecto, el cual es Captación – Tanque – Red.

La obra de captación dimensionada para el proyecto consta de una sección típica de captación de ladera la cual busca concentrar el caudal producido por la fuente seleccionada.

Por otro lado, para el diseño de la línea de conducción se seleccionó la ruta topográfica e hidráulicamente más adecuada, la selección del diámetro de la tubería adecuado, con el objetivo cumplir con los límites y parámetros establecidos por la norma.

El tanque de almacenamiento es de concreto ciclópeo y cuenta con la capacidad de almacenar 13.85 m<sup>3</sup> a su nivel máximo.

De la misma manera se realizó el diseño de la red de distribución la cual se extiende 11971.93 m, de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro tanto para sus ramales principales como secundarios, a través del análisis hidráulico realizado en el software EPANET se determinó que las presiones excedían los límites establecidos por la normativa nacional por lo cual se elaboró un ajuste de la red con la implementación de válvulas reductoras de presión para así estabilizar la red y así poder garantizar el servicio a cada uno de sus habitantes.

Y por último se presenta el costo y presupuesto contemplado para el proyecto aplicable al año 2021, el cual asciende a un costo de C\$ 7,879.573.21, con el fin de generar una referencia tanto como para la Alcaldía de la Concordia, el organismo Water for People y los habitantes de las comunidades para la futura realización del proyecto.

## Índice de contenido

<b>I. Generalidades.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 General.....	5
1.4.2 Específicos .....	5
1.5 Descripción del área de estudio .....	6
1.5.1 Macro y micro localización.....	6
<b>II. Marco teórico.....</b>	<b>8</b>
2.1 Estudios socioeconómicos .....	8
2.2 Estudios topográficos .....	8
2.3 Calidad del agua.....	8
2.4 Fuentes de abastecimiento.....	9
2.4.1 Manantiales .....	9
2.4.2 Aguas superficiales.....	10
2.4.3 Desinfección del agua .....	10
2.5 Población de diseño .....	10
2.6 Aforo de la fuente .....	11
2.7 Dotación .....	11
2.8 Variaciones de consumo .....	11
2.9 Líneas de conducción.....	11
2.10 Tanque de almacenamiento .....	12
2.10.1 Capacidad de almacenamiento .....	12
2.11 Red de distribución .....	13



2.12 Presupuesto .....	13
<b>III. Diseño metodológico .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tipo de investigación .....	14
3.2 Materiales y herramientas .....	14
3.3 Metodología a emplear .....	14
3.3.1 Estudio socioeconómico .....	14
3.3.2 Estudio topográfico .....	15
3.3.3 Análisis de la calidad de agua .....	15
3.3.4 Aforo de la fuente .....	16
3.3.5 Diseño del sistema de abastecimiento .....	16
3.3.6 Desinfección de agua mediante cloro.....	21
3.3.7 Planos y presupuesto del proyecto.....	23
<b>IV. Análisis y presentación de los resultados.....</b>	<b>24</b>
4.1 Estudio socioeconómico .....	24
4.1.1 Población.....	25
4.1.2 Estado de la vivienda.....	25
4.1.3 Educación.....	27
4.1.4 Economía .....	28
4.1.5 Abastecimiento de agua .....	30
4.1.6 Salud .....	32
4.1.7 Condiciones sanitarias.....	33
4.2 Población de diseño .....	36
4.2.1 Gastos de diseño.....	38
4.3 Aforo de la fuente .....	41
4.4 Análisis de la calidad de agua .....	42
4.4.1 Análisis físico-químico .....	43

4.4.2 Análisis bacteriológico. ....	45
4.5 Levantamiento topográfico .....	46
4.6 Obra de captación .....	48
4.7 Línea de conducción.....	50
4.7.1 Determinación del diámetro de la tubería de la línea de conducción.....	50
4.7.2 Golpe de ariete .....	54
4.8 Tanque de almacenamiento .....	61
4.9 Red de distribución .....	64
4.9.1 Definición de caudal por nodo .....	65
4.9.2 Determinación del diámetro de la tubería .....	67
4.9.3 Análisis hidráulico red de distribución.....	68
4.10 Costo y presupuesto.....	78
<b>Conclusiones.....</b>	<b>80</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>85</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Censo poblacional .....	25
Tabla 2: Censo para las comunidades en estudio .....	36
Tabla 3: Proyección poblacional .....	37
Tabla 4: Caudales de diseño y volumen de almacenamiento.....	40
Tabla 5: Aforo fuente 1 .....	41
Tabla 6: Aforo fuente 2 .....	42
Tabla 7: Resultados fisicoquímicos .....	43
Tabla 8: Resultados bacteriológicos y metales pesados .....	45
Tabla 9: Resumen de elevaciones.....	47
Tabla 10: Diferencia de elevaciones .....	48
Tabla 11: Dimensionamiento obra de captación.....	48
Tabla 12: Dimensionamiento de la canastilla .....	49
Tabla 13: Resumen de elección del diámetro apropiado.....	54
Tabla 14: Presión máxima en la línea de conducción.....	57
Tabla 15: Presiones en la línea de conducción .....	58
Tabla 16: Velocidades línea de conducción .....	59
Tabla 17: Demanda de almacenamiento del tanque .....	62
Tabla 18: Resumen de dimensiones del tanque de almacenamiento.....	63
Tabla 19: Resumen red de distribución .....	65
Tabla 20: Distribución de caudal por nodo .....	66
Tabla 21: Velocidades en la red de distribución .....	68
Tabla 22: Presiones en la red de distribución .....	70
Tabla 23: Cantidad de hipoclorito de calcio .....	75
Tabla 24: Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable .....	78
Tabla 25: Memoria del levantamiento topográfico de la línea de conducción.....	vii
Tabla 26: Memoria del levantamiento topográfico de la red de distribución .....	xii
Tabla 27: Diámetros internos y presión de trabajo para tuberías de PVC .....	xxv

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1: Personas que habitan en la vivienda.....	25
Gráfico 2: Material predominante en la estructura de la vivienda .....	26
Gráfico 3: Abastecimiento eléctrico .....	27
Gráfico 4: Nivel de educación más alto alcanzado .....	27
Gráfico 5: Hay alguna persona en la familia que no sabe leer ni escribir .....	28
Gráfico 6: Ingreso económico mensual .....	29
Gráfico 7: Fuentes de ingreso.....	29
Gráfico 8: Frecuencia con la que recolectan agua para tomar .....	31
Gráfico 9: Disposición de aportación para el proyecto.....	31
Gráfico 10: Disposición de la basura .....	32
Gráfico 11: Personas que han presentado enfermedades .....	33
Gráfico 12: Presencia de alguna instalación sanitaria en la vivienda .....	33
Gráfico 13: Tipo de instalación sanitaria presente en la vivienda .....	34
Gráfico 14: Problemáticas con la instalación sanitaria.....	35
Gráfico 15: Disposición de los desechos .....	35
Gráfico 16: Presencia de instalación de lavado de mano. ....	36
Gráfico 17: Proyección poblacional .....	38
Gráfico 18: Caudales de diseño.....	40
Gráfico 19: Comportamiento del cloro en el tanque de almacenamiento .....	76

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Macro localización del proyecto.....	6
Ilustración 2. Micro localización .....	7
Ilustración 3: Línea de conducción .....	50
Ilustración 4: Análisis hidráulico línea de conducción .....	60
Ilustración 5: Dimensiones tanque de almacenamiento.....	63
Ilustración 6: Red de distribución.....	64
Ilustración 7: Análisis hidráulico red de distribución.....	73
Ilustración 8: Cloro residual en la red de distribución .....	77
Ilustración 9: Camino principal hacia la comunidad La Laguna .....	i
Ilustración 10: Acceso principal hacia la comunidad Cerco de Piedra.....	i
Ilustración 11: Empalme hacia la comunidad Los Brasiles .....	ii
Ilustración 12: Aforo de la fuente .....	xx
Ilustración 13: Toma de muestra del agua de la fuente .....	xxi
Ilustración 14: Cantidad de muestras remitidas al laboratorio .....	xxi
Ilustración 15: Certificado de prueba físico-química de la fuente.....	xxii
Ilustración 16: Certificado de prueba bacteriológica de la fuente.....	xxiii
Ilustración 17: Certificado de prueba metales pesados de la fuente.....	xxiv

# **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## **I. Generalidades**

### **1.1 Introducción**

En Nicaragua históricamente el abastecimiento de agua potable representa una de las necesidades básicas para sus habitantes ya que es uno de los recursos fundamentales para el ser humano, no obstante, en el país aún se tiene un porcentaje bastante considerable de habitantes que presentan esta necesidad básica como insatisfecha.

Uno de los principales problemas del abastecimiento de agua a sectores rurales es la disminución de los caudales disponibles durante el verano, lo cual se agrava mucho más en las épocas de sequía las cuales se deben a eventos relacionados con el cambio climático y a la deforestación, así como al mal uso que se les da a los recursos hídricos disponibles obligando a sus habitantes a caminar distancias largas en búsqueda de alternativas.

En este documento se presenta toda la información necesaria para realizar una propuesta de solución a la problemática de abastecimiento en la que se encuentran las comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles pertenecientes al municipio de La Concordia departamento de Jinotega. En él se plantean y analizan las características técnicas y económicas de las diferentes alternativas de solución tomando en consideración; capacidad de las fuentes de abastecimiento disponibles, el tratamiento para la calidad de agua, capacidad de distribución, para así lograr definir la solución técnico-económica más conveniente.

Los parámetros de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable y todas las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas para una calidad óptima de agua destinada para el consumo humano estarán basadas en las "Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano", editadas por CAPRE y adoptadas en las "Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense, establecidas por Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

## **1.2 Antecedentes**

En Nicaragua se han construido 1307 mini acueductos por gravedad (MAG), de los cuales 995 corresponden a la región central y dentro de éstos 215 han sido construidos en el departamento de Jinotega, esto según datos del Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR, 2019).

En la Concordia municipio de Jinotega se brinda servicio público de agua potable bajo la administración de la alcaldía municipal, que abastece al 100% de la población del casco urbano del municipio a través de conexiones domiciliarias. Además, según Water for People (2020) el municipio cuenta con una cobertura del 71.4% de comunidades que están abastecidas por sistemas de agua potable que brindan a la población un nivel de servicio de intermedio y alto y un 22.9% tienen un servicio que se considera básico y 5.7% de las comunidades no tienen acceso a ningún servicio de agua potable.

Las comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y los Brasiles, del municipio La Concordia, departamento de Jinotega, no cuentan con el servicio de agua potable y durante los meses de invierno se abastecen mediante estanques que acopian agua los cuales son construidos con tractor. Durante los meses de verano la alcaldía les suministra el servicio, pero sólo lo reciben de manera irregular proporcionando por una cisterna de la municipalidad de manera irregular es decir 1 vez por semana, la cual es almacenada en galones y barriles sin tomar ninguna medida higiénica necesaria para el consumo humano.

Estas comunidades solían contar con un sistema de abastecimiento muy complicado mediante bombeo solar, pero quedó obsoleto hace 3 años debido a que se les averió el sistema eléctrico, además de que la fuente de agua de la cual esta se bombeaba se encuentra en conflicto, ya que el dueño se opone a cederles el derecho.



### **1.3 Justificación**

En Nicaragua la principal problemática que afecta a la mayoría de la población, es la falta de sistemas de abastecimiento de agua potable que brinde las condiciones necesarias para satisfacer las necesidades que no sólo afecta al sector rural sino como también al sector urbano.

La iniciativa de construcción de un sistema de abastecimiento tendría impacto directo en las más de 300 personas que habitan las comunidades para resolver la problemáticas antes expuestas, se propone el Diseño de un mini acueducto por gravedad (MAG), que sea capaz de mejorar la calidad socioeconómica de los pobladores dándoles agua en cantidad, calidad y continuidad durante todo el año y así poder asegurar la calidad de vida y de salud de la población, que durante años reclama por este servicio y que los ha llevado al consumo de agua no segura. Además de beneficiar a la población existente, así como a las generaciones futuras durante el transcurso de su vida útil de 20 años a como lo establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense.

La ejecución del proyecto contribuiría de una manera positiva a la erradicación de enfermedades, tales como la provocada por pandemia del COVID-19 ha puesto en manifiesto la importancia vital del saneamiento, la higiene y el acceso a agua limpia ayuda a prevenir y contener esta y otras enfermedades que merman actualmente a la población mundial y que a largo plazo puede ser perjudicial para la salud causando incluso hasta la muerte.

También el proyecto ayudará a que la población adquiriera consciencia sobre el uso racional de los recursos hídricos y hábitos higiénicos, esto a través de charlas impartidas por el comité del CAPS que se conformará en la comunidad, lo cual contribuirá a mantener la salud comunitaria.

Otro aspecto importante a considerar, es que con la ejecución del proyecto se está colaborando con el cumplimiento de uno de los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la Naciones Unidas, siendo este el objetivo número 6, el cual refiere al agua limpia y saneamiento, cuyas metas están proyectadas para el año 2030.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Diseñar un mini acueducto por gravedad en las comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles, del Municipio de La Concordia, Departamento de Jinotega.

### **1.4.2 Específicos**

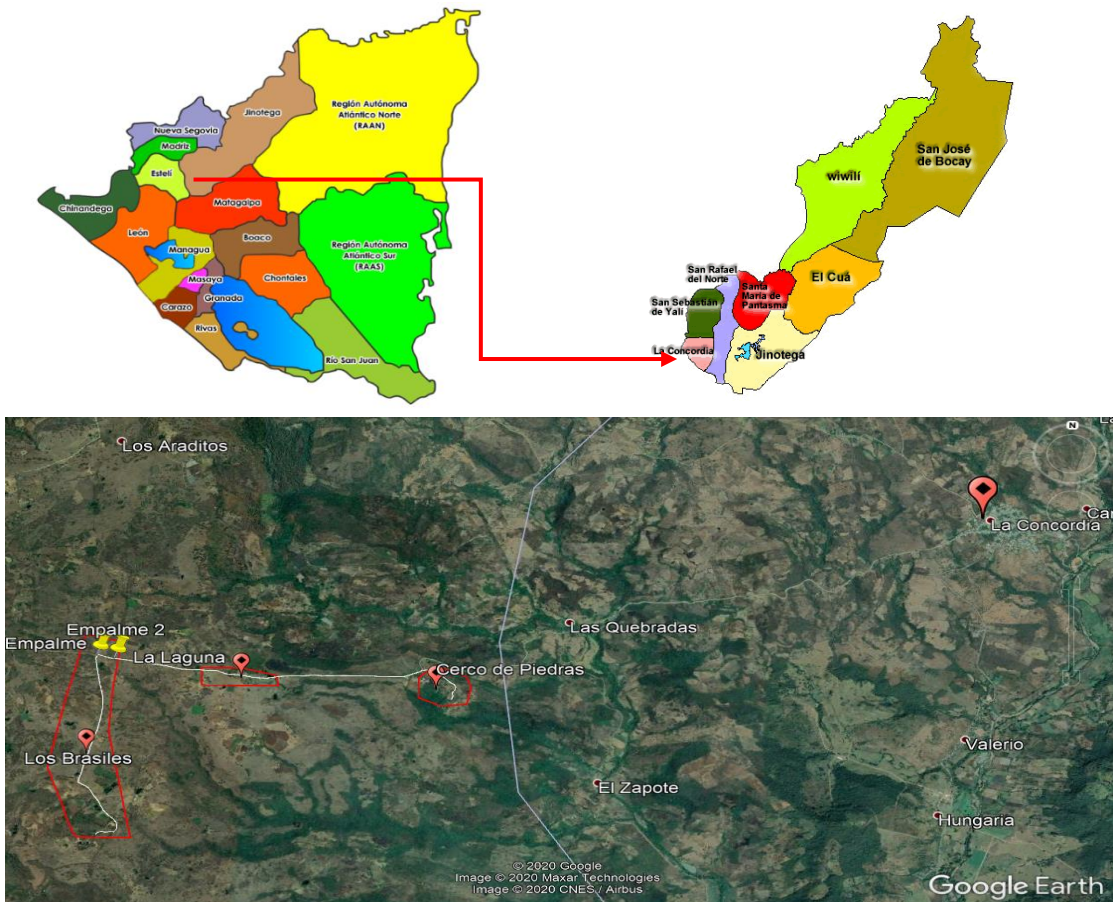
1. Elaborar un estudio socioeconómico para el conocimiento de las condiciones de la población relacionando la demanda de servicios de agua potable, características de la población y la situación económica de la comunidad realizando una encuesta en las comunidades en estudio.
2. Ejecutar un estudio topográfico para la definición de las características del terreno que permita trazar la línea de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento haciendo uso de la estación total y el software AutoCAD Civil 3D.
3. Determinar la calidad de la fuente mediante un análisis físico-químico y bacteriológico
4. Aforar la fuente para determinar la capacidad de producción con relación a la demanda para satisfacer las necesidades de las comunidades.
5. Realizar el análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta los parámetros de la norma técnica, mediante el software EPANET.
6. Elaborar los planos constructivos y el presupuesto de los costos del sistema de agua potable con el fin de conocer la inversión del proyecto.

## 1.5 Descripción del área de estudio

### 1.5.1 Macro y micro localización

Según Alcaldía de La Concordia, el municipio está localizado entre las coordenadas 13°11'00" latitud norte y 86°10'00" longitud oeste, se encuentra a una elevación de 899.11 m.s.n.m y cuenta con una extensión territorial de 151.02 km<sup>2</sup>. Las comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles se localizan a 7 km, 8.4 y 10 km respectivamente al oeste del municipio, aproximadamente a 40 km de la cabecera departamental Jinotega y a 197 kilómetros de la capital Managua, están conformadas por 90 viviendas repartidas entre las tres comunidades las cuales se encuentran dispersas y concentradas en ciertas zonas.

Ilustración 1: Macro localización del proyecto



Fuente: Ministerio Público de Nicaragua, INIDE, Google Earth

## Ilustración 2. Micro localización



Fuente: Google Earth

En cuanto a la disponibilidad de la energía eléctrica las comunidades cuentan con una cobertura casi total a excepción de sectores más aislados, los cuales no fueron beneficiados con el proyecto de electrificación realizado hace más de 3 años. Por lo tanto, los habitantes optan por abastecerse mediante paneles solares.

Según la Alcaldía de la Concordia, la principal actividad económica realizada por los habitantes es la agricultura.

La comunicación con la cabecera departamental consiste en una carretera de macadam que en épocas de lluvia es bastante afectada lo cual la hace de difícil acceso. Existe un transporte público que cubre la ruta de Yalí – La Rica, San Rafael del Norte, La Concordia, Estelí, en su recorrido pasa por la carretera vieja La Concordia - Estelí por la cual se ubican las comunidades de Cerco de Piedra, La Laguna y Los Brasiles, desde la cabecera municipal recorre 7 km, 8.4 km y 10 km respectivamente teniendo un costo de 10 córdobas.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Estudios socioeconómicos**

El estudio recoge información relevante de los diferentes aspectos relacionados con las condiciones sociales, económicas, demográficas y culturales de la población afectada por el proyecto y los impactos en el bienestar que pueda causar el mismo. Además, está dirigido a identificar los distintos grupos de población que se ven implicados por el proyecto y las distintas demandas que estos tienen y así buscar una solución apropiada según la situación que la localidad presenta. (CENEPRED, 2015)

### **2.2 Estudios topográficos**

Según (Wolf & Ghilani, 2009) un estudio topográfico es un estudio técnico y descriptivo del terreno que nos permite determinar las posiciones relativas de los puntos situados por encima de la superficie de la Tierra. Es decir, lo que se hace es estudiar la superficie del terreno, teniendo en cuenta sus características físicas, geológicas y geográficas. Sin dejar de lado algunas alteraciones o accidentes geográficos que pueda tener el terreno. El objetivo de los levantamientos topográficos es recopilar una serie de datos para luego elaborar un plano que refleje con exactitud cualquier detalle del terreno o área en estudio.

### **2.3 Calidad del agua**

El objetivo es abastecer a la población con agua segura de consumo humano y por consiguiente proteger la salud pública, además de ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua. Para lo cual según el (INAA, 1999) se deberán seguir las siguientes instrucciones las cuales son los

parámetros mínimos para la protección de la salud pública de la calidad del agua para el sector rural:

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: Coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

## **2.4 Fuentes de abastecimiento**

Según la (INAA, 1999), la fuente abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales: Suministrar la cantidad suficiente para así satisfacer la demanda de la población, es decir, que se deberá proporcionar en conjunto el gasto máximo diario, sin olvidar que se deberá mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

### **2.4.1 Manantiales**

Según (INAA, 1999, pág. 17) los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuente, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

Para poder considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable se deberán tomar en consideración los siguientes criterios:

El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del período seco de la zona y se tomará como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.



El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desechará su utilización, o se complementará con otra fuente disponible.

#### **2.4.2 Aguas superficiales**

El agua superficial se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Una vez producida, el agua superficial sigue el camino que le ofrece menor resistencia pudiéndose presentar en forma de ríos, arroyos, o quietas si se trata de lagos o embalses. La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües, químicos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, etc. (Castellón, 2014)

#### **2.4.3 Desinfección del agua**

En caso de que las pruebas no atiendan con los requerimientos físico-químicos y bacteriológicos de calidad de agua para el consumo humano proporcionados por el (INAA, 1999) y (CAPRE, 1994), será preciso definir el tratamiento que está requerirá. Según el (INAA, 1999), existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

#### **2.5 Población de diseño**

Es necesario poder predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño. La norma (INAA, 1999, pág. 9) establece utilizar el método geométrico debido a que es el más aplicable en el país. Los valores anuales de crecimiento poblacional varían de, no menor al 2.5%

a no mayor del 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

## **2.6 Aforo de la fuente**

Según (Castellón, 2014), es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal por una sección de un curso de agua. Lo ideal es que los aforos se realicen en las temporadas críticas de estiaje (temporada seca) y en temporada de lluvias para así conocer los caudales mínimos y máximos.

## **2.7 Dotación**

Según (INAA, 1999, pág. 10), la dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día (lppd), está asignada en dependencia del nivel de servicio adoptado, los factores geográficos, factores culturales y el uso del agua. Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

## **2.8 Variaciones de consumo**

Según el (INAA, 1999, pág. 14), las variaciones de consumo se establecen mediante los factores de demanda promedio CPD, tales como el consumo máximo diario CMD y consumo máximo horario CMH, siendo estos el 1.5 del CPD y el 2.5 del CPD respectivamente. Estos sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: Obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

## **2.9 Líneas de conducción**

Según establece el (INAA, 1999, pág. 30), se define como línea de conducción la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se

calculará con el caudal del gasto máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción: Conducción por gravedad y Conducción por bombeo. En este trabajo se hará hincapié en la primera. Las líneas de conducción por gravedad requerirán de accesorios y válvulas para su debida operación, protección y mantenimiento. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

## **2.10 Tanque de almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, según la (INAA, 1999, pág. 36), tienen como objetivos:

- a) Suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil.
- b) Brindar presiones adecuadas en la red de distribución.
- c) Disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Mediante estos objetivos se deben tomar en cuenta distintos aspectos a considerar en cuanto al almacenamiento los cuales son:

### **2.10.1 Capacidad de almacenamiento**

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del CPD, el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará al 20% del CPD, por lo tanto, la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará al 35% del CPD.

## 2.11 Red de distribución

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes especificados en la norma (INAA, 1999, pág. 32):

Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5*CPD$ , más las pérdidas).

El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

## 2.12 Presupuesto

Las variables que se deben de tener en cuenta para la elaboración de un presupuesto están dadas por los siguientes factores según (EALDE, 2016):

**Operaciones:** Atiende a los gastos que intervienen para operar el sistema, definidos por el personal operativo y los costos fijos de operación.

**Financiero:** Se refiere a la necesidad de fondos propios o ajenos para realizar el proyecto.

**Infraestructura:** Atiende a cómo y cuánto invertir en el proyecto para su construcción.

# **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

### **III. Diseño metodológico**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva, ya que se reunirán y procesarán datos mediante encuestas; se realizará en Las comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles del municipio de La Concordia, se tomarán muestras para el análisis del agua y el aforo se llevará a cabo. Se harán visitas de campo al sitio de estudio para recopilar información de carácter económico, salud e higiene, de igual manera las características topográficas del terreno con el fin de seleccionar la ruta más conveniente para el sistema de agua potable.

#### **3.2 Materiales y herramientas**

Software: AutoCAD Civil 3D, EPANET, EXCEL, WORD.

Estudios topográficos: Estación total, trípode, cinta métrica, prisma etc.

Aforo de la fuente: Cronómetro, cubeta, tubo PVC.

#### **3.3 Metodología a emplear**

##### **3.3.1 Estudio socioeconómico**

Se levantará un censo poblacional para obtener la población actual de las comunidades para así obtener el cálculo de la población de diseño, para esto se utiliza como herramienta la encuesta la cual tendrá el formato que proporciona el FISE, la cual se aplica a los jefes de familia de cada una de las casas de la comunidad. Asimismo, cabe destacar que esta encuesta esta modificada según la realidad de la comunidad y así poder conocer las necesidades que tienen las comunidades con respecto a la falta de abastecimiento de agua potable.

Los datos serán obtenidos por medio de la plataforma “Mwater Surveyor”, procesados por medio del software “Microsoft Excel”, con el objetivo de la obtención de los gráficos y todos los cálculos estadísticos necesarios para realizar un análisis socioeconómico.

### **3.3.2 Estudio topográfico**

Se realizará en dos etapas una de campo y la segunda donde se llevará a cabo el procesamiento de los datos obtenidos en la primera etapa:

#### **3.3.2.1 Primera etapa**

Se hace una visita a la fuente para determinar la ruta de la línea de conducción. Se efectúa un levantamiento topográfico haciendo uso de estación total.

Se efectúa un levantamiento topográfico donde se hará uso de estación total. Se tomarán lecturas de las coordenadas (X, Y, Z) de cada una de las casas de la comunidad, donde se muestran los nodos (PI) con sus correspondientes coordenadas y elevación a través de una tabla de resumen para la red de distribución. También se hará un levantamiento del sitio donde estará ubicado el tanque de almacenamiento.

#### **3.3.2.2 Segunda etapa**

- a) Extraer los puntos en el software AutoCAD Civil 3D.
- b) Crear el trazo de la línea de conducción y red de distribución.

Una vez obtenidos los datos de la altimetría y de las coordenadas de cada una de las casas. Se ingresarán en AutoCAD Civil 3D para graficar las curvas de nivel correspondientes, obteniendo el relieve de la comunidad y la distribución de cada una de las casas que conforman la comunidad. De la misma manera, con los datos obtenidos, se propondrá una línea de conducción, así como la red de distribución y la ubicación del tanque.

Este estudio se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno, para diseñar la red de conducción y distribución.

### **3.3.3 Análisis de la calidad de agua**

**Primera etapa:** Primeramente, se extraerá la muestra de la fuente para posteriormente enviarlas al laboratorio donde se les hará un análisis fisicoquímico

y un bacteriológico. Este análisis permitirá conocer el estado del agua, ver que tan apta es para el consumo humano, este estudio es de gran importancia ya que si todos los análisis salen bien se podrá efectuar el proyecto sin que se tenga que preocupar de que el agua afecte la salud humana.

Los parámetros bacteriológicos a considerar son expresados en la norma (CAPRE, 1994, pág. 12).

**Segunda etapa:** Los resultados obtenidos son interpretados y comparados con la Norma CAPRE para verificar si el agua es apta para el consumo humano o si puede ser tratada.

### **3.3.4 Aforo de la fuente**

El aforo a realizar será para determinar los caudales de diseño, este aforo será por medio del método volumétrico que consiste en:

- a) Se hace un vertedero el cual se cubre con plástico negro y rocas esto con el fin de evitar que el agua se escape.
- b) Se coloca un tubo en el centro del vertedero para controlar el flujo de la corriente al final del tubo se coloca un balde y se medirán varios tiempos de llenado con el fin de obtener un tiempo promedio.

Por consiguiente, se determina el volumen del recipiente esto con el fin para poder determinar el caudal que produce la fuente mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \text{Volumen}/\text{tiempo} \quad \text{Ecuación 1: Caudal de la fuente}$$

### **3.3.5 Diseño del sistema de abastecimiento**

#### **3.3.5.1 Población de diseño**

La población a servir se determina mediante la ecuación del método geométrico de proyección especificada en el (INAA, 1999, pág. 9).



$$P_n = P_o * (1 + r)^n$$

Ecuación 2: Proyección de la población método geométrico

Para determinar la tasa de crecimiento se necesita contar con un censo poblacional actual que se obtiene de las encuestas aplicadas del estudio socioeconómico y un censo de años anteriores ya sea suministrado por las diferentes instituciones como INIDE, MINSA o por el jefe de las comunidades. La tasa de crecimiento se determina mediante la siguiente ecuación especificada en la (INAA, 1999, pág. 9).

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{1/n} - 1$$

Ecuación 3: Tasa de crecimiento

Donde:

$P_n$ : Población del año "n"

$P_o$ : Población al inicio del período de diseño

r: Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal

n: Número de años que comprende el período de diseño

### 3.3.5.2 Gastos de diseño

La norma indica que se debe de determinar los gastos de diseño y pérdida mediante las ecuaciones especificadas en la norma (INAA, 1999, pág. 16).

### 3.3.5.3 Consumo doméstico:

Para este tipo de consumo se obtiene ya la población a servir, ahora lo que se debe de elegir es la dotación de consumo. Esto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CD = P_n * D$$

Ecuación 4:  
Consumo doméstico

$$C. \textit{institucional} = 7\% * CD$$
 Ecuación 5: Consumo institucional o público

$$Q_f = 20\% * CPD$$
 Ecuación 6: Pérdidas por fuga

Consumo Promedio Diario (CPD):

$$CPD = CD + C. \textit{institucional}$$
 Ecuación 7: Consumo promedio diario

Donde:

CD: Consumo doméstico.

CPD: Consumo promedio diario.

P<sub>n</sub>: Población de diseño del año "n"

D: Dotación por habitante.

Para las pérdidas en el sistema se asigna un porcentaje del 20% CPD.

Para el consumo en sitios públicos el porcentaje será del 7% CD como lo recomienda la norma.

#### 3.3.5.4 Consumos

Para determinar los consumos se debe de valorar los tipos de consumo que existen en la comunidad:

Consumo máximo diario:

$$CMD = (1.5 * CPD + Q_f)$$
 Ecuación 8: Consumo máximo diario

Consumo máximo horario:

$$CMH = (2.5 * CPD + Q_f)$$
 Ecuación 9: Consumo máximo horario

### 3.3.5.5 Período de diseño

Los periodos de diseño económicos a considerar se presentan en la norma (INAA, 1999, pág. 14).

### 3.3.5.6 Tanque de almacenamiento

El diseño del sistema de almacenamiento se efectuará mediante lo especificado en la norma (INAA, 1999, pág. 36). El volumen de almacenamiento se calcula en base al caudal promedio diario y los porcentajes de regulación (15%) y reserva (20%).

$$V = 35\%CPD \quad \text{Ecuación 10: Volumen del tanque de almacenamiento}$$

### 3.3.5.7 Dimensionamiento:

Se debe de dimensionar el tanque que sea capaz de almacenar el agua suficiente para ser suministrada a la población a servir, mediante las siguientes ecuaciones.

Para calcular la altura del tanque:

$$H = \frac{V}{3} + k \quad \text{Ecuación 11: Altura del tanque}$$

Para ancho y longitud:

$$B = L = \sqrt{\frac{V}{H}} \quad \text{Ecuación 12: Ancho y longitud del tanque}$$

Donde:

H: Altura del tanque (m).

k: Constante de capacidad de almacenamiento.

V: Capacidad en cientos de m<sup>3</sup>.

B: Ancho del tanque (m).

L: Longitud del tanque (m).

### 3.3.5.8 Diseño de la línea de conducción

A partir del consumo máximo diario se hará el diseño de la línea de conducción como lo exige la norma técnica nicaragüense (INAA, 1999). Para determinar el diámetro económico se aplicará la fórmula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con  $K=0.9$  y  $n=0.45$ )

$$D = 0.9 * Q^{0.45} \quad \text{Ecuación 13:}$$

Diámetro económico

Para determinar las pérdidas por fricción la norma recomienda utilizar la fórmula de Hazen-Williams, el coeficiente (C) de Hazen-Williams es presentado en la norma (INAA, 1999, pág. 15).

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.675 * Q^{1.852}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad \text{Ecuación 14: Pérdidas}$$

por fricción mediante  
Hazen-Williams

Donde:

H: Pérdida de carga en metros.

L: Longitud en metros.

S: Pérdida de carga en m/m

Q: Gasto en (m<sup>3</sup>/s)

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams

### 3.3.5.9 Determinar línea piezométrica.

Se determina la línea piezométrica mediante un trazo altimétrico es decir el perfil del terreno que permita conocer los accidentes topográficos presentes, la posición de la tubería con respecto a la línea piezométrica, de esa manera verificar si la línea de conducción está bien trazada para que no se generen presiones negativas.

### 3.3.5.10 Diseño de la red de distribución

Para este diseño se trata de una red de tipo abierta ya que se adapta a la ubicación de las viviendas. Dicho diseño se realizará haciendo uso del software EPANET con el método de Hazen-Williams y tomando en cuenta los parámetros establecidos en la norma (INAA, 1999).

### 3.3.5.11 Caudal en los nodos:

Por medio del método de repartición media se determina la concentración de caudales en los nodos. Y el caudal en cada tramo de tubería será determinado por el método de longitud unitaria.

$$Q_i = q_{ui} * L_i$$

Ecuación 15: Caudal en cada tramo

$$q_{ui} = \frac{CMH}{L_t}$$

Ecuación 16: Caudal unitario

Donde:

Q<sub>i</sub>: Caudal en el nodo

q<sub>ui</sub>: Caudal unitario

L<sub>i</sub>: Longitud de tubería del tramo

L<sub>t</sub>: Longitud total de la red

Los valores mínimos y máximos de las presiones y velocidades que indica la norma (INAA, 1999, pág. 15).

### 3.3.6 Desinfección de agua mediante cloro

Para determinar la cantidad de cloro a utilizar se implementará la metodología estipulada por (Etienne, 2014), expresada en las fórmulas presentadas a continuación:

$$td = \frac{CPD * 24}{Q_e * 86400} * f$$

Ecuación 17: Tiempo diario de goteo

Donde:

td: Tiempo diario de goteo (h/día)

CPD: Caudal promedio diario (L/día)

Q<sub>e</sub>: Caudal de ingreso al tanque de almacenamiento

f: Factor de aumento debido a fugas o desperdicio del sistema, considerado como 1.5

$$Q_{cl} = \frac{V \text{ útil}}{td * t \text{ recarga}}$$

Ecuación 18: Caudal de goteo

Donde:

Q<sub>cl</sub>: Caudal de goteo (h/día)

V útil: Volumen útil del tanque dosador (lts)

t recarga: Tiempo de recarga (días)

$$P_{cl} = \frac{d_{cl} * Q_e * Vt}{Q_{cl} * \%Cl} * 3.6$$

Ecuación 19: Cantidad de cloro

Donde:

P<sub>cl</sub>: Cantidad de cloro (gr)

D<sub>cl</sub>: Demanda estimada de cloro (mg/l)

Vt: Volumen total del tanque dosador seleccionado

%Cl: Porcentaje de pureza del producto utilizado

### **3.3.7 Planos y presupuesto del proyecto**

#### **3.3.7.1 Planos**

Los planos de todo el sistema desde la línea de conducción hasta el almacenamiento y terminando con la distribución sin obviar las distintas estructuras que se puedan presentar, se elaboran a partir del análisis hidráulico realizado en el software EPANET. Finalizando con la realización de los mismos en AutoCAD Civil 3D para así ser exportados y presentados en formato PDF en el presente informe.

#### **3.3.7.2 Presupuesto**

En base a los planos propuestos se llevará a cabo el presupuesto del proyecto, el cual será elaborado mediante el programa Microsoft Project, este nos ayudará a presentar cantidades y costos estimados de los componentes del sistema de abastecimiento. Los alcances de la obra se estiman tomando en cuenta el catálogo de etapas y subetapas que proporciona el FISE.

**CAPÍTULO IV:  
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE  
LOS RESULTADO**



## **IV. Análisis y presentación de los resultados**

### **4.1 Estudio socioeconómico**

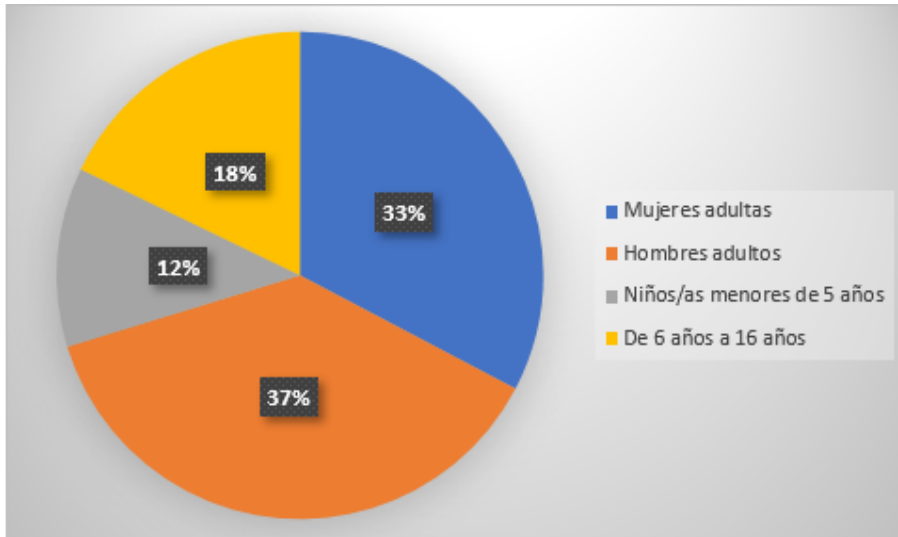
Se realizaron encuestas al 100% de la población de las comunidades en estudio los días 12, 13, 14, 15 y 16 de enero del año 2021, el estudio ayudó a identificar aspectos tales como población, calidad de vida, calidad de viviendas, salud, agua, saneamiento, entre otros.

Por lo tanto, se pudo determinar las diferentes problemáticas existentes y la situación actual en cuanto a condiciones higiénicas sanitarias al igual las formas en las que las comunidades se abastecen.

Por ende, a continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos en el estudio socioeconómico. Mediante el censo poblacional obtenido en las encuestas realizadas se obtuvo un total 368 habitantes presentados en la tabla 1, de los cuales hombres adultos corresponden a un 37% y mujeres adultas a un 33%, seguido por los niños y/o adolescentes que comprenden las edades de 6 a 16 años de edad con un 18% y en menor medida los niños y niñas menores de 5 años con un 12%, acorde al gráfico 1. Por ende, se puede determinar que los hombres adultos son la población mayoritaria en las comunidades.

#### 4.1.1 Población

Gráfico 1: Personas que habitan en la vivienda



Fuente: Elaboración propia

Los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1: Censo poblacional

Población	niñas menores de 5 años	niños menores de 5 años	niñas de 6 a 16 años	niños de 6 a 16 años	mujeres adultas	hombres adultos	Total
La Laguna	7	13	15	11	44	43	133
Los Brasiles	13	9	15	23	70	86	216
Cerco de Piedra	1	1	2	0	7	10	21
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>121</b>	<b>139</b>	<b>370 hab</b>

Fuente: Elaboración propia

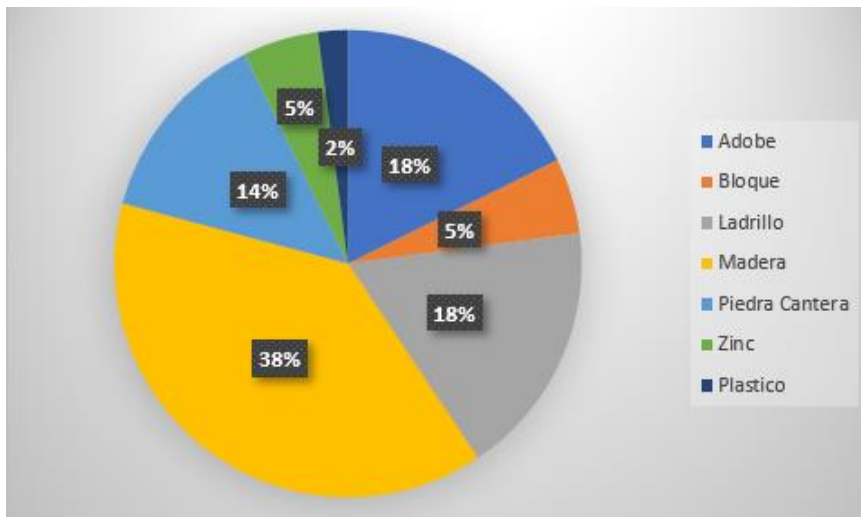
#### 4.1.2 Estado de la vivienda

En base a los datos levantados se obtuvo que el 95% de las viviendas son habitadas por sus dueños, son propias y de uso domiciliar y el 5% restante son ocupadas por trabajadores de los dueños ya que son fincas ganaderas o agrícolas. Se determinó que hay 105 viviendas de las cuales 100 son de uso

domiciliar, 2 son fincas ganaderas u agrícolas las cuales no son ocupadas por sus dueños o trabajadores y únicamente 3 son de tipo vivienda-negocio.

En esta encuesta se consideró el estado de la vivienda y los materiales constructivos de las paredes, obteniendo como resultado que la madera es material predominante en la mayoría de viviendas con 38%, seguido por el ladrillo y el adobe con un 18% respectivamente, la piedra cantera con 14% y en menor cantidad el bloque, zinc, y plástico con 5%, 5% y 2% respectivamente. Estos datos están representados mediante el material más predominante ya que varias viviendas cuentan con la combinación de dos o tres tipos de materiales esto acorde al gráfico 2.

Gráfico 2: Material predominante en la estructura de la vivienda

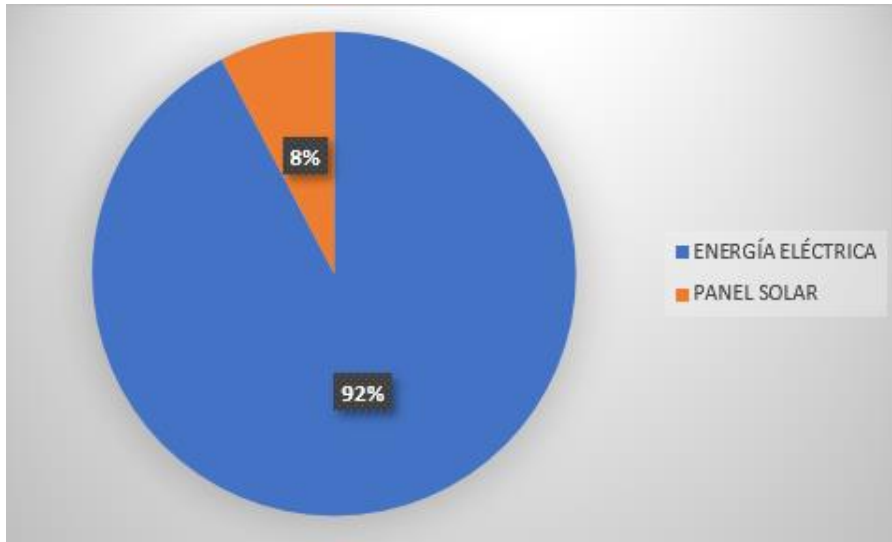


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.1 Abastecimiento eléctrico

Las comunidades cuentan con una cobertura del 92% de abastecimiento eléctrico y el 8% restante corresponde a las viviendas más alejadas que no fueron tomadas en cuenta a la hora del proyecto de electrificación y se abastecen mediante panel solar.

Gráfico 3: Abastecimiento eléctrico

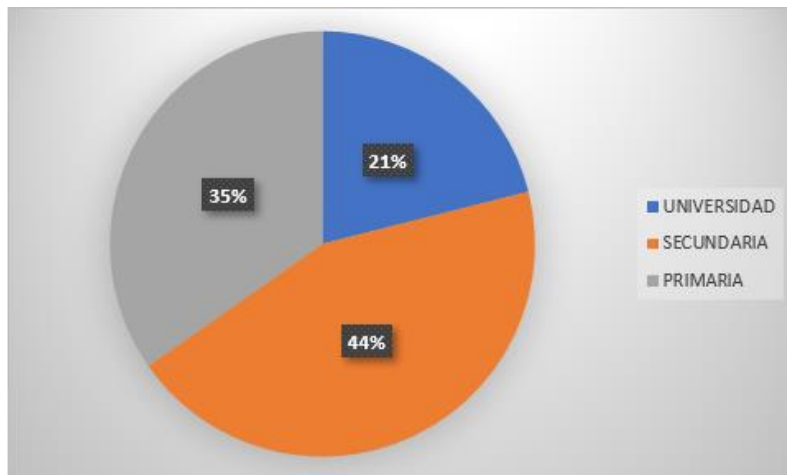


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Educación

Según los datos levantados se obtuvo que en la mayoría de los hogares en nivel más alto alcanzado en la familia ha sido la secundaria con un 44%, seguido por la primaria con un 35% y en menor medida la universidad con un 21%.

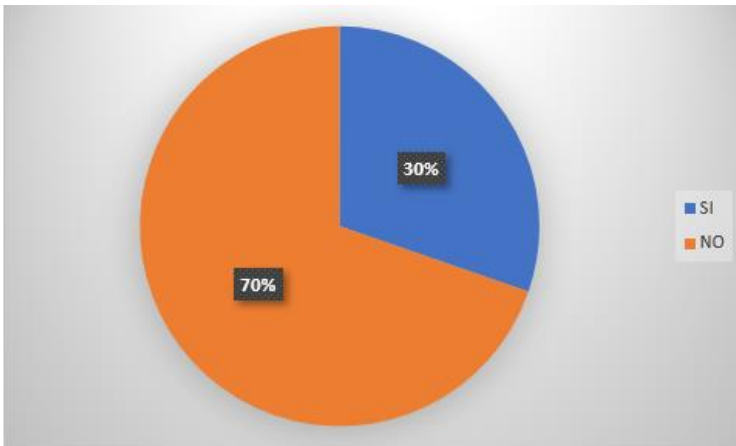
Gráfico 4: Nivel de educación más alto alcanzado



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al gráfico 5, en el 30% de las viviendas encuestadas hay al menos una persona en la familia que no sabe leer ni escribir debido ya sea a su avanzada edad, que nunca estudiaron ya que no existían las posibilidades que hay ahora, tienen problemas de aprendizaje o discapacitados, niños menores de edad que todavía no asisten a la escuela.

Gráfico 5: Hay alguna persona en la familia que no sabe leer ni escribir

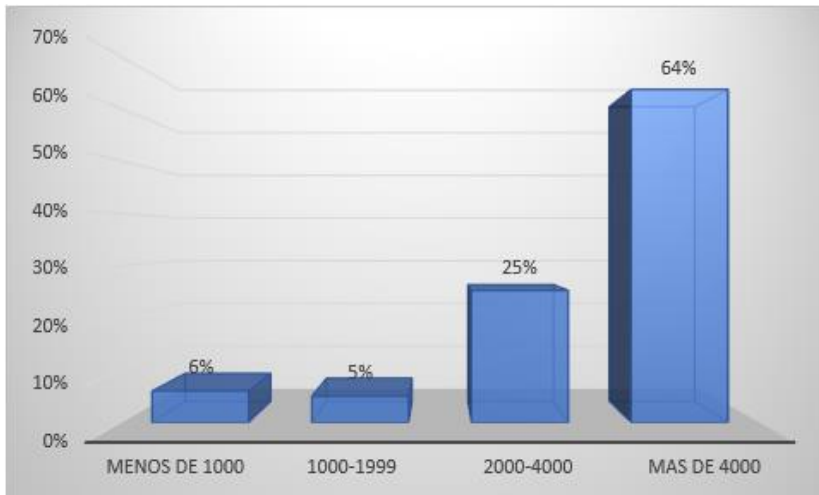


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 Economía

En base a la información recopilada en el estudio en el gráfico 6, se refleja que el 64% de la población tienen ingresos mayores a los C\$4000 al mes, cabe destacar que es reflejado mediante una estimación ya que las personas que trabajan en la comunidad, la gran mayoría se dedica a la agricultura por lo tanto estos ingresos son por temporada o por cantidad de días al mes que trabajan, es decir, no es un valor constante durante el transcurso del año.

Gráfico 6: Ingreso económico mensual

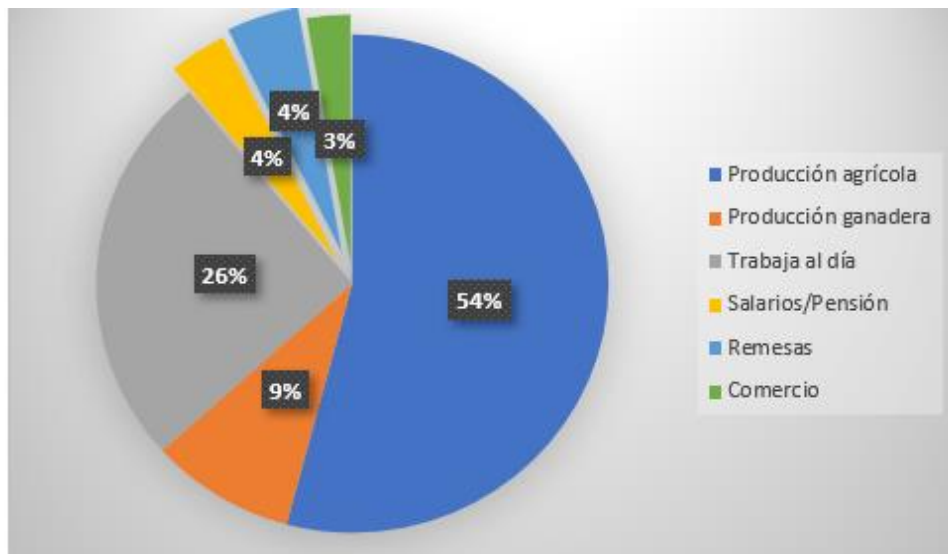


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4.1 Fuentes de Ingreso

Mediante los datos obtenidos se lograron determinar las fuentes de ingreso de los pobladores de la comunidad presentadas en el gráfico 7, siendo las más predominante la producción agrícola además de la población que trabaja al día en dicha producción.

Gráfico 7: Fuentes de ingreso



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.5 Abastecimiento de agua**

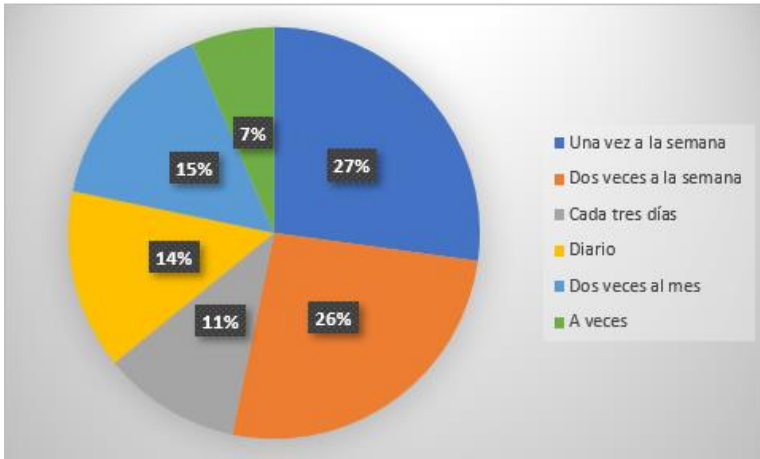
La población de las distintas comunidades tienen diferentes maneras de obtener el agua ya que en la comunidad La Laguna y Los Brasiles la mayoría de la población obtienen el agua de sectores aledaños la cual es transportada en el bus que pasa por la localidades, en moto o camioneta desde sectores aledaños que si cuentan como un sistema como lo es la comunidad de Las Quebradas ubicada aproximadamente a 4 y 6 km respectivamente de dicha comunidad, en la comunidad de Cerco de Piedra la situación es adversa debido a que la comunidad en sí no se encuentra ubicada sobre la carretera no lo hace de esta manera, ya que ellos cuentan con un ojo de agua ubicado aproximadamente a 300 metros, además de un pozo ubicado en la propiedad de uno de sus habitantes.

Cabe destacar que la población es también suministrada mediante la cisterna que proporciona la Alcaldía de la Concordia en temporada seca, aunque la población admite que tienen tiempo de no llegar quizá debido al mal estado del camino que conduce a dichas comunidades.

El agua que utilizan para el oficio la obtienen de los distintos tanques y estanques que se encuentran en las comunidades los cuales son abastecidos mediante captación de lluvia.

Según el gráfico 8, la mayoría de la población concuerda en que suelen recolectar agua de los sectores aledaños una o dos veces a la semana siendo estas las respuestas más frecuentes entre la población.

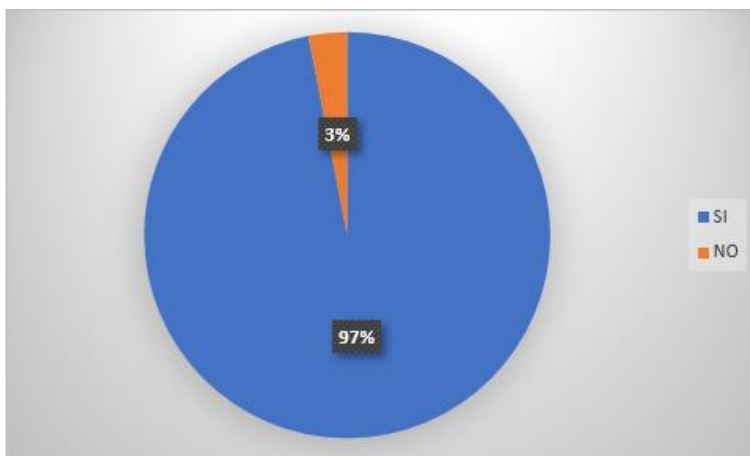
Gráfico 8: Frecuencia con la que recolectan agua para tomar



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 9 se refleja que la gran mayoría de la población está dispuesta a apoyar ya sea económicamente o con mano de obra como excavaciones, aterrado de tubería, traslado de materiales, apoyo a la hora de mezclar, etc. El porcentaje que dijo que no corresponde a personas mayores de la tercera edad que no tienen las posibilidades tanto económicas como físicas para poder aportar, así como también porque no habitan la vivienda y se encuentra deshabitada y solo se les puede encontrar en ellas por temporadas.

Gráfico 9: Disposición de aportación para el proyecto



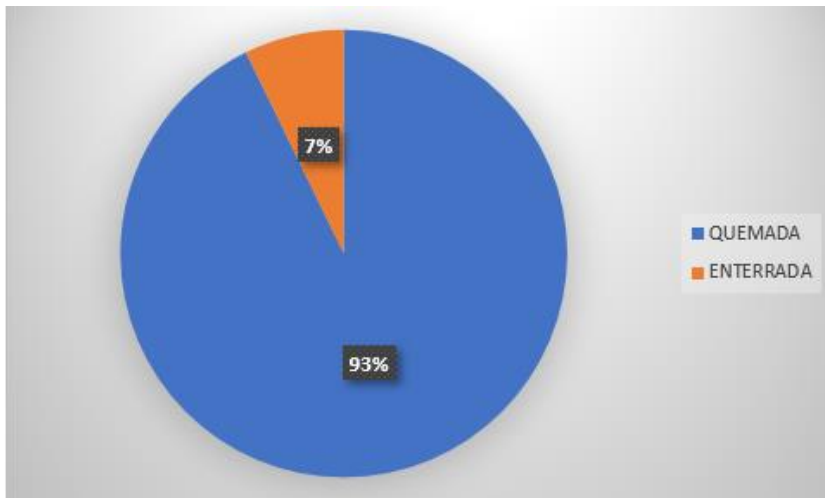
Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.6 Salud

La gran mayoría de la población encuestada afirmó que la disposición final que le dan a la basura es quemarla, mientras que una cierta cantidad la entierran, cabe destacar que algunos afirmaron recurrir a ambas soluciones de vez en cuando. Ya que estas dos maneras son las únicas a las que tienen acceso debido a sus condiciones.

Gráfico 10: Disposición de la basura

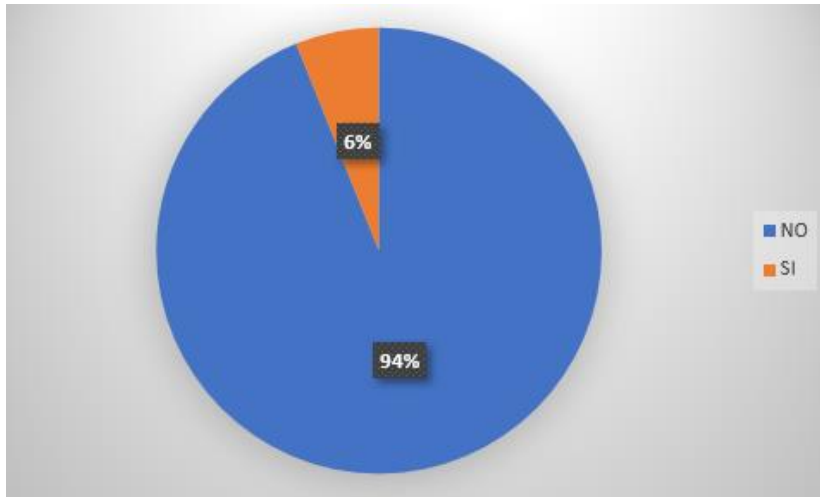


Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.6.1 Enfermedades

Según los pobladores de las comunidades de La Laguna, Los Brasiles y cerco de Piedra, solamente un 6% de la población se ha enfermado en los últimos seis meses, acorde al gráfico 11, correspondiendo estas a enfermedades respiratorias y los más afectados son los niños.

Gráfico 11: Personas que han presentado enfermedades

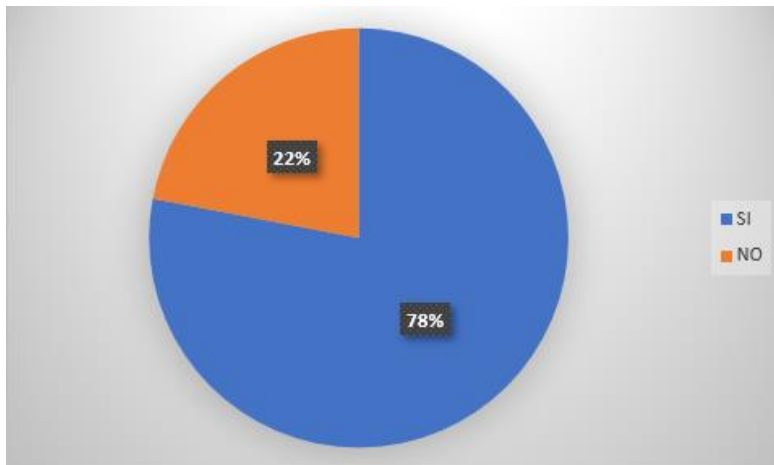


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7 Condiciones sanitarias

La mayoría de viviendas encuestadas cuentan con una instalación sanitaria siendo estas un 78% del total, mientras que un 22% de las viviendas no cuentan con una instalación sanitaria. Cabe destacar que la población que no cuenta con una suele prestarla a un vecino y otras suelen hacerlo al aire libre.

Gráfico 12: Presencia de alguna instalación sanitaria en la vivienda

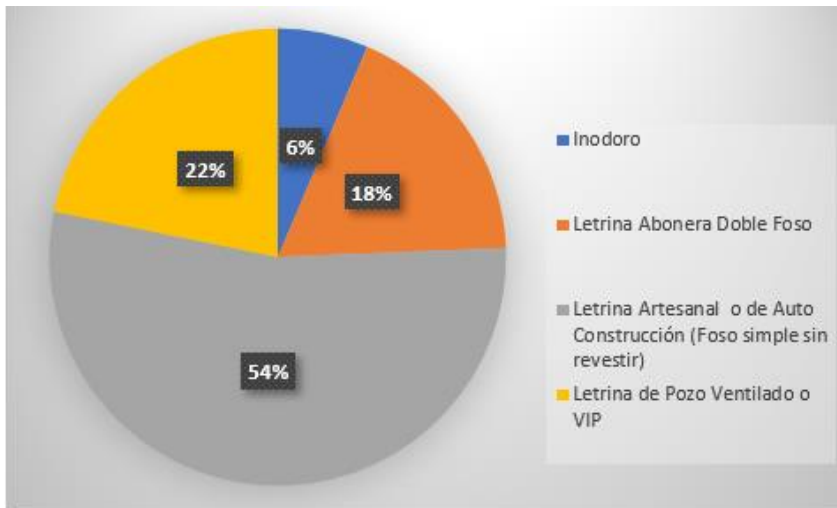


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7.1 Tipo de instalación sanitaria existente

Las viviendas cuentan con diferentes tipos de instalaciones sanitarias, siendo la más predominante la letrina artesanal o de autoconstrucción con un 54% y solamente un 6% de las viviendas cuentan con un inodoro, mientras que el 22% con letrinas de foso ventilado VIP y el 18% cuentan con letrinas aboneras doble foso.

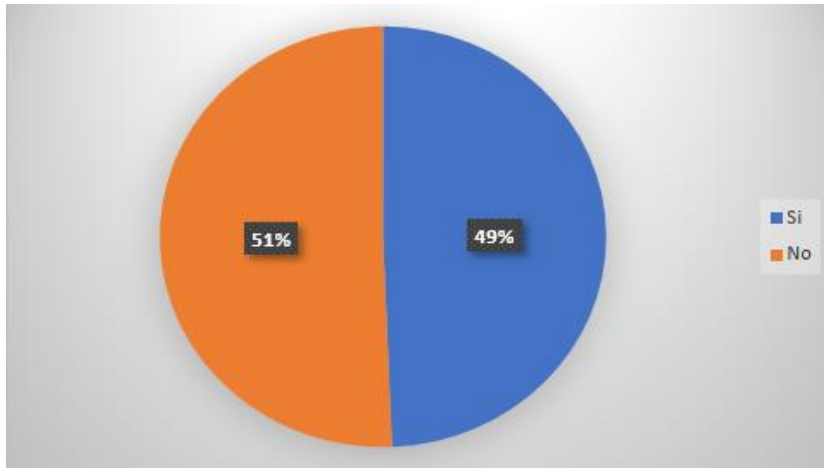
Gráfico 13: Tipo de instalación sanitaria presente en la vivienda



Fuente: Elaboración propia

La población se encuentra dividida en cuanto a problemas debido a sus instalaciones sanitarias estas debido a que la mayoría son artesanales o de autoconstrucción y durante la época de invierno el foso se suele llenar de agua, otra de las razones es que tiende a haber mal olor y suelen predominar moscas, zancudos, además de que no hay agua para limpiar las instalaciones. Otra de las complicaciones suele ser que las viviendas que cuentan con otro tipo de letrina estas son de proyectos antiguos que tienen más de 10 años de antigüedad y su estado no es el mejor actualmente.

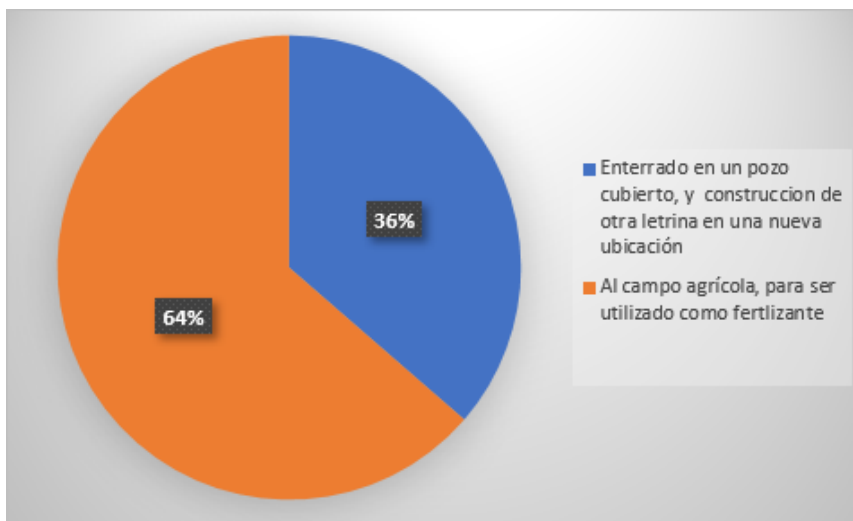
Gráfico 14: Problemáticas con la instalación sanitaria



Fuente: Elaboración propia

Acorde al gráfico 15, la disposición de los desechos cuando el foso de la letrina se llena suele ser utilizado en el campo agrícola como fertilizante o enterrada en un pozo cubierto y construcción de una nueva letrina.

Gráfico 15: Disposición de los desechos

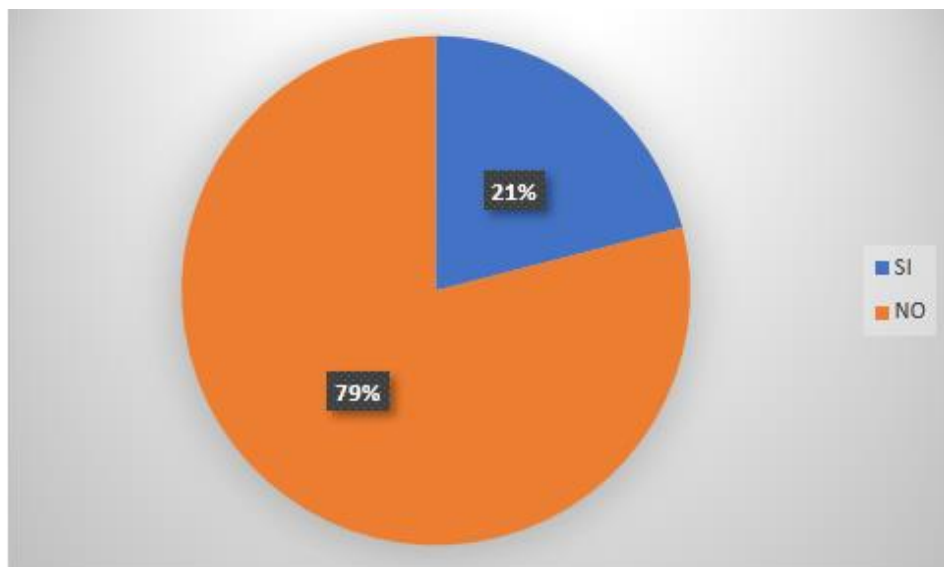


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7.2 Instalación de lavado de manos

La mayoría de las viviendas encuestadas no cuentan con una instalación fija de lavado de manos y siendo esta instalación de lavado móvil (jarra, pana, balde)

Gráfico 16: Presencia de instalación de lavado de mano.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Población de diseño

En base al censo oficial de la república de Nicaragua realizado en el año de 2005 cuyos datos son proporcionados por el (INIDE, 2008) y según el censo obtenido mediante las encuestas realizadas a la población de las comunidades, se obtuvo la tasa de crecimiento poblacional para el municipio de La Concordia, mediante la aplicación de la ecuación 3.

Tabla 2: Censo para las comunidades en estudio

Censo comunidades La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles	
Año	Población (hab)
2021	370
2005	320

Fuente: INIDE, Elaboración propia

$$r = \left(\frac{370}{320}\right)^{1/16} - 1$$

$$r = 0.0091$$

Como se puede observar en la tabla 2 a lo largo de los 16 años que transcurrieron entre los 2 censos ha habido un incremento en la cantidad de habitantes dando como resultado una tasa de crecimiento (0.91% anual). La normativa nacional estipulada por la INAA establece que no se permite una tasa de crecimiento que sea <2.5% ni >4%, por lo tanto, el valor de la tasa de crecimiento adoptado será del 2.5% ya que la tasa obtenida es menor a la establecida.

Mediante los datos obtenidos de las encuestas se obtuvo en el censo en el cual se obtuvo una cantidad de 370 habitantes distribuidos entre las 3 comunidades durante el año 2021 estos datos están reflejados en la tabla 1, para realizar el cálculo de la proyección poblacional al final del periodo de diseño (20 años), se hace mediante la aplicación de la ecuación 2.

$$P_n = 370 * (1 + 0.025)^{20 \text{ años}}$$

$$P_n = 606 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto, como se puede observar en la Tabla 3, para el final del periodo de diseño del sistema (20 años), para el año de 2041 se espera una población de 606 habitantes.

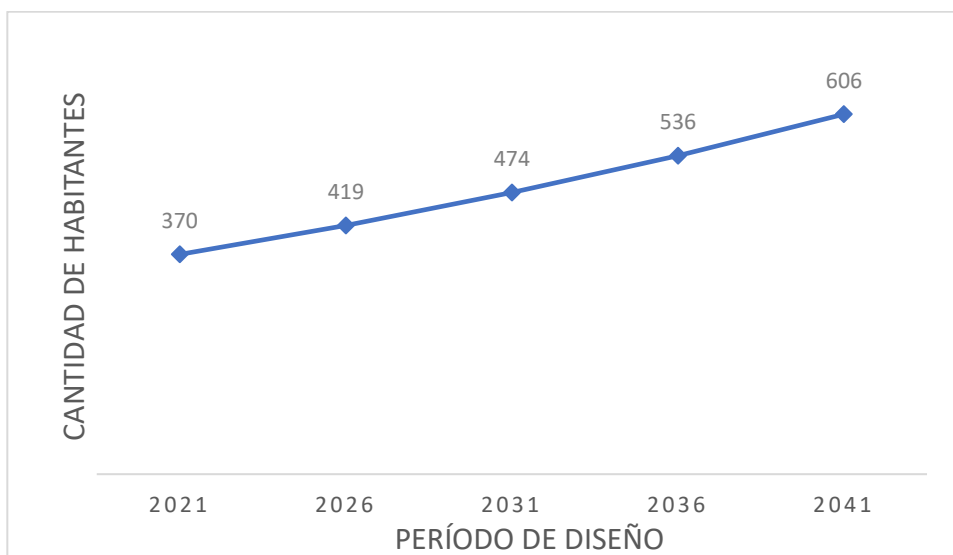
Tabla 3: Proyección poblacional

Periodo n	Año	Población (habitantes)
0	2021	370
5	2026	419
10	2031	474

Periodo n	Año	Población (habitantes)
15	2036	536
<b>20</b>	<b>2041</b>	<b>606</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: Proyección poblacional



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1 Gastos de diseño

Mediante la aplicación de las ecuaciones 4, 5, 6 y 7 se obtuvieron los gastos de diseño la dotación utilizada será la 60 lppd, la cual está estipulada para los sectores rurales del país por la normativa nacional, además cabe destacar que la normativa nacional no establece una dotación para el consumo institucional en la zona rural, por tanto se adoptó la dotación establecida en la norma técnica para áreas urbanas la cual es del 7% del CD, las ecuaciones 8 y 9 se obtuvieron los caudales de diseño y para determinar el volumen del tanque de diseño se utilizará la ecuación 10.

Donde:

$$CD = P_n * D$$

CD: Consumo doméstico

$$CD = \frac{606 * 60 \text{ lppd}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$CD = 0.421 \text{ lps}$$

Pn: Población de diseño

$$C. inst = 7\% * CD$$

D: Dotación

$$C. inst = 7\% * 0.421 \text{ lps}$$

C.inst: Consumo institucional

$$C. inst = 0.030 \text{ lps}$$

Qf: Pérdidas

$$CPD = CD + C. inst$$

$$CPD = 0.421 \text{ lps} + 0.030 \text{ lps}$$

CPD: Caudal promedio diario

$$CPD = 0.451 \text{ lps}$$

CMD: Caudal máximo diario

$$Qf = 20\% * CPD$$

$$Qf = 20\% * 0.451 \text{ lps}$$

$$Qf = 0.090 \text{ lps}$$

CMH: Caudal máximo horario

$$CMD = (1.5 * CPD + Qf)$$

$$CMD = (1.5 * 0.451 \text{ lps}) + 0.090 \text{ lps}$$

$$CMD = 0.77 \text{ lps}$$

$$CMH = (2.5 * CPD) + Qf$$

$$CMH = (2.5 * 0.451 \text{ lps}) + 0.090 \text{ lps}$$

$$CMH = 1.22 \text{ lps}$$

$$V = 35\% CPD$$

$$V = (35\% * 0.451) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}}$$

$$V = 13.63 \text{ m}^3$$

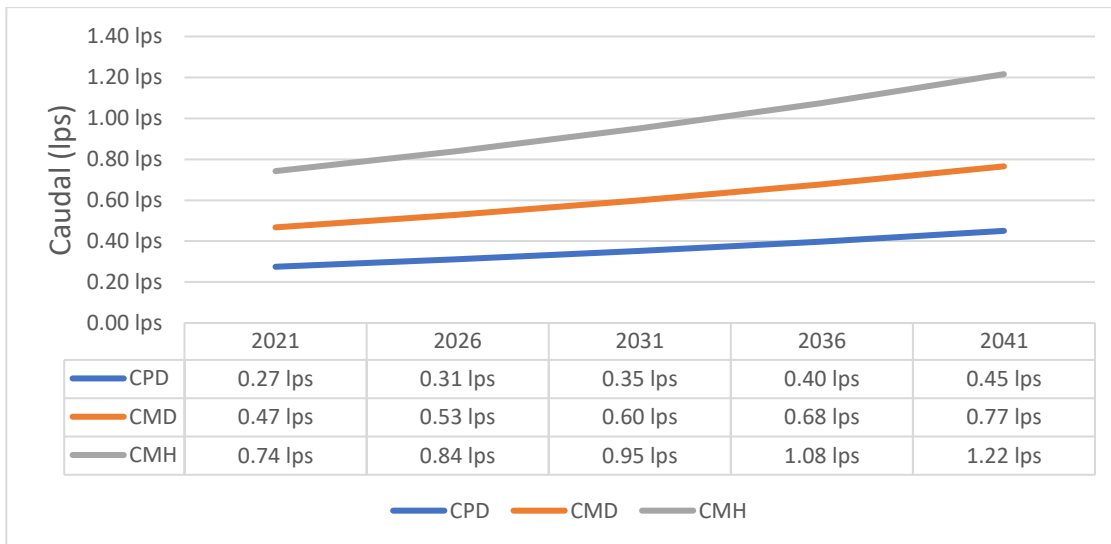


Tabla 4: Caudales de diseño y volumen de almacenamiento.

Año	Población	CPD (LPS)	CAUDALES DE DISEÑO		ALMACENAMIENTO
			CMD	CMH	m3
2021	370	0.27 lps	0.47 lps	0.74 lps	8.3
2026	419	0.31 lps	0.53 lps	0.84 lps	9.4
2031	474	0.35 lps	0.60 lps	0.95 lps	10.7
2036	536	0.40 lps	0.68 lps	1.08 lps	12.0
<b>2041</b>	<b>606</b>	<b>0.45 lps</b>	<b>0.77 lps</b>	<b>1.22 lps</b>	<b>13.6</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 18: Caudales de diseño



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de las encuestas y parámetros de diseño establecidos por la norma, se obtuvieron los resultados de la proyección poblacional, estos datos son base para dictaminar los caudales de diseño para el final del periodo de diseño (20 años), los cuales fueron: 0.45 lps para el consumo promedio diario (CPD), 0.77 para el consumo máximo por día (CMD) y 1.22 lps para el consumo máximo por hora (CMH), acorde a la tabla 4 y el gráfico 18.

### 4.3 Aforo de la fuente

Se lograron identificar 2 fuentes las cuales están localizadas en la comunidad El Zacatón, en la propiedad de José Indalecio Rodríguez, dichas fuentes se encuentran a una altura de 1378.1 msnm y 1389.06 msnm. Se realizó el aforo en ambas fuentes para determinar con cuál de ellas se pretende abastecer a las comunidades.

El aforo de las fuentes se realizó mediante el método volumétrico, el cual consiste en tomar el tiempo que tarda la corriente de agua en llenar un recipiente de un volumen determinado. En dichos aforos empleando la ecuación 1 se obtuvieron los siguientes datos presentados en la tabla 5 y 6.

Tabla 5: Aforo fuente 1

Fuente 1		
tiempo (seg)	Volumen recipiente (L)	Caudal (Lps)
14.84	21.55	1.45
14.85	21.55	1.45
14.89	21.55	1.45
14.95	21.55	1.44
14.82	21.55	1.45
15.05	21.55	1.43
<b>14.90</b>	<b>21.55</b>	<b>1.45</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Aforo fuente 2

Fuente 2		
tiempo (seg)	Volumen recipiente (L)	Caudal (Lps)
40.71	21.55	0.53
40.45	21.55	0.53
40.54	21.55	0.53
40.58	21.55	0.53
40.55	21.55	0.53
40.04	21.55	0.54
<b>40.48</b>	<b>21.55</b>	<b>0.53</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 5 y 6 la fuente que es capaz de abastecer a las comunidades es la fuente 1 ya que el caudal resultante de esta es de 1.45 lps, el cual da abasto a los caudales de diseño calculados para la población que se pretende abastecer.

#### 4.4 Análisis de la calidad de agua

Los estudios que se muestran a continuación, hechos a la fuente de agua de interés comunitario (Fuente 1), fueron realizados el día 17 de marzo del 2021 en colaboración de Water for People, organización no gubernamental que se encarga de realizar proyectos de desarrollo en el sub sector urbano y rural, entre los que destacan los proyectos de agua potable y saneamiento.

En las tablas 7 y 8, se muestran los resultados del análisis físico-químico y bacteriológico, los cuales fueron remitidos al centro para la investigación en recursos acuáticos de Nicaragua (CIRA) de la UNAN- Managua (Ver Anexo), los resultados fueron comparados con los valores de referencia encontrados en las

Normas de calidad del agua para consumo humano, emitidas por el (CAPRE, 1994).

#### 4.4.1 Análisis físico-químico

Tabla 7: Resultados fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite o rango de cuantificación	Valor admisible CAPRE	Observación
Turbidez	UNT	3.95	0.00 a 999	5 UNT	Cumple
pH a 25° C	Unidades de pH	6.29	4.00 a 10.00	Sin referencia	Cumple
Conductividad eléctrica a 25° C	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	94.6	100 a 1413	Sin referencia	Cumple
Sólidos totales disueltos	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	62.82		1000 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Color verdadero	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ Pt-Co	<5.0	5.0 a 100	15 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ Pt-Co	Cumple
Sodio	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	4.23	0.25 a 10	200.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Potasio	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	<0.10	0.1	10.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Magnesio	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	4.5	0.15	50.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Calcio	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	7.62	0.12	Sin referencia	Cumple
Cloruro	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	4.37	0.25	250.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Nitrato	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	1.82	0.25	50.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Sulfato	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	1.55	0.25	250.00 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	Cumple
Carbonato	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	<6.00	6	Sin referencia	Cumple

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite o rango de cuantificación	Valor admisible CAPRE	Observación
Bicarbonato	mg.l <sup>-1</sup>	45.15	2.25	Sin referencia	Cumple
Dureza total como CaCO <sub>3</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	37.5	0.19	Sin referencia	Cumple
Dureza cálcica como CaCO <sub>3</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	19	0.29	Sin referencia	Cumple
Alcalinidad total como CaCO <sub>3</sub>	mg.l <sup>-1</sup>	37	1.86	Sin referencia	Cumple
Alcalinidad a la fenolftaleína	mg.l <sup>-1</sup>	<5.00	5	Sin referencia	Cumple
Sílice reactiva disuelto	mg.l <sup>-1</sup>	34.57	0.52	Sin referencia	Cumple
Nitrito	mg.l <sup>-1</sup>	<0.023	0.023	0.10 o 3.00 mg.l <sup>-1</sup>	Cumple
Hierro total	mg.l <sup>-1</sup>	<0.03	0.03	0.30 mg.l <sup>-1</sup>	Cumple
Fluoruro	mg.l <sup>-1</sup>	<0.25	0.25	0.7 a 1.15 mg.l <sup>-1</sup>	Cumple
Amonio	mg.l <sup>-1</sup>	0.202	0.021	0.5 mg.l <sup>-1</sup>	Cumple

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite o rango de cuantificación	Valor admisible CAPRE	Observación
Balance iónico de la muestra	%	0.53			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 7, los parámetros físico-químicos medidos indican que el agua es adecuada para fines de consumo humano, pues las concentraciones se muestran dentro de los límites permisibles por las normas CAPRE.

#### 4.4.2 Análisis bacteriológico.

A continuación, en la tabla 8 se detallan los resultados obtenidos de la prueba bacteriológica y metales pesados.

Tabla 8: Resultados bacteriológicos y metales pesados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite o rango de detención	Valor admisible	Observación
Arsénico total	mg.l <sup>-1</sup>	7.40 * 10 <sup>-4</sup>	7.00 * 10 <sup>-4</sup>	0.01 mg.l <sup>-1</sup>	Cumple
Coliforme total	NPM/100 mL	3.30 * 10 <sup>2</sup>	<1.8	Negativo	No cumple
Coliforme fecal	NPM/100 mL	2.30 * 10 <sup>2</sup>	<1.8	Negativo	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentados en la tabla 8 muestran el análisis bacteriológico, el cual indica una leve presencia de coliforme total, sin embargo, debe considerarse

que esta bacteria no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

Considerando este resultado se deduce la necesidad de establecer alternativas técnicas para potabilizar el agua de la fuente, siendo suficiente la desinfección preventiva con cloro.

#### **4.5 Levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico de las comunidades La laguna, Cerco de Piedra y los Brasiles, realizado con estación total, se lograron determinar las coordenadas (X, Y, Z) de las posibles fuentes de abastecimiento, el predio del tanque de almacenamiento y de cada una de las viviendas a beneficiar.

Se pudo determinar que el punto más alto es el 635 el cual se ubica en los alrededores de la fuente 2 con una elevación de 1395.851 msnm y con las siguientes coordenadas (X 583072.39, Y 1463929.42) y la fuente 1 (X 582844.846, Y 1463874.952) con una elevación de 1378.1 msnm (punto 206), ambas ubicadas en la propiedad de José Indalecio Rodríguez en la comunidad El Zacatón, municipio de la Concordia, el resumen de estos datos se presentan en la tabla 9. De la misma manera se obtuvieron las coordenadas para el predio del tanque de almacenamiento (punto 410) el cual está ubicado en la propiedad de Denis Rodríguez (X 580639.136, Y1457797.702) con una elevación de 1357.58 msnm. Por lo tanto, según la tabla 10 existe una diferencia de altura de 31.42 m entre la fuente 2 y el tanque de 20.52 m entre la fuente 1 y el tanque.

La tabla 10 establece que la casa que se encuentra en el punto más alto es la C99 propiedad de Luis Velásquez con una elevación 1356 msnm y la casa que se encuentra en el punto más bajo es la C078 propiedad de Alfonso Flores con una elevación de 1013 msnm. Por lo tanto, existe una diferencia de altura de 0.71

m y 334.30 m respectivamente entre el tanque y la vivienda con mayor y menor elevación.

Los datos de la memoria topográfica se encuentran en los anexos, a continuación, en las tablas 9 y 10 se presenta un resumen de las elevaciones mencionadas.

Tabla 9: Resumen de elevaciones

Elevaciones	N° punto	E	N	Z	Descripción
Elevación máx.	635	583072.39	1463929.42	1395.851 msnm	Fuente 2
Elevación mín.	549	585038.911	1456774.12	1013.276 msnm	C078: Alonso Flores
Elevación captación	206	582844.846	1463874.95	1378.100 msnm	Fuente 1
Elevación tanque	410	580639.136	1457797.7	1357.580 msnm	Tanque
Punto más bajo en la LC	371	581173.365	1459658.2	1267.274 msnm	371
Vivienda con mayor elevación	570	580635.881	1458004.81	1356.870 msnm	C099: Luis Velásquez
Vivienda con menor elevación	549	585038.911	1456774.12	1013.276 msnm	C078: Alonso Flores

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes del levantamiento topográfico



Tabla 10: Diferencia de elevaciones

Diferencia de elevaciones	
Captación - Tanque	20.520 m
Captación -Punto más bajo en la conducción	110.826 m
Punto más bajo en la conducción - Tanque	-90.306 m
Tanque - Vivienda con mayor elevación	0.710 m
Tanque - Vivienda con menor elevación	344.304 m

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Obra de captación

La obra de captación se encuentra a 1378.1 msnm, está ubicada directamente en la fuente de abastecimiento, la cual consiste en una caja de concreto reforzado con la característica de ser una captación de un manantial de ladera y concentrado, el dimensionamiento de la misma está diseñado en base a lo expuesto en (Agüero Pittman, 1997, pág. 40).

Tabla 11: Dimensionamiento obra de captación

Dimensionamiento cámara húmeda	
Número de orificios	
Nº orificios	4
D orificios	1 1/2 "
Ancho de la pantalla	
b	95.25 cm
b	100.00 cm

<b>Dimensionamiento cámara húmeda</b>	
<b>Altura cámara húmeda</b>	
<b>HC-H</b>	76.85 cm
<b>H C-H</b>	100.00 cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Dimensionamiento de la canastilla

<b>Dimensionamiento canastilla</b>	
<b>Lmin canastilla</b>	19.00 cm
<b>L asumida</b>	30.00 cm
<b>Ancho ranura</b>	5.00 mm
<b>Largo ranura</b>	7.00 mm
<b>Área ranura</b>	35.00 mm <sup>2</sup>
<b>Ac</b>	0.0032 m <sup>2</sup>
<b>At</b>	0.006 m <sup>2</sup>
<b>N° de ranuras</b>	181
<b>D tub rebose</b>	2 "

Fuente: Elaboración propia

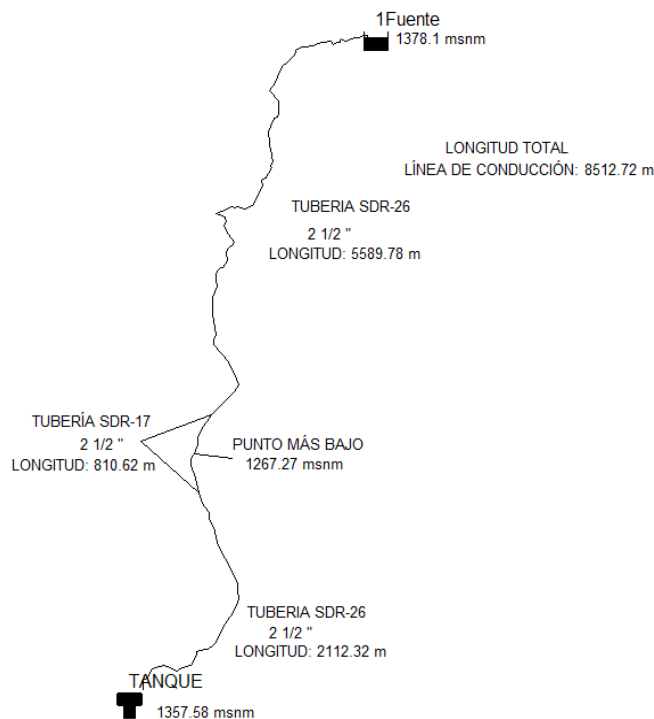
En la tabla 11, se presentan los cálculos del dimensionamiento de la obra de captación, compuesta por la cámara húmeda y la canastilla, en el caso de la cámara húmeda consiste en la pantalla de ingreso de 1 m de ancho, la cual contará con 2 filas de 4 orificios de 1 ½", la altura de la cámara será de 1 m con una altura máxima de nivel de agua igual 0.5 m.

La canastilla constará de 181 ranuras de 5 mm x 7 mm, la longitud asumida de la canastilla será de 30 cm, el diámetro de la misma será de 4", para la limpieza y rebose de la misma la cámara contará con una tubería de limpieza en el fondo de la cámara además de un cono de rebose ubicado al nivel máximo del agua.

#### 4.7 Línea de conducción

La línea de conducción se diseñará en base al caudal de consumo máximo día al final del período de diseño, en este caso el CMD= 0.77 lps. El levantamiento topográfico determinó que la longitud de la línea de conducción desde la fuente al tanque de almacenamiento propuesto es de 8512.72 m, a la vez se pudo determinar que la fuente de abastecimiento está ubicada a una altura de 1378.1 msnm y el tanque de almacenamiento estará a una altura de 1357.58 msnm, por lo tanto, se refleja una diferencia de altura entre fuente y tanque de 20.52 m.

Ilustración 3: Línea de conducción



Fuente: Elaboración propia

##### 4.7.1 Determinación del diámetro de la tubería de la línea de conducción

Para la selección del diámetro en la línea de conducción por gravedad, es necesario realizar un análisis hidráulico para determinar las pérdidas, presiones y velocidades en el sistema y así seleccionar el diámetro económicamente y técnicamente más óptimo, debido a esto se realizó una comparación entre

diversos diámetros primeramente la estimación del diámetro económico para la línea de conducción fue a partir de la ecuación 13, la cual se muestra a continuación:

$$D = 0.9 * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 36.36 \text{ mm}$$

Así como también se utilizó la ecuación 20 para la determinación de los diámetros a evaluar, esta ecuación toma en cuenta el rango de velocidades (0.4 m/s y 2 m/s), las cuales están estipuladas por la norma.

$$D_{vm\acute{a}x} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Ecuación 20: Diámetro de la tubería

$$D_{vm\acute{a}x} = \sqrt{\frac{4 * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(2 \text{ m/s})} * \frac{1000}{\text{m}}}$$

$$D_{vm\acute{a}x} = 22.57 \text{ mm}$$

$$D_{vmin} = \sqrt{\frac{4 * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0.4 \text{ m/s})} * \frac{1000}{\text{m}}}$$

$$D_{vmin} = 50.46 \text{ mm}$$

Como se puede observar el diámetro económico (36.36 mm) es decir una tubería de 1 ½ “, se encuentra dentro del rango de los diámetros a velocidad mínima (22.57 mm) y a velocidad máxima (50.46 mm). Por lo tanto, se hace necesario calcular las pérdidas por fricción de la tubería y así seleccionar la más adecuada para este proyecto, cabe destacar que además de la tubería 1 ½ “, se tomó en cuenta la tubería de 2”, 2.5” y de 3” estas tres últimas debido a que al momento del cálculo de cada una de ellas pueden o no cumplir con los parámetros establecidos por la norma aunque estas no se encuentren dentro del rango calculado se buscará despreciar la velocidad para así esta pueda oponerse ante

la presión que puede estar sometida . Para realizar este cálculo se utilizó la variación de la fórmula de Hazen – William, mostrada a continuación.

$$hf = \frac{10.675}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852} \quad \text{Ecuación 21: Pérdidas por fricción}$$

Donde:

hf: Pérdidas por fricción (m)

C: Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Una vez planteada la ecuación a utilizar y definidos cada uno de los elementos que la integran, se procede a calcular las pérdidas, velocidades para cada una de las tuberías propuestas aplicando las ecuaciones 21 y 22.

$$hf_{1.5''} = \frac{10.675}{(150)^{1.852}} * \frac{8512.72 \text{ m}}{(0.04456\text{m})^{4.87}} * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}$$

$$hf_{1.5''} = 55.23 \text{ m}$$

$$hf_{2''} = \frac{10.675}{(150)^{1.852}} * \frac{8512.72 \text{ m}}{(0.05570\text{m})^{4.87}} * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}$$

$$hf_{2''} = 18.61 \text{ m}$$

$$hf_{2.5''} = \frac{10.675}{(150)^{1.852}} * \frac{8512.72 \text{ m}}{(0.06739 \text{ m})^{4.87}} * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}$$

$$hf_{2.5''} = 7.36 \text{ m}$$

$$hf_{3''} = \frac{10.675}{(150)^{1.852}} * \frac{8512.72 \text{ m}}{(0.08204 \text{ m})^{4.87}} * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}$$

$$hf_{3''} = 2.82 \text{ m}$$

A continuación, se procede a calcular la velocidad, esto aplicando la fórmula de Hazen – Williams.

$$V = 0.355 * C * D^{0.63} * J^{0.54}$$

Ecuación 22: Velocidad en la tubería

Donde “J” será igual a

$$J = 19.643 * Q^{1.852} * C^{-1.852} * D^{-4.87}$$

Ecuación 23: Pérdida de carga, en m/m

$$J_{1.5"} = 19.643 * (0.00077 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852} * (150)^{-1.852} * (0.04455)^{-4.87}$$

$$J_{1.5"} = 0.0119$$

$$J_{2"} = 0.0040$$

$$J_{2.5"} = 0.0016$$

$$J_{3"} = 0.0006$$

Una vez definido “J” se procede a calcular la velocidad para cada uno de los diámetros con la ecuación 22.

$$V_{1.5"} = 0.355 * 150 * (0.04455)^{0.63} * (0.0119)^{0.54}$$

$$V_{1.5"} = 0.69 \text{ m/s}$$

$$V_{2"} = 0.44 \text{ m/s}$$

$$V_{2.5"} = 0.30 \text{ m/s}$$

$$V_{3"} = 0.20 \text{ m/s}$$

En la tabla 13, se presenta un resumen de los datos obtenidos, como se puede observar para el diámetro de 1.5” la velocidad nos cumple pero se obtuvieron presiones negativas debido a las pérdidas que esta presenta, aunque la tubería

de 2" nos cumple con la velocidad mas no con la presión ya que esta es menor a la estipulada por la norma, mientras que la de 2.5" y 3" nos cumple con la presión pero la velocidad es menor a la estipulada por la norma, siendo así la de 2.5" la tubería óptima para la línea de conducción.

Tabla 13: Resumen de elección del diámetro apropiado

$\varnothing$ Nominal	hf (m)	J	V (m/s)	Altura Captación (m)	Altura del tanque (m)	Diferencia de altura (m)	Presión al final de la LC (mca)
1.50 "	55.23	0.0119	0.69	1378.10	1357.58	20.52	-34.71
2.00 "	18.61	0.0040	0.44	1378.10	1357.58	20.52	1.91
2.50 "	7.36	0.0016	0.30	1378.10	1357.58	20.52	13.16
3.00 "	2.82	0.0006	0.20	1378.10	1357.58	20.52	17.70

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.2 Golpe de ariete

Se realizó el cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete por cierre de válvula, se calculó el golpe de ariete aplicando primeramente la ecuación 24 para el cálculo de la celeridad de la onda de presión, detallada a continuación:

Donde:

C: Celeridad de la onda (m/s)

D: Diámetro de tubería (cm)

E: Espesor de la pared de tubería (cm)

K: Módulo de elasticidad del material de la tubería (adimensional)

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{D_i}{e}}}$$

Ecuación 24: Celeridad de la onda

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 * \frac{63.39 \text{ mm}}{2.794 \text{ mm}}}}$$

$$C = 339.272 \text{ m/s}$$

Con la celeridad se calculó el tiempo crítico u óptimo de maniobra de cierre de la válvula, aplicando la ecuación 25 detallada a continuación:

Donde:

T: Fase o periodo de cierre

L: Longitud de tubería (m)

C: Celeridad de la onda (m/s)

$$T = \frac{2 * L}{C}$$

Ecuación 25: Fase o periodo de cierre

$$T = \frac{2 * 8512.72 \text{ m}}{339.272 \text{ m/s}}$$

$$T = 50.18 \text{ s}$$

El tiempo obtenido es mayor al tiempo de cierre asumido por ello es de cierre rápido, por lo tanto, se aplicó la fórmula de Lorenzo Allievi para determinar el valor del golpe de ariete, mediante la ecuación 26 detallada a continuación:



Donde:

$\Delta H$ : Sobrepresión por golpe de ariete (m)

v: velocidad (m/s)

g: gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$$\Delta H = \frac{C * v}{g}$$

Ecuación 26: Golpe de ariete

$$\Delta H = \frac{339.272 \text{ m/s} * 0.3 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 10.38 \text{ m}$$

Considerando que la fuente de abastecimiento se encuentra a una elevación de 1378.1 msnm y el tanque se encuentra a una altura de 1357.58, la diferencia de altura es de 20.52 m, a esto se le añade el valor de 10.38 m de la sobrepresión por golpe de ariete, se obtuvo que la presión total es de 30.90 mca, por lo que la tubería logrará soportar la presión a la que estará sometida, no obstante, esta no es la elevación menor que se presenta en la línea de conducción ya que esta es en el punto 371 con las siguientes coordenadas (X 581173.365, Y 1459658.2) con una elevación de 1267.274 msnm, por lo tanto a la diferencia de altura entre la fuente y el punto con menor elevación en la línea de conducción se le añadió el valor de la sobrepresión por golpe de ariete, obteniendo como resultado que la presión máxima en la línea de conducción será de 121.21 mca es decir que la tubería SDR-26 no soportará la presión, ya que la presión de trabajo admisible para la tubería SDR-26 es de 160 psi que equivale a 113 mca, aunque esta no llega a superar su presión de ruptura la cual es de 500 psi equivalente a 352 mca, pero por motivos de seguridad se recomienda aumentar la cedula de la tubería a una SDR-17 ya que esta tiene una presión de trabajo de 250 psi equivalente a 176 mca la cual tendrá la capacidad de resistir la presión máxima en el punto más bajo la cual es de 121.21 mca. El aumento de la cedula es desde el punto 363 con una presión de 89.5 mca hasta el punto 378 con una presión de 90.98 mca,

este tramo comprende una longitud de 810.617 m, estos datos calculados en el diseño de la línea de conducción en EPANET y Excel.

Tabla 14: Presión máxima en la línea de conducción

Altura captación	Elevación punto más bajo	Diferencia altura	Golpe de ariete	Presión máxima (Lc)
1378.10 msnm	1267.27 msnm	110.83 m	10.38 m	121.21 mca

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que no se debe instalar una pila rompe presión en la línea de conducción debido a que esta llega a bajar 110.83 m desde la captación hasta su punto más bajo y con una presión máxima de 121.21 mca, pero esta presión es necesaria para que esta logre impulsar el agua hasta el tanque de almacenamiento que se encuentra a una elevación de 1357.58 msnm es decir que esta luego de bajar 109.83 m necesitará de esta presión para luego poder llegar a abastecer al tanque de almacenamiento el cual se encuentra 90.31 m aguas arriba.

#### 4.7.2.1 Análisis hidráulico de la línea de conducción

En las tablas 13 y 14, se presenta la simulación del análisis hidráulico realizado en el software EPANET, en las cuales se muestran las presiones y velocidades presentes en la línea de conducción, se puede notar que cuenta con una presión máxima de 105.56 mca en su punto más bajo. Las velocidades no cumplen con los límites que establece la norma. Se recomienda instalar válvulas de aire y limpieza en los puntos más altos y más bajos respectivamente para evitar alguna posible obstrucción en la red de tuberías.

Cabe destacar que como se mencionaba anteriormente la línea de conducción constará de tubería de 2 ½" (67.39 mm diámetro interno) SDR-26, a excepción del tramo que comprende desde el nodo 21 hasta el nodo 23 en el cual la tubería seguirá siendo de 2 ½", pero habrá un aumento en la cedula de la tubería siendo

esta de SDR-17 (64.44 mm diámetro interno), este tramo consta de una longitud de 810.617 m (tubería T21 a tubería T22).

Tabla 15: Presiones en la línea de conducción

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	mca
Fuente	1378.1	No Disponible	1378.1	0
Conexión 2	1377.888	0	1377.99	0.11
Conexión 3	1369.146	0	1377.77	8.62
Conexión 4	1367.363	0	1377.66	10.3
Conexión 5	1367.461	0	1377.42	9.95
Conexión 6	1367.583	0	1377.3	9.71
Conexión 7	1366.394	0	1377.16	10.77
Conexión 8	1363.457	0	1376.93	13.48
Conexión 9	1364.623	0	1376.66	12.03
Conexión 10	1365.636	0	1376.43	10.79
Conexión 11	1363.007	0	1376.11	13.1
Conexión 12	1367.004	0	1375.82	8.81
Conexión 13	1367.784	0	1375.56	7.77
Conexión 14	1364.137	0	1375.25	11.11
Conexión 15	1367	0	1375.07	8.07
Conexión 16	1366.924	0	1374.81	7.89
Conexión 17	1315.684	0	1374.41	58.73
Conexión 18	1308.639	0	1374.14	65.5
Conexión 19	1316.87	0	1373.92	57.05
Conexión 20	1304.012	0	1373.61	69.6
Conexión 21	1288.504	0	1373.26	84.75
Conexión 22	1267.274	0	1372.84	105.56
Conexión 23	1290.838	0	1372.39	81.55
Conexión 24	1300.586	0	1372.04	71.46
Conexión 25	1310.284	0	1371.69	61.41
Conexión 26	1328.234	0	1371.37	43.14
Conexión 27	1332.407	0	1371.15	38.75
Conexión 28	1345.229	0	1370.9	25.67
Conexión 29	1355.57	0	1370.64	15.07
Conexión 30	1357.58	-0.77	1370.56	12.98
Tanque	1357.58	No Disponible	1359.98	2.4

Fuente: Elaboración propia

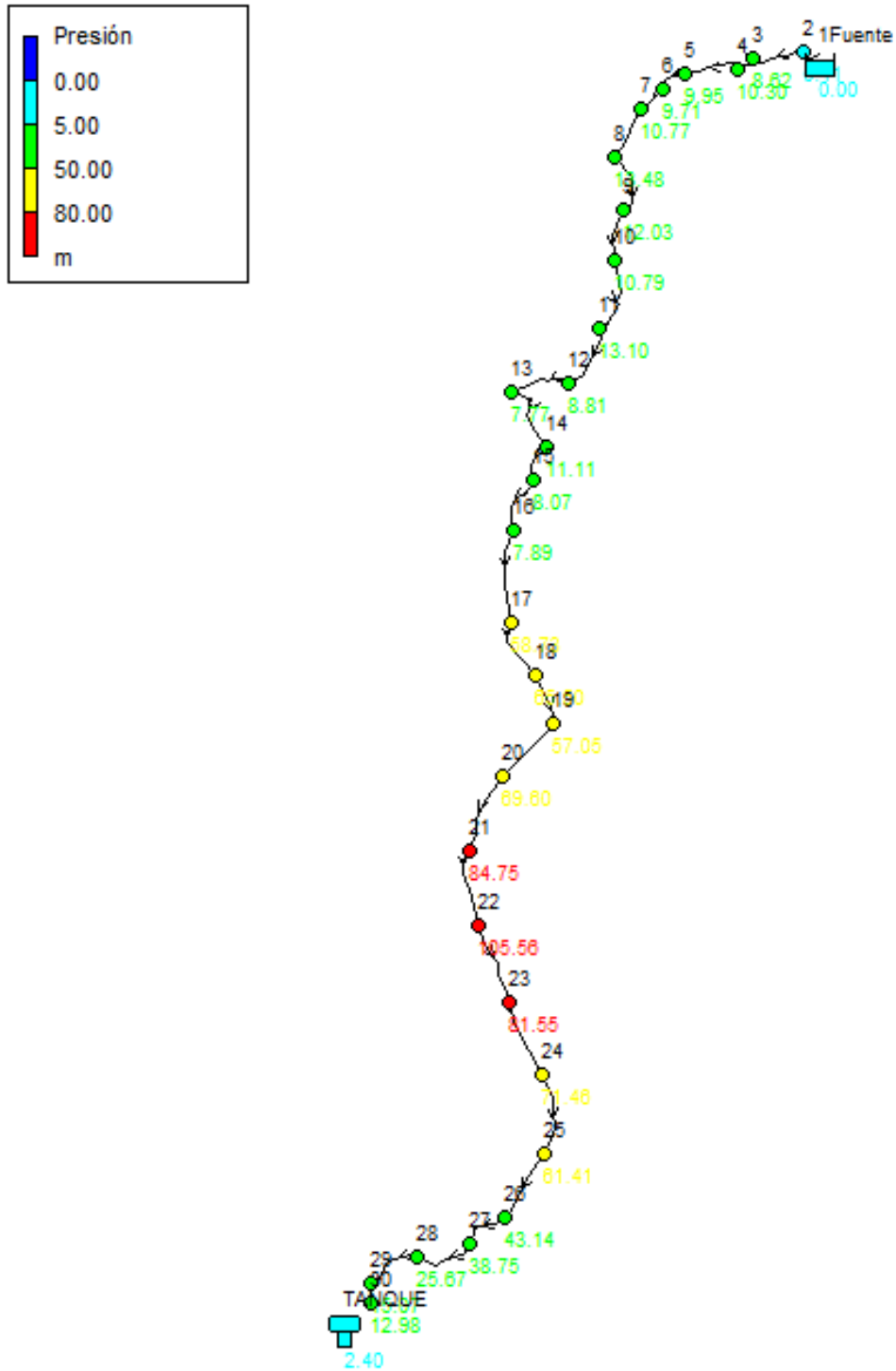
Tabla 16: Velocidades línea de conducción

ID Línea	Longitud	Diámetro	Cedula	Cuadal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería T1	122.021	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T2	264.497	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T3	116.153	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T4	287.73	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T5	138.396	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T6	151.051	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T7	267.846	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T8	318.116	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T9	268.045	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T10	365.869	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T11	335.518	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T12	300.83	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T13	352.76	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T14	204.598	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T15	300.052	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T16	461.449	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T17	312.472	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T18	256.018	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T19	362.614	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T20	403.476	64.44	SDR-17	0.77	<b>0.24</b>	1.08
Tubería T21	382.952	64.44	SDR-17	0.77	<b>0.24</b>	1.08
Tubería T22	420.665	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T23	393.694	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T24	407.246	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T25	367.347	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T26	254.058	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T27	295.13	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T28	297.179	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87
Tubería T29	97.674	67.39	SDR-26	0.77	<b>0.22</b>	0.87

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 4, se presenta la simulación realizada en el software EPANET.

Ilustración 4: Análisis hidráulico línea de conducción



Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos de EPANET

#### 4.8 Tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de almacenamiento el cual estará ubicado en las siguientes coordenadas (X 580639.136, Y1457797.702) con una elevación a nivel de terreno de 1357.58 msnm, se diseñará de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma técnica de abastecimiento rural (NTON 09 001-99), será proyectado con un 35% del consumo promedio diario al final del periodo de diseño con la aplicación de la ecuación 10, además del cálculo del volumen compensador y de reserva los cuales son el 15% y 20% del CPD respectivamente.

$$V_{compensador} = 15\%CPD$$

$$V_{compensador} = (15\% * 0.45 \text{ lps}) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}}$$

$$V_{compensador} = 5.84 \text{ m}^3$$

$$V_{reserva} = 20\%CPD$$

$$V_{reserva} = (20\% * 0.45 \text{ lps}) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}}$$

$$V_{reserva} = 7.78 \text{ m}^3$$

$$V = 35\%CPD$$

$$V = (35\% * 0.451) * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}}$$

$$V = 13.62 \text{ m}^3$$

Para el dimensionamiento de tanque se asumió una altura del tanque de 1.90 m y se calculó la base de este con la ecuación 12, cabe mencionar que por motivos constructivos contará una base cuadrada por lo tanto B=L

$$B = L = \sqrt{\frac{V}{H}}$$

$$B = L = \sqrt{\frac{13.62 \text{ m}^3}{1.90 \text{ m}}}$$

$$B = L = 2.68 \text{ m}$$

El tanque de almacenamiento será de mampostería de concreto ciclópeo sobre el suelo con una capacidad de 13.62 m<sup>3</sup> contará con las siguientes dimensiones: altura de 1.9 m, borde libre de 0.5 m según estipula la normativa nacional, dando como resultado una altura máxima de 2.4 m, una base cuadrada de 2.7 m x 2.7 m, con una losa de cimentación de 0.30 m de espesor, con una pendiente de sedimentación del 1%, la sección exterior será de tipo trapezoidal sobre la cual se apoyará una losa de 0.15 m de espesor, cabe destacar que estas consideraciones son tomadas en base de las recomendaciones estipuladas en la NTON 09-001-99.

Además, para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: Válvulas de compuerta en las tuberías de entrada y salida, andén perimetral, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tuberías de rebose y limpieza, cajas de válvulas y válvula de flotador.

Tabla 17: Demanda de almacenamiento del tanque

Año	Población	CPD	Volumen de regulación	Volumen de reserva	Almacenamiento
		LPS	15%	20%	35%
2021	370	0.27	3.56 m <sup>3</sup>	4.75 m <sup>3</sup>	8.31 m <sup>3</sup>
2022	379	0.28	3.65 m <sup>3</sup>	4.87 m <sup>3</sup>	8.52 m <sup>3</sup>
2023	389	0.29	3.75 m <sup>3</sup>	4.99 m <sup>3</sup>	8.74 m <sup>3</sup>
2024	398	0.30	3.83 m <sup>3</sup>	5.11 m <sup>3</sup>	8.94 m <sup>3</sup>
2025	408	0.30	3.93 m <sup>3</sup>	5.24 m <sup>3</sup>	9.17 m <sup>3</sup>
2026	419	0.31	4.03 m <sup>3</sup>	5.38 m <sup>3</sup>	9.41 m <sup>3</sup>
2027	429	0.32	4.13 m <sup>3</sup>	5.51 m <sup>3</sup>	9.64 m <sup>3</sup>
2028	440	0.33	4.24 m <sup>3</sup>	5.65 m <sup>3</sup>	9.89 m <sup>3</sup>
2029	451	0.34	4.34 m <sup>3</sup>	5.79 m <sup>3</sup>	10.13 m <sup>3</sup>
2030	462	0.34	4.45 m <sup>3</sup>	5.93 m <sup>3</sup>	10.38 m <sup>3</sup>
2031	474	0.35	4.56 m <sup>3</sup>	6.09 m <sup>3</sup>	10.65 m <sup>3</sup>
2032	485	0.36	4.67 m <sup>3</sup>	6.23 m <sup>3</sup>	10.90 m <sup>3</sup>

Año	Población	CPD	Volumen de regulación	Volumen de reserva	Almacenamiento
		LPS	15%	20%	35%
2033	498	0.37	4.80 m <sup>3</sup>	6.39 m <sup>3</sup>	11.19 m <sup>3</sup>
2034	510	0.38	4.91 m <sup>3</sup>	6.55 m <sup>3</sup>	11.46 m <sup>3</sup>
2035	523	0.39	5.04 m <sup>3</sup>	6.72 m <sup>3</sup>	11.75 m <sup>3</sup>
2036	536	0.40	5.16 m <sup>3</sup>	6.88 m <sup>3</sup>	12.04 m <sup>3</sup>
2037	549	0.41	5.29 m <sup>3</sup>	7.05 m <sup>3</sup>	12.34 m <sup>3</sup>
2038	563	0.42	5.42 m <sup>3</sup>	7.23 m <sup>3</sup>	12.65 m <sup>3</sup>
2039	577	0.43	5.56 m <sup>3</sup>	7.41 m <sup>3</sup>	12.97 m <sup>3</sup>
2040	592	0.44	5.70 m <sup>3</sup>	7.60 m <sup>3</sup>	13.30 m <sup>3</sup>
2041	606	0.45	5.84 m <sup>3</sup>	7.78 m <sup>3</sup>	13.62 m <sup>3</sup>

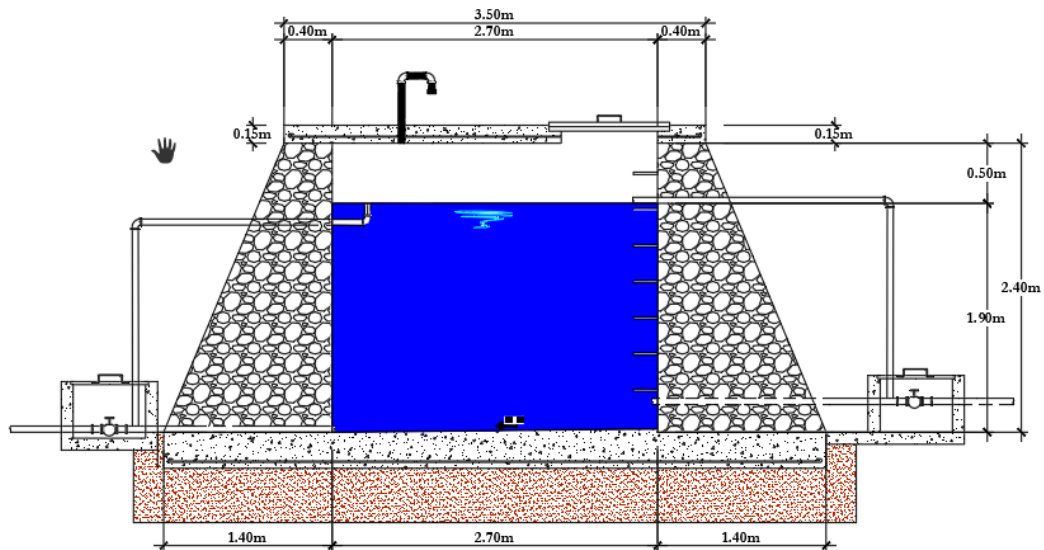
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Resumen de dimensiones del tanque de almacenamiento.

Tanque de Almacenamiento			
Volumen útil	h	b	BL
13.85 m <sup>3</sup>	1.90 m	2.70 m	0.50 m

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 5: Dimensiones tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

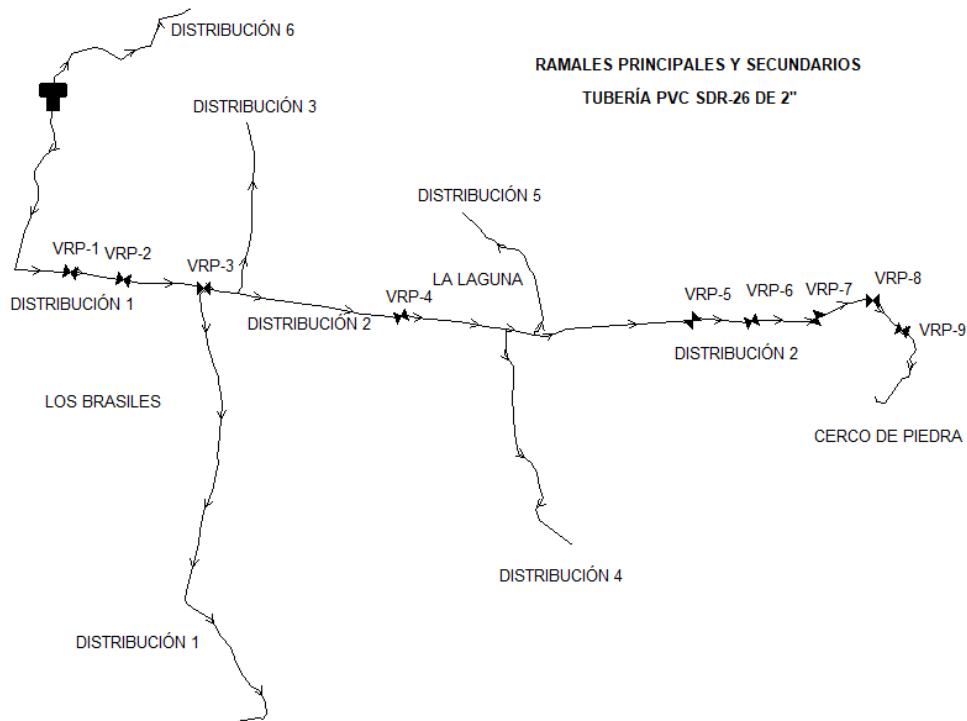


#### 4.9 Red de distribución

Según el levantamiento topográfico de las localidades se realizó el trazado de la red de distribución, la red es circuito abierto y tiene una longitud de 11,971.93 m compuesta por tubería PVC SDR-26 y distribuida en 6 ramales los cuales se especifican en la tabla 19. El sistema se diseñó en base a la condición del consumo máximo horario al final del periodo de diseño.

De igual manera en la ilustración 6, se presenta un esquema del trazo de la red de distribución y los elementos que la componen.

Ilustración 6: Red de distribución



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Resumen red de distribución

Ramal	Longitud
Distribución 1	4215.30 m
Distribución 2	3978.80 m
Distribución 3	843.40 m
Distribución 4	1188.88 m
Distribución 5	801.52 m
Distribución 6	944.04 m
<b>Total</b>	<b>11971.93 m</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.1 Definición de caudal por nodo

Para definir el caudal en cada nodo se empleó el método de densidad poblacional especificado en (Agüero Pittman, 1997, pág. 95), aplicando la formula se obtuvo.

$$q_{unit} = \frac{CMH}{Pn} \quad \text{Ecuación 27: Caudal unitario}$$

$$q_{unit} = \frac{1.22 \text{ lps}}{606 \text{ hab}}$$

$$q_{unit} = 0.0020 \text{ lps}$$

La aplicación de este método se debe a la distribución de la población presente en las 3 comunidades, la cual es variada dependiendo de cada comunidad ya que la comunidad los Brasiles cuenta con una distribución dispersa mientras que Cerco de Piedra y la Laguna cuentan con una distribución más concentrada, cabe destacar que se lograron contabilizar un total de 107 viviendas distribuidas entre las tres comunidades por tanto se estableció un promedio de 5.66 habitantes por vivienda. Mediante la aplicación de la ecuación a continuación se determinaron los valores de los caudales en cada nodo, detallados en la tabla 20.

$$q_{nodo} = hab * q_{unit}$$

Ecuación 28: Caudal en el nodo

$$q_{nodo} = 6 hab * 0.0020 lps$$

$$q_{nodo} = 0.012 lps$$

Tabla 20: Distribución de caudal por nodo

Nodo	Viviendas	Promedio hab x casa	Hab x viviendas	Q nodo
TANQUE	-	-	-	-
1	1	5.66	6	0.012 lps
2	3	5.66	17	0.034 lps
3	1	5.66	6	0.012 lps
4	0	5.66	0	0.000 lps
5	5	5.66	28	0.056 lps
6	8	5.66	45	0.090 lps
7	3	5.66	17	0.034 lps
8	9	5.66	51	0.102 lps
9	2	5.66	11	0.022 lps
10	0	5.66	0	0.000 lps
11	12	5.66	68	0.136 lps
12	4	5.66	23	0.046 lps
13	2	5.66	11	0.022 lps
14	1	5.66	6	0.012 lps
15	1	5.66	6	0.012 lps
16	4	5.66	23	0.046 lps
17	16	5.66	91	0.182 lps
18	5	5.66	28	0.056 lps
19	0	5.66	0	0.000 lps
20	0	5.66	0	0.000 lps
21	0	5.66	0	0.000 lps
22	1	5.66	6	0.012 lps
23	1	5.66	6	0.012 lps
24	6	5.66	34	0.068 lps
25	2	5.66	11	0.022 lps
26	2	5.66	11	0.022 lps
27	4	5.66	23	0.046 lps
28	3	5.66	17	0.034 lps

Nodo	Viviendas	Promedio hab x casa	Hab x viviendas	Q nodo
29	2	5.66	11	0.022 lps
30	1	5.66	6	0.012 lps
31	1	5.66	6	0.012 lps
32	2	5.66	11	0.022 lps
33	1	5.66	6	0.012 lps
34	2	5.66	11	0.022 lps
35	1	5.66	6	0.012 lps
36	1	5.66	6	0.012 lps
	<b>107</b>		<b>608</b>	<b>1.22 lps</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se muestran los gastos por cada nodo de la red coincidiendo la sumatoria de los mismos con el valor calculado del consumo máximo horario (CMH) de 1.22 lps.

#### 4.9.2 Determinación del diámetro de la tubería

$$D_{TD} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D_{TD} = \sqrt{\frac{4(0.00122 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(1.2 \text{ m/s})}} * \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$$

$$D_{TD} = 35.97 \text{ mm}$$

Según la velocidad optima propuesta de 1.2 m/s es necesario que la tubería tenga un diámetro interno aproximado de 35.97 mm es decir 1 ½ “, sin embargo cabe destacar que la norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua - pág 43, el diámetro mínimo para la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de

población, podrá usarse el diámetro mínimo de 1 ½ “ (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m. Por lo tanto, el diámetro elegido para la red de distribución es el de 2 pulgadas.

#### 4.9.3 Análisis hidráulico red de distribución

##### 4.9.3.1 Análisis de velocidades en la red de distribución

Una vez adoptado el diámetro para la red de distribución y distribuido el gasto en cada nodo se realizó el análisis hidráulico en EPANET, cabe destacar que la simulación se realizó en estado de régimen permanente obteniendo así las velocidades presentes en la red. El diámetro utilizado en la simulación corresponde al diámetro interno para la tubería SDR-26 de 2”, siendo este 55.70 mm según lo estipulado en la ASTM D-2241.

Tabla 21: Velocidades en la red de distribución

ID Línea	Longitud	Diámetro	Cuadal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tubería T1	43.32	55.7	1.16	0.48	4.67
Tubería T2	429.978	55.7	1.15	0.47	4.58
Tubería T3	421.499	55.7	1.11	0.46	4.33
Tubería T4	249.779	55.7	1.1	0.45	4.24
Tubería T5	261.39	55.7	1.1	0.45	4.24
Tubería T6	401.384	55.7	1.04	0.43	3.85
Tubería T7	491.477	55.7	0.34	0.14	0.48
Tubería T8	366.02	55.7	0.31	0.13	0.4
Tubería T9	405.032	55.7	0.2	0.08	0.19
Tubería T10	273.68	55.7	0.18	0.07	0.15
Tubería T11	401.178	55.7	0.18	0.07	0.15
Tubería T12	470.564	55.7	0.05	0.02	0.01
Tubería T13	168.188	55.7	0.61	0.25	1.44
Tubería T14	340.968	55.7	0.52	0.22	1.07
Tubería T15	445.251	55.7	0.51	0.21	1.03
Tubería T16	290.438	55.7	0.5	0.21	0.98
Tubería T17	233.001	55.7	0.45	0.19	0.82
Tubería T18	141.117	55.7	0.2	0.08	0.19
Tubería T19	325.879	55.7	0.11	0.05	0.06
Tubería T20	431.989	55.7	0.11	0.05	0.06

ID Línea	Longitud	Diámetro	Cuadal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Tubería T21	287.692	55.7	0.11	0.05	0.06
Tubería T22	286.792	55.7	0.11	0.05	0.06
Tubería T23	63.83	55.7	0.1	0.04	0.05
Tubería T24	219.66	55.7	0.09	0.04	0.04
Tubería T25	73.006	55.7	0.09	0.04	0.04
Tubería T26	257.19	55.7	0.1	0.04	0.05
Tubería T27	423.381	55.7	0.02	0.01	0
Tubería T28	401.749	55.7	0.07	0.03	0.02
Tubería T29	441.649	55.7	0.05	0.02	0.01
Tubería T30	341.49	55.7	0.07	0.03	0.02
Tubería T31	476.935	55.7	0.03	0.01	0.01
Tubería T32	370.455	55.7	0.01	0	0
Tubería T33	412.629	55.7	0.03	0.01	0.01
Tubería T34	388.886	55.7	0.02	0.01	0
Tubería T35	97.67	55.7	0.06	0.02	0.02
Tubería T36	297.179	55.7	0.05	0.02	0.01
Tubería T37	295.13	55.7	0.02	0.01	0
Tubería T38	254.058	55.7	0.01	0	0
Válvula VRP-1	No Disponible	55.7	1.1	0.45	24.49
Válvula VRP-2	No Disponible	55.7	1.04	0.43	32.07
Válvula VRP-3	No Disponible	55.7	0.95	0.39	30.33
Válvula VRP-4	No Disponible	55.7	0.5	0.21	34
Válvula VRP-5	No Disponible	55.7	0.11	0.05	33.89
Válvula VRP-6	No Disponible	55.7	0.11	0.05	30.94
Válvula VRP-7	No Disponible	55.7	0.1	0.04	28.14
Válvula VRP-8	No Disponible	55.7	0.09	0.04	31.24
Válvula VRP-9	No Disponible	55.7	0.09	0.04	28.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se puede observar que la velocidad solo logra cumplir en los primeros tramos con la velocidad mínima establecida por la norma técnica nacional, esto se debe a que el caudal que pasa por los primeros tramos es mayor mientras que en el resto de tramos que no cumplen con la velocidad es debido a que los diámetros son muy grandes con respecto a la demanda de agua presente, por tanto en busca de cumplir con las velocidades se puede disminuir el diámetro pero esto no es posible ya que según indica la norma el diámetro mínimo que se

puede utilizar es 1 ½“ pero esto solo aplica en circunstancias especiales mencionadas anteriormente.

Con el fin de solucionar que las velocidades en la tubería sean bajas se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución y en las partes más altas ubicar válvulas de aire y vacío, para evitar la sedimentación como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 001-99).

Según la simulación realizada en EPANET las pérdidas unitarias obtenidas en el sistema provienen de la ecuación de Hazen–Williams (utilizando un coeficiente de fricción de 150). Obteniendo así las pérdidas unitarias equivalentes para cada tramo y destacando que también se presentan pérdidas iguales a 0 o nulas.

#### 4.9.3.2 Análisis de presiones en la red de distribución

Las presiones presentes en la red se conocieron mediante el análisis hidráulico realizado en EPANET, las cuales se presentan en la tabla, cabe destacar que los valores obtenidos se deben comparar con los límites establecidos por la norma (5 a 50 mca). Es importante mencionar que las presiones presentadas a continuación representan la red ya ajustada con válvulas reductoras de presión ya que originalmente la red presentaba presiones máximas de hasta 313 mca debido a las características topográficas de la zona en estudio.

Tabla 22: Presiones en la red de distribución

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	mca
Conexión 1	1355.594	0.01	1359.28	3.68
Conexión 2	1346.241	0.03	1357.31	11.07
Conexión 3	1334.854	0.01	1355.49	20.63
Conexión 4	1320.773	0	1354.43	33.65
Conexión 5	1283.016	0.06	1328.82	45.81
Conexión 6	1251.779	0.09	1295.21	43.43
Conexión 7	1256.056	0.03	1264.64	8.59
Conexión 8	1250.908	0.1	1264.5	13.59
Conexión 9	1234.148	0.02	1264.42	30.27

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	mca
Conexión 10	1227.359	0	1264.38	37.02
Conexión 11	1220.671	0.14	1264.32	43.65
Conexión 12	1234.45	0.05	1264.31	29.86
Conexión 13	1244.578	0.02	1264.64	20.06
Conexión 14	1232.889	0.01	1264.27	31.38
Conexión 15	1215.245	0.01	1263.81	48.57
Conexión 16	1212.829	0.05	1229.53	16.7
Conexión 17	1209.681	0.18	1229.34	19.66
Conexión 18	1208.63	0.06	1229.31	20.68
Conexión 19	1204.261	0	1229.29	25.03
Conexión 20	1180.85	0	1229.26	48.41
Conexión 21	1151.724	0	1195.35	43.63
Conexión 22	1134.773	0.01	1164.39	29.62
Conexión 23	1124.032	0	1164.39	40.35
Conexión 24	1091.603	0.01	1136.23	44.63
Conexión 25	1064.163	0	1104.98	40.82
Conexión 26	1051.144	0.07	1076.48	25.34
Conexión 27	1035.529	0.02	1076.48	40.95
Conexión 28	1241.579	0.02	1264.63	23.05
Conexión 29	1239.36	0.05	1264.62	25.26
Conexión 30	1208.245	0.03	1229.33	21.08
Conexión 31	1195.166	0.02	1229.33	34.16
Conexión 32	1178.352	0.01	1229.33	50.97
Conexión 33	1209.299	0.01	1229.31	20.01
Conexión 34	1210.218	0.02	1229.31	19.09
Conexión 35	1355.57	0.01	1359.48	3.91
Conexión 36	1345.229	0.02	1359.47	14.25
Conexión 37	1332.407	0.01	1359.47	27.07
Conexión 38	1328.234	0.01	1359.47	31.24
Conexión V1	1320.733	0	1329.93	9.2
Conexión V2	1283.016	0	1296.76	13.74
Conexión V3	1251.779	0	1264.88	13.1
Conexión V4	1215.245	0	1229.82	14.57
Conexión V5	1180.85	0	1195.37	14.52
Conexión V6	1151.144	0	1164.41	13.26
Conexión V7	1124.132	0	1136.24	12.11
Conexión V8	1091.603	0	1104.99	13.39
Conexión V9	1064.163	0	1076.48	12.32
Tanque	1357.58	-1.22	1359.48	1.9

Fuente: Elaboración propia

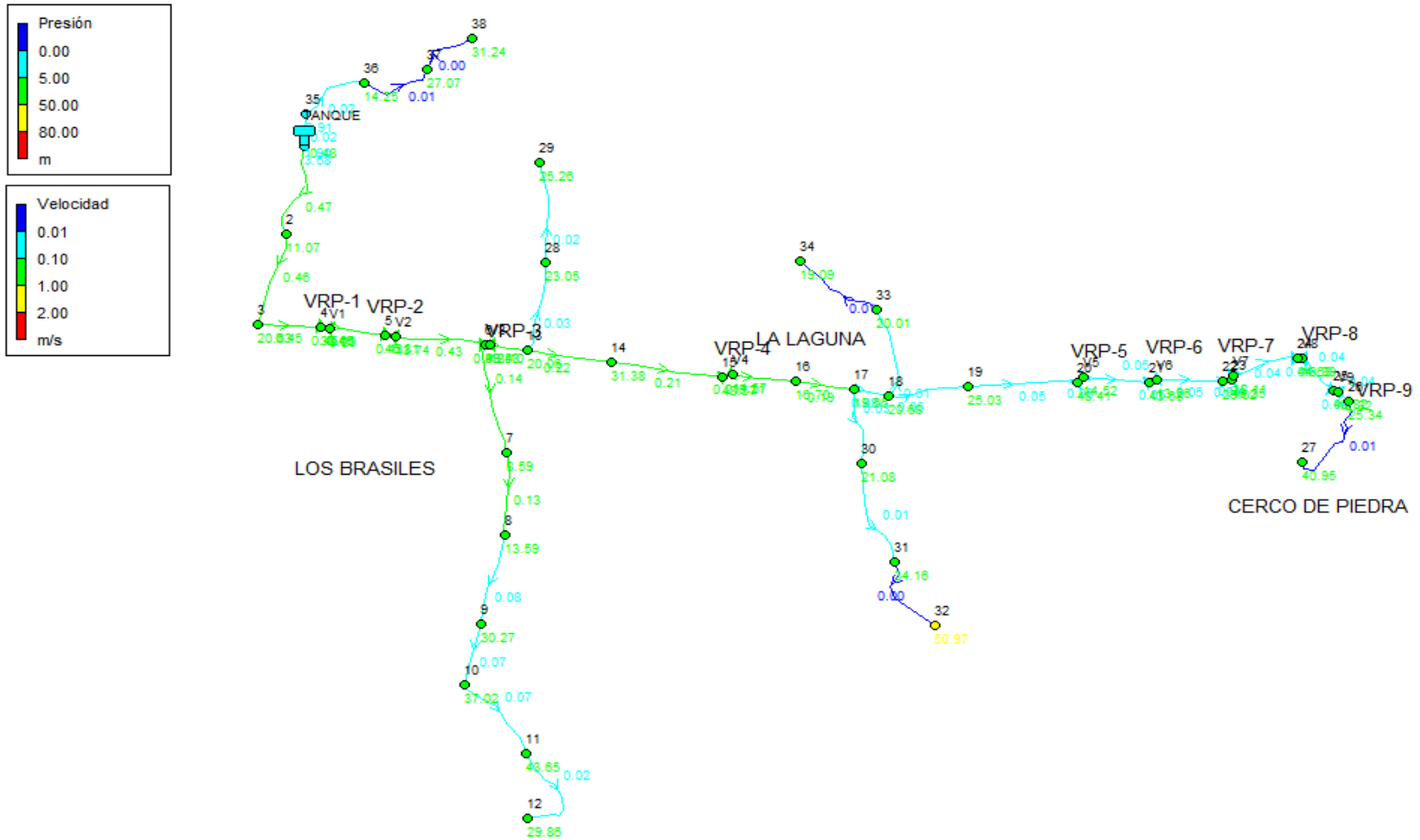


Según la tabla 22, en la red se presentan nodos con presiones mayores al límite (50 mca) establecido por la norma siendo el mayor el del nodo 32 con una presión de 50.97 mca, sin embargo, aunque se superen la carga estipulada, la normativa nacional (pág 43) establece que se permitirán en puntos asilados, presiones estáticas hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea de topografía irregular.

Cabe destacar que se optó por instalar 9 válvulas reductoras de presión en puntos estratégicos (PI 5, PI10, PI, 15, PI71, PI92, PI95, PI99, PI103, PI113) para regular las presiones excesivas presentadas en la red debido a las características topográficas de la zona.

En la ilustración 7 se presenta el análisis hidráulico de la red de distribución realizada en el software EPANET.

Ilustración 7: Análisis hidráulico red de distribución



Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos de EPANET

#### 4.9.3.3 Desinfección del agua para la red de distribución

Según lo presentado en el apartado 4.4, en el cual se presenta el análisis de calidad de agua de la fuente propuesta se detectó presencia de coliformes fecales y totales, por lo tanto, es necesario realizar una desinfección mediante cloro, para garantizar la calidad del agua y por tanto la salud de los consumidores.

Para ello se tratarán mediante el uso de hipoclorito de calcio al 70%, ya que es el que se suele comercializar en el país, con una dosificación de 2 mg/l para la preparación de la solución madre, para poder determinar la cantidad de cloro que se debe utilizar, se aplicaron las ecuaciones 17, 18 y 19, las cuales se muestran a continuación:

$$td = \frac{CPD * 24}{Q_e * 86400} * f \quad \text{Ec. (17)}$$

$$td = \frac{38880 \text{ L/día} * 24}{0.77 \text{ lps} * 86400} * 1.5$$

$$td = 21.04 \approx 21 \text{ h/día}$$

$$Q_{cl} = \frac{V \text{ útil}}{td * t \text{ recarga}} \quad \text{Ec. (18)}$$

$$Q_e = \frac{500 \text{ lts}}{21 \text{ h/día} * 14 \text{ días}}$$

$$P_{CL} = 1.70 \text{ l/h}$$

$$P_{CL} = \frac{d_{cl} * Q_e * Vt}{Q_{CL} * \%Cl} * 3.6 \quad \text{Ec. (19)}$$

$$P_{CL} = \frac{2 \text{ mg/l} * 0.77 * 600 \text{ lts}}{1.70 \text{ l/h} * 70\%}$$

$$P_{CL} = 2794.18 \text{ gr}$$

En la tabla 23 se presentan los datos obtenidos para la cantidad de hipoclorito de calcio.

Tabla 23: Cantidad de hipoclorito de calcio

Año	Población	CPD		Q entrada	td	Qgcl	Pcl
		lps	L/día	lps	h/día	l/h	gr
2021	370	0.27	23328.00	0.47	21.00	1.70	1705.54
2022	379	0.28	24192.00	0.48	21.00	1.70	1741.82
2023	389	0.29	25056.00	0.49	21.00	1.70	1778.11
2024	398	0.30	25920.00	0.50	22.00	1.62	1900.80
2025	408	0.30	25920.00	0.52	21.00	1.70	1886.98
2026	419	0.31	26784.00	0.53	21.00	1.70	1923.26
2027	429	0.32	27648.00	0.54	21.00	1.70	1959.55
2028	440	0.33	28512.00	0.56	21.00	1.70	2032.13
2029	451	0.34	29376.00	0.57	21.00	1.70	2068.42
2030	462	0.34	29376.00	0.58	21.00	1.70	2104.70
2031	474	0.35	30240.00	0.60	21.00	1.70	2177.28
2032	485	0.36	31104.00	0.61	21.00	1.70	2213.57
2033	498	0.37	31968.00	0.63	21.00	1.70	2286.14
2034	510	0.38	32832.00	0.64	21.00	1.70	2322.43
2035	523	0.39	33696.00	0.66	21.00	1.70	2395.01
2036	536	0.40	34560.00	0.68	21.00	1.70	2467.58
2037	549	0.41	35424.00	0.69	21.00	1.70	2503.87
2038	563	0.42	36288.00	0.71	21.00	1.70	2576.45
2039	577	0.43	37152.00	0.73	21.00	1.70	2649.02
2040	592	0.44	38016.00	0.75	21.00	1.70	2721.60
2041	606	0.45	38880.00	0.77	21.00	1.70	2794.18

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos presentados en la tabla 23, se determinó que se necesitaran 2794.18 gr de hipoclorito de calcio al 70%, esto para el final del periodo de diseño (año 2041). Cabe destacar que se consideró mediante la capacidad útil del tanque dosador seleccionado (500 lts) un tiempo óptimo de recarga de 14 días, esto en base a que el tiempo de goteo diario obtenido de 21 h/día, el caudal de goteo

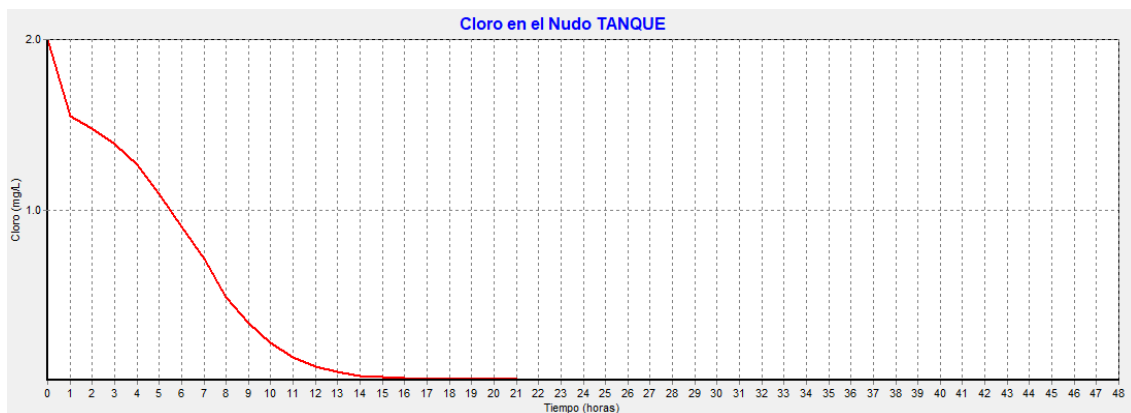
horario de 1.70 l/h, con un tiempo de recarga considerado de 14 días, resultando 500 lts que es la capacidad útil del tanque dosador.

#### 4.9.3.4 Análisis de cloro residual en la red de distribución

Se realizó la corrida en EPANET del cloro residual en la red de distribución, para determinar si el cloro logra llegar hasta los últimos nodos de la red. Aplicando una dosis de 2mg/l de cloro en el tanque de almacenamiento, el software demostró que el cloro logra llegar hasta los últimos nodos de la red a como se presenta en la ilustración 8.

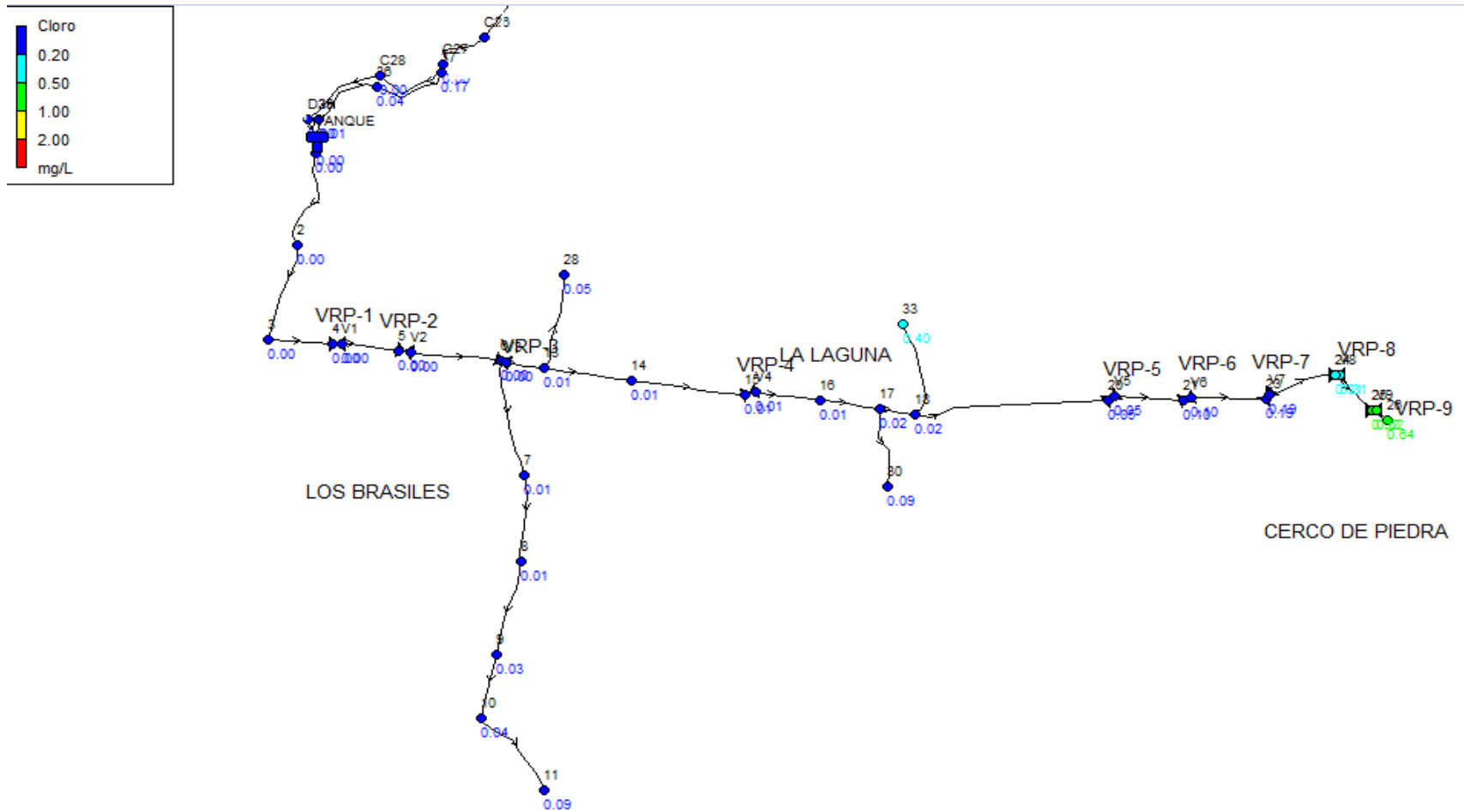
En el gráfico 19 se presenta el comportamiento del cloro respecto al tiempo, como se puede observar a las 21 horas el valor llega a 0, justo cuando el tanque hipoclorador antes expuesto empieza su ciclo de dosificación al tanque.

Gráfico 19: Comportamiento del cloro en el tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos de EPANET

Ilustración 8: Cloro residual en la red de distribución



Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos de EPANET

#### 4.10 Costo y presupuesto

A continuación, se presenta el costo y presupuesto del proyecto, el cual se elaboró mediante el catálogo de etapas y subetapas del FISE.

Las cantidades de obra se estiman en base a los planos constructivos del sistema de agua potable los cuales se presentan en los anexos de este documento.

Tabla 24: Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable

PRESUPUESTO DE MINI ACUDUCTO POR GRAVEDAD					
EN LAS COMUNIDADES LA LAGUNA, CERCO DE PIEDRA Y LOS BRASILES					
MUNICIPIO LA CONCORDIA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA					
ETAPA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
320 00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	M			C\$2,548,950.76
320 01	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M³	6095.48	C\$45.80	C\$279,172.98
320 11	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M³	6068.48	C\$112.00	C\$679,669.76
320 16	TUBERÍA SDR 26 DE 2 1/2" DE DIÁMETRO	ML	7712.82	C\$144.23	C\$1,112,423.75
320 16	TUBERÍA SDR 17 DE 2 1/2" DE DIÁMETRO	ML	813.33	C\$217.57	C\$176,957.97
320 16	TUBERIA HoGo Hierro Galvanizado de 2 1/2"	ML	24	C\$86.75	C\$2,082.00
320	Pega pvc 1/4 de galon	C/U	36	C\$400.00	C\$14,400.00
320 25	VÁLVULAS Y ACCESORIOS	C/U			C\$284,244.31
320 25	VÁLVULA DE LIMPIEZA	C/U	11	C\$11,320.32	C\$124,523.53
320 25	VÁLVULA DE AIRE	C/U	13	C\$10,086.21	C\$131,120.78
320 25	ACCESORIOS	C/U	65	C\$440.00	C\$28,600.00
330 00	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	M			C\$2,223,177.41
330 01	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M³	6225.4	C\$45.80	C\$285,123.32
330 09	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M³	6170.81	C\$112.00	C\$691,130.72
330 15	TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO	ML	11972	C\$87.58	C\$1,048,507.29
330 15	TUBERIA HoGo Hierro Galvanizado de 2"	ML	12	C\$65.75	C\$789.00
330 15	Pega pvc 1/4 de galon	C/U	52	C\$400.00	C\$20,800.00
330 25	VÁLVULAS Y ACCESORIOS	C/U	35	C\$2,679.94	C\$78,395.99
330 25	VALVULA REDUCTORA DE PRECIÓN	C/U	9	C\$10,936.79	C\$98,431.09
335 00	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³			C\$351,793.02
335 01	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³	13.46	C\$1,109.42	C\$14,932.85
335 11	TANQUE DE ALAMACENAMIENTO	M³	13.85	C\$13,840.28	C\$191,687.91
335 08	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M²		C\$5,266.92	C\$145,172.26
10 00	PRELIMINARES	M²	400	C\$42.64	C\$17,055.30
30 00	FUNDACIONES	M³	13.07	C\$4,754.90	C\$62,146.50
50 00	BLOQUES DE CEMENTO	M³	35	C\$23.06	C\$807.22
140 04	OTRO TIPO DE OBRAS METÁLICAS	M²	146	C\$171.25	C\$25,002.05
140 09	CERRAMIENTO CON MALLA CICLON	M²	146	C\$275.08	C\$40,161.20

PRESUPUESTO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD						
EN LAS COMUNIDADES LA LAGUNA, CERCO DE PIEDRA Y LOS BRASILES						
MUNICIPIO LA CONCORDIA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA						
ETAPA		DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
340	0	FUENTES Y OBRAS DE TOMA				C\$251,821.17
10	00	PRELIMINARES	M²	48	C\$94.36	C\$4,529.34
30	00	FUNDACIONES	M³	12.55	C\$3,617.03	C\$45,393.70
40	00	EXTRUCTURAS DE CONCRETO				C\$31,659.96
40	01	ARMADO DE ACERO DE REFUERZO	LBS	30	C\$46.49	C\$1,394.82
40	02	FORMALETAS	M²	0.9	C\$3,126.06	C\$2,813.45
40	03	CONCRETO	M³	0.03	C\$47,847.70	C\$1,435.43
40		CONCRETO CICLOPIO	M³	0.6	C\$5,886.85	C\$3,532.11
340	11	GRAVA CLASIFICADA DE RIO 50 mm	M³	6	C\$3,650.65	C\$21,903.90
50		BLOQUES DE CEMENTO	C/U	25	C\$23.21	C\$580.25
340	25	VÁLVULAS Y ACCESORIOS				C\$25,065.23
340	25	VÁLVULAS DE COMPUERTA	C/U	1	C\$5,045.78	C\$5,045.78
340	25	VÁLVULA DE LIMPIEZA	C/U	1	C\$6,533.00	C\$6,533.00
340	25	CODO DE 90° PVC	C/U	1	C\$55.50	C\$55.50
340	25	RESPIRADERO	C/U	1	C\$408.80	C\$408.80
340	25	UNION ESPECIAL H.G PVC 2"	C/U	1	C\$425.00	C\$425.00
340	25	TAPADERA METALICA T1	C/U	1	C\$6,439.15	C\$6,439.15
340	25	TAPADERA METALICA T2	C/U	1	C\$6,158.00	C\$6,158.00
340	08	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M²			C\$145,172.94
10	00	PRELIMINARES	M²	400	C\$42.64	C\$17,056.10
30	00	FUNDACIONES	M³	13.07	C\$4,754.90	C\$62,146.57
40	00	BLOQUES DE CEMENTO	M³	35	C\$23.06	C\$807.22
140	04	OTRO TIPO DE OBRAS METÁLICAS	M²	146	C\$171.24	C\$25,001.58
140	09	CERRAMIENTO CON MALLA CICLON	M²	146	C\$275.08	C\$40,161.48
370	00	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	GLB			C\$12,000.00
370	01	LIMPIEZA FINAL	GLB	1	C\$12,000.00	C\$12,000.00
COSTOS DIRECTOS						C\$5,387,742.36
COSTOS INDIRECTOS (10% COSTOS DIRECTOS)						C\$538,774.24
UTILIDADES (8%)						C\$431,019.39
SUPERVISIÓN (4%)						C\$215,509.69
IMPREVISTOS (3%)						C\$161,632.27
SUBTOTAL						C\$6,734,677.96
IVA (15%)						C\$1,010,201.69
IMPUESTO MUNICIPAL (1%)						C\$67,346.78
IR (1%)						C\$67,346.78
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE						C\$7,879,573.21

Fuente: Elaboración propia

Según lo presentado en la tabla 24, el costo total del sistema de agua potable para las comunidades de La Laguna, Cerco de Piedra y Los Brasiles, asciende a los C\$ 7,879.573.21. Cabe destacar que se consideró porcentajes de utilidades e imprevistos siendo estos del 8% y 3% respectivamente.



**CONCLUSIONES  
Y  
RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

1. El estudio socioeconómico mostró que las comunidades, cuentan con una población de 370 habitantes, distribuidos en 107 viviendas, de los cuales un 97% están de acuerdo con el apoyo y realización del proyecto, el 64% de la población cuenta con ingresos mayores a los C\$4000 al mes, cabe destacar que este ingreso es variable ya que este depende de la temporada de producción.

Considerando un periodo de diseño de 20 años, se adoptó una tasa de crecimiento poblacional de 2.5%, para el año 2041 se proyecta una población de 606 habitantes generando una demanda de 0.77 lps para el consumo máximo diario y 1.22 lps para el consumo máximo diario.

2. Producto del levantamiento topográfico se determinó que el sistema sea un mini acueducto por gravedad (MAG), el sistema estará estructurado Fuente-Tanque-Red.

Con ayuda del levantamiento topográfico se determinó la elevación de cada vivienda a beneficiar y obteniendo así la ubicación adecuada para el predio del tanque de almacenamiento, siendo esta (X 580639.14, Y 1457797.70) la cual se encuentra a una elevación de 1357.58 msnm y que cuenta con la característica principal de que ninguna vivienda se encuentra por encima de la cota del mismo y así logre garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución.

3. De acuerdo a los resultados del análisis de calidad del agua de la fuente seleccionada, se proveerá la realización de su respectivo tratamiento mediante el uso del hipoclorito de calcio para tratar las coliformes fecales y totales presentes en el agua, con una dosis de 2 mg/l con un porcentaje de pureza del 70%, por medio de hipoclorador de carga constante de 600 litros ubicado en la parte superior del tanque.

4. El manantial seleccionado como fuente cuenta con la capacidad hídrica para satisfacer y garantizar la cantidad y calidad requeridos por la población al final del periodo de diseño.
5. La obra de captación ubicada en las coordenadas (X 582844.846, Y 1463874.952) con una elevación de 1378.1, se basa en una sección típica de captación de ladera, esta se construirá en el nacimiento de la fuente para así evitar su contaminación, la obra constará de un muro de concreto ciclópeo para concentrar el caudal de la fuente, la cámara húmeda tendrá unas dimensiones de 1 m x 1 m y un nivel máximo del agua de 0.5 m.

De acuerdo al análisis hidráulico se determinó el trazado de la línea de conducción de 8512.72 m, la cual estará compuesta de tubería PVC de 2 ½" SDR-26, a excepción del tramo correspondiente de 812.32 m mencionado en el inciso 4.7.2, en el cual habrá un aumento en la cedula de la tubería la cual será de SDR-17, esto debido a las presiones estáticas obtenidas en el análisis.

El tanque de almacenamiento consta de una sección exterior de tipo trapezoidal a base de concreto ciclópeo, con una sección interna tipo cuadrada de 2.7 m x 2.7 m y con una altura total de 2.40 m y un nivel máximo de agua de 1.90 m, para que pueda contar con la capacidad de almacenar 13.8 m<sup>3</sup> y así logre garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución.

Así mismo se obtuvo el trazado de la red de distribución, la cual consta con una longitud total de 11917.93 m, la cual estará compuesta totalmente de tubería PVC SDR-26 de 2", se instalaron 9 válvulas reductoras de presión para buscar equilibrar las presiones presentadas en la red y así lograr cumplir con los parámetros establecidos en la norma NTON 09 003 99.

6. De acuerdo a los cálculos realizados los costos del sistema de abastecimiento por gravedad para las comunidades de La Laguna, Cerco de Piedra y los Brasiles, municipio de la Concordia, departamento de Jinotega, ascienden a los C\$ 7,879.573.21, contemplando todos los elementos que forman parte del sistema, tales como: construcción de la obra de captación, instalación de tuberías, válvulas y demás accesorios, cruces especiales, construcción del tanque de almacenamiento y demás obras requeridas.

## **Recomendaciones**

1. Organizar una capacitación en educación sanitaria previa y constante a los habitantes de las comunidades sobre el cuidado e importancia del agua y el mantenimiento del sistema que buscará mejorar su calidad de vida. Será de máxima importancia y extremadamente necesario capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.
2. Organizar un comité de agua potable y saneamiento (CAPS) entre las comunidades, para el manejo y correcta operación del sistema.
3. Verificar las disposiciones legales de los terrenos donde se construirán los elementos del sistema además de garantizar las servidumbres de pase para la instalación de las tuberías.
4. Se deberá garantizar que los aletones de la obra de captación lleguen hasta pegar con las laderas y así evitar que el agua se salga.
5. Se recomienda no tomar en cuenta la fuente N°2 sin un análisis previo, debido a que se pudo identificar que este no es el único nacimiento de la misma y que no cuenta con la capacidad suficiente para abastecer el sistema, además de que esta se encuentra a escasos metros de un plantillo de hortalizas y verduras, lo cual puede afectar la calidad de la misma.
6. Realizar un estudio de impacto ambiental para garantizar la viabilidad del proyecto y presentarlo ante las distintas instituciones (MARENA, INAFOR), además de garantizar la reforestación de las zonas afectadas ante la ejecución del proyecto.
7. Se deben colocar válvulas de limpieza y válvulas de aire en los puntos más bajos y más altos respectivamente, debido a que en ciertos tramos de la línea de conducción y de la red de distribución, las velocidades presentes son mínimas y no cumplen con los límites estipulados por la norma.

8. Garantizar la limpieza y desinfección constante tanto de la obra de captación, tanque de almacenamiento, pilas rompe presión y demás elementos del sistema.
9. Una vez construido el sistema es importante que se tomen las medidas necesarias de protección del predio de la fuente de agua y el tanque de almacenamiento.
10. No explotar la fuente con caudales superiores ya que podría afectar la disponibilidad del agua con la que esta cuenta y así perjudicara la demanda de la población.

## **Bibliografía**

- Agüero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: Asociación servicios educativos rurales.
- CAPRE. (1994). *Normas de calidad de agua para consumo humano*. San José.
- Castellón, M. (2014, Abril). Obtenido de <https://es.slideshare.net/mobile/mariocastellon/mtodos-de-aforo#:~:text=AFORO%20DE%20FUENTES%20Es%20necesario,de%20un%20curso%20de%20agua>.
- CENEPRED. (2015). *Guía metodológica para elaborar un estudio socioeconómico y cultural para el reasentamiento poblacional en zonas de muy alto riesgo no mitigable*. Lima: Q&P Impresores SRL.
- EALDE. (2016, julio 11). *EALDE*. Obtenido de <https://www.ealde.es/elementos-elaboracion-presupuesto/>
- Etienne, Y. (2014). *Sistema de cloración por goteo*. Lima: CARE.
- FISE. (2007). *Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM)*. Managua.
- INAA. (1999). *Diseño de abastecimiento en el medio rural*. Managua.
- INAA. (1999). *NTON 09 003-99: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua*. Managua.
- INAA. (1999). *NTON 09-001-99 : Normas de Diseño para pequeños sistemas de acueductos rurales*. Managua.
- INIDE. (2008). *La Concordia en cifras*. Managua.
- SIASAR. (2019). *SIASAR*. Obtenido de GLOBAL SIASAR: <http://data.globalsiasar.org/systems/list>

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2009). *Topografía- Undécima edición*. Ciudad de México: Alfaomega grupo Editor S.A.



# **ANEXOS**

## ANEXO A. Zona en estudio

Ilustración 9: Camino principal hacia la comunidad La Laguna



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10: Acceso principal hacia la comunidad Cerco de Piedra



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Empalme hacia la comunidad Los Brasiles



Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO B. Encuesta socioeconómica**

### **Formato de Encuesta Socioeconómica de Agua y Saneamiento.**

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Quién es responsable del Hogar:

Padre: \_\_\_\_\_ Madre: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

Nombre de la Persona Encuestada:

\_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto:

\_\_\_\_\_

Datos Personales (Iniciar con responsable del hogar)

Nombres y apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de Escolaridad	Ocupación
		M	F	1-5	6-15	16-25	26-35	36 a más		

**I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más respuestas)

1. La vivienda es: a) Propia\_\_\_\_\_ b) Prestada\_\_\_\_\_ c) Alquilada\_\_\_\_\_
2. Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
3. El piso es: a) Madera\_\_\_\_\_ b) Tierra\_\_\_\_\_ c) ladrillo\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
4. El techo es: a) Zinc\_\_\_\_\_ b) Teja\_\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_\_ d) Palma\_\_\_\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres\_\_\_\_\_ b) Dos\_\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

**II. SITUACION ECONOMICA DE LA FAMILIA**

7. ¿Cuántas personas del hogar trabajan?

Dentro de la comunidad:

Hombres a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Mujeres a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Fuera de la comunidad:

Hombres a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Mujeres a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es el ingreso económico del mes en este hogar?

- a) Menos de C\$1000\_\_\_ b) C\$1000- C\$1999 \_\_\_ c) C\$2000- C\$4000\_\_\_\_\_
- d) Más de C\$4000\_\_

- ¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica realizado en el hogar?
- a) Menos de C\$50\_\_\_ b) C\$50- C\$99 \_\_\_ c) C\$100- C\$149\_\_\_  
d) Más de C\$150\_\_\_
9. ¿En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_  
c) Jornalero\_\_\_ d) Otros\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_
10. ¿Qué cultivos realizan? a) Arroz\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_ c) Maíz\_\_\_ d) Otros\_\_\_
11. ¿Tienen ganado? Sí\_\_\_ No\_\_\_  
Cuánto: a) Vacuno\_\_\_ b) Equino\_\_\_ c) Caprino\_\_\_
12. ¿Tienen animales domésticos? Sí\_\_\_ No\_\_\_
13. Los animales domésticos están: a) Encerrados\_\_\_ b) Suelos\_\_\_
14. Los animales domésticos se abastecen de agua en:  
a) El río\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_ c) Pozo\_\_\_ d) Otro\_\_\_

### III. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

15. ¿Cuentan con servicio de agua?
- a) Sí\_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_  
b) No\_\_\_ Como se abastece: \_\_\_\_\_
- c) ¿Cuánto pagan de agua al mes?
- a) Menos de C\$20\_\_\_ b) C\$20- C\$49 \_\_\_ c) C\$50- C\$100\_\_\_  
d) Más de C\$100\_\_\_
16. ¿Quién busca o acarrea el agua?
- a) La mujer\_\_\_ b) El hombre\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_ d) Otros\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_
17. ¿Cuántos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan?  
\_\_\_\_\_
- a) solo 1 viaje \_\_\_ b) de 2 a 4 viajes \_\_\_ c) 5 o más viajes\_\_\_
18. ¿En que almacenan el agua? a) Barriles\_\_\_ b) Bidones\_\_\_ c) Pilas\_\_\_
19. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:  
a) Tapados\_\_\_ b) Destapados\_\_\_ c) ¿Cómo? \_\_\_\_\_

20. La calidad del agua que consume en el hogar, la considera:

a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

21. ¿Qué condiciones tiene el agua que consume? (Se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor\_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor\_\_\_\_\_ c) Tiene mal color\_\_\_\_\_

#### **IV. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (PASR)**

22. ¿Conoce el programa de agua y saneamiento rural del FISE?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_\_ ¿Qué sabe?

\_\_\_\_\_

23. ¿Está de acuerdo con que se realice un proyecto de agua potable?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

24. ¿Cuánto estaría dispuesto/a a pagar por este servicio? (Marcar una)

a) C\$ 20 a 35\_\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50\_\_\_\_\_ c) C\$ 51 a más\_\_\_\_\_

d) No estaría dispuesto/a\_\_\_\_\_

#### **V. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA**

25. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si\_\_\_\_\_ ¿Qué tipo? a) Productiva\_\_\_\_\_ b) Social\_\_\_\_\_ c) Religiosa\_\_\_\_\_ d) Otra\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

26. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres\_\_\_\_\_ b) Mujeres\_\_\_\_\_ c) Total\_\_\_\_\_

27. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

#### **VII. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA**

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (Cuántos)

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	-5	6-15	16-25	26	
Diarrea					
Tos					
Resfriado					
Malaria					
Dengue					
Parásitos					
Infección Renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones Dermicas (piel)					
Otras					

28. ¿Están vacunados los niños y niñas? a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

29. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso del agua a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso de la letrina a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

30. ¿Cuántos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos:

Niñas a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Niños a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Fallecidos:

Niñas a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Niños a) 1\_\_\_\_\_ b) 2-3\_\_\_\_\_ b) más de 3\_\_\_\_\_

Fuente: (FISE, 2007)

## ANEXO C. Levantamiento topográfico

Tabla 25: Memoria del levantamiento topográfico de la línea de conducción

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
204	582768.817	1463957.41	1377.888	16 N
205	582761.752	1463956.79	1377.584	16 N
206	582844.846	1463874.95	1378.1	16 N
207	582833.161	1463881.17	1377.338	16 N
208	582824.225	1463886.88	1377.281	16 N
209	582814.519	1463900.8	1377.332	16 N
210	582802.907	1463919.35	1377.242	16 N
211	582783.541	1463926.21	1377.268	16 N
212	582769.477	1463935.49	1377.427	16 N
213	582730.8	1463950.77	1376.475	16 N
214	582687.388	1463934.24	1375.916	16 N
215	582671.043	1463928.99	1375.737	16 N
216	582654.273	1463929.35	1375.297	16 N
217	582617.895	1463924.71	1374.915	16 N
218	582588.294	1463905.07	1373.024	16 N
219	582573.141	1463898.38	1371.998	16 N
220	582549.232	1463895.73	1370.422	16 N
221	582523.713	1463916.12	1369.146	16 N
222	582509.499	1463903.51	1368.997	16 N
223	582514.871	1463888.95	1367.559	16 N
224	582479.513	1463888.96	1366.896	16 N
225	582452.733	1463873.42	1366.363	16 N
226	582439.412	1463865.86	1367.363	16 N
227	582428.74	1463885.16	1367.4	16 N
228	582418.215	1463899.86	1367.741	16 N
229	582361.619	1463895.34	1367.149	16 N
230	582344.356	1463894.01	1367.416	16 N
231	582325.737	1463889.63	1367.661	16 N
232	582310.322	1463884.23	1367.676	16 N
233	582297.857	1463878.69	1367.779	16 N
234	582282.083	1463866.7	1367.012	16 N
235	582276.911	1463863.98	1364.262	16 N
236	582271.742	1463862.43	1366.488	16 N
237	582260.646	1463858.75	1367.796	16 N



N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
238	582254.005	1463859.98	1368.044	16 N
239	582234.731	1463857.64	1367.315	16 N
240	582225.106	1463856.58	1367.201	16 N
241	582208.718	1463852.3	1367.399	16 N
242	582194.843	1463848.71	1367.758	16 N
243	582180.686	1463845.42	1367.461	16 N
244	582164.147	1463846.71	1367.868	16 N
245	582154.079	1463845.42	1368.001	16 N
246	582128.067	1463833.91	1367.659	16 N
247	582101.26	1463819.21	1367.243	16 N
248	582082.681	1463797.54	1367.232	16 N
249	582076.731	1463774.19	1367.583	16 N
250	582006.163	1463699.11	1367.617	16 N
251	581967.067	1463671.24	1366.394	16 N
252	581960.382	1463650.23	1367.807	16 N
253	581941.132	1463620.53	1360.497	16 N
254	581910.036	1463545.73	1364.117	16 N
255	581898.245	1463514.74	1365.303	16 N
256	581839.136	1463438.79	1363.457	16 N
257	581884.525	1463378.49	1365.506	16 N
258	581919.531	1463340.58	1367.601	16 N
259	581922.115	1463334.17	1366.351	16 N
260	581921.197	1463329.07	1366.021	16 N
261	581919.673	1463304.84	1367.106	16 N
262	581924.495	1463251.34	1365.72	16 N
263	581924.12	1463204.71	1364.456	16 N
264	581918.145	1463194.82	1364.078	16 N
265	581913.112	1463183.55	1364.603	16 N
266	581883.021	1463179.09	1364.623	16 N
267	581847.264	1463095.95	1365.987	16 N
268	581831.366	1463050.76	1361.316	16 N
269	581838.633	1462998.78	1364.632	16 N
270	581844.122	1462967.31	1365.576	16 N
271	581840.817	1462934.41	1365.439	16 N
272	581840.735	1462927.54	1365.563	16 N
273	581841.436	1462922.32	1365.636	16 N
274	581850.688	1462885.85	1367.923	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
275	581866.885	1462774.51	1365.008	16 N
276	581864.511	1462751.27	1366.74	16 N
277	581856.577	1462731.71	1367.343	16 N
278	581860.8	1462709.34	1368.461	16 N
279	581843.996	1462688.05	1366.692	16 N
280	581837.558	1462671.83	1365.822	16 N
281	581818.809	1462654.96	1365.382	16 N
282	581801.402	1462622.06	1365.381	16 N
283	581767.4	1462598.3	1363.007	16 N
284	581769.789	1462581.58	1362.216	16 N
285	581769.662	1462578.37	1362.264	16 N
286	581772.758	1462545.33	1368.06	16 N
287	581743.238	1462489.37	1366.753	16 N
288	581727.282	1462454.47	1366.056	16 N
289	581690.124	1462376.26	1366.839	16 N
290	581660.997	1462355.11	1366.29	16 N
291	581616.346	1462318.09	1367.004	16 N
292	581588.297	1462327.96	1367.193	16 N
293	581567.12	1462340.46	1366.806	16 N
294	581535.553	1462343.99	1366.863	16 N
295	581510.32	1462340.03	1366.264	16 N
296	581483.83	1462347.78	1367.231	16 N
297	581467.994	1462344.96	1367.091	16 N
298	581435.5	1462332.88	1365.82	16 N
299	581416.375	1462319.1	1366.395	16 N
300	581395.291	1462311.4	1366.913	16 N
301	581374.859	1462302.43	1367.299	16 N
302	581336.261	1462284.61	1367.784	16 N
303	581388.969	1462263.75	1366.747	16 N
304	581411.16	1462254.91	1366.964	16 N
305	581425.108	1462211.24	1366.973	16 N
306	581414.435	1462182.19	1366.954	16 N
307	581414.76	1462171.49	1366.503	16 N
308	581418.446	1462156.42	1367.198	16 N
309	581436.112	1462125.03	1367.027	16 N
310	581450.001	1462089.86	1366.843	16 N
311	581508.96	1462014.93	1364.137	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
312	581493.473	1461997.56	1367	16 N
313	581476.44	1461988.38	1367	16 N
314	581457.303	1461976.93	1367	16 N
315	581444.022	1461962.86	1367	16 N
316	581429.132	1461929.9	1367	16 N
317	581423.9	1461905.38	1367	16 N
318	581428.725	1461871.97	1367	16 N
319	581435.596	1461847.59	1367	16 N
320	581431.626	1461820.74	1367	16 N
321	581409.453	1461793.4	1367	16 N
322	581391.902	1461779.51	1367	16 N
323	581370.629	1461771.06	1367	16 N
324	581346.562	1461753.14	1367	16 N
325	581329.871	1461723.96	1367	16 N
326	581324.784	1461690.65	1367	16 N
327	581325.566	1461664.62	1367	16 N
328	581332.081	1461637.55	1367	16 N
329	581337.451	1461617.64	1367	16 N
330	581342.821	1461597.74	1366.924	16 N
331	581298.114	1461502.09	1359.36	16 N
332	581293.391	1461418.94	1350.055	16 N
333	581292.529	1461359.2	1342.095	16 N
334	581309.241	1461282.68	1335.947	16 N
335	581326.358	1461149.26	1315.684	16 N
336	581306.669	1461101.77	1313.176	16 N
337	581308.487	1461064.21	1313.137	16 N
338	581321.727	1461036.7	1312.045	16 N
339	581366.518	1460981.19	1310.173	16 N
340	581400.963	1460941.27	1309.842	16 N
341	581447.656	1460890.64	1308.639	16 N
342	581476.111	1460837.45	1312.85	16 N
343	581502.083	1460778.31	1315.025	16 N
344	581530.089	1460714.11	1316.537	16 N
345	581540.427	1460680.89	1316.242	16 N
346	581534.901	1460655.21	1316.87	16 N
347	581509.093	1460620.96	1318.498	16 N
348	581470.569	1460582.51	1313.322	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
349	581431.24	1460540.7	1308.618	16 N
350	581400.729	1460509.27	1307.058	16 N
351	581366.447	1460473.8	1306.334	16 N
352	581338.43	1460442.82	1305.612	16 N
353	581321.738	1460423.92	1304.982	16 N
354	581290.597	1460387.68	1304.012	16 N
355	581256.47	1460344.97	1302.681	16 N
356	581230.023	1460309.07	1301.56	16 N
357	581201.739	1460269.74	1300.551	16 N
358	581181.118	1460224.46	1298.578	16 N
359	581164.198	1460188.51	1297.462	16 N
360	581164.135	1460136.27	1294.846	16 N
361	581159.709	1460113.89	1294.436	16 N
362	581140.409	1460062.13	1291.397	16 N
363	581128.207	1460027.99	1288.504	16 N
364	581099.622	1459985.26	1282.97	16 N
365	581094.963	1459954.56	1279.329	16 N
366	581096.326	1459931.52	1276.811	16 N
367	581121.316	1459848.34	1273.877	16 N
368	581138.246	1459806.35	1271.653	16 N
369	581151.651	1459756.23	1268.591	16 N
370	581164.671	1459696.91	1268.244	16 N
371	581173.365	1459658.2	1267.274	16 N
372	581185.84	1459600.63	1270.975	16 N
373	581194.53	1459587.99	1271.661	16 N
374	581218.788	1459536.89	1278.252	16 N
375	581264.143	1459483.4	1281.1	16 N
376	581261.229	1459425.74	1282.325	16 N
377	581316.653	1459317.28	1287.005	16 N
378	581315.775	1459277.1	1290.838	16 N
379	581350.043	1459178.05	1297.032	16 N
380	581401.77	1459079.83	1298.722	16 N
381	581452.386	1458979.84	1301.089	16 N
382	581483.684	1458921.96	1300.586	16 N
383	581532.291	1458826.7	1303.445	16 N
384	581534.22	1458749.42	1305.988	16 N
385	581549.27	1458683.01	1305.848	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
386	581539.816	1458633.98	1306.085	16 N
387	581496.793	1458538.23	1310.284	16 N
388	581427.132	1458442.48	1311.464	16 N
389	581399.96	1458386.43	1315.48	16 N
390	581351.526	1458307.37	1318.508	16 N
391	581328.595	1458257.3	1321.281	16 N
392	581302.277	1458228.71	1328.234	16 N
393	581253.974	1458199.94	1330.837	16 N
394	581236.002	1458198.63	1331.414	16 N
395	581178.225	1458181.06	1334.773	16 N
396	581150.855	1458174.37	1334.157	16 N
397	581148.631	1458142.47	1334.329	16 N
398	581122.234	1458089.4	1332.407	16 N
399	581094.885	1458050.45	1334.304	16 N
400	581050.151	1458036.86	1338.207	16 N
401	581018.936	1458017.76	1339.527	16 N
402	580987.835	1458006.56	1342.383	16 N
403	580964.346	1457988.21	1342.919	16 N
404	580914.625	1458009.24	1343.123	16 N
405	580871.948	1458029.73	1345.229	16 N
406	580833.345	1458037.88	1345.422	16 N
407	580727.68	1458014.53	1348.667	16 N
408	580685.703	1457925.34	1353.759	16 N
409	580644.622	1457895.22	1355.57	16 N
410	580639.136	1457797.7	1357.58	16 N

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Memoria del levantamiento topográfico de la red de distribución

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
1	580450.782	1456968.48	1334.854	16 N
2	580512.034	1456963.29	1328.748	16 N
3	580576.054	1456960.05	1325.517	16 N
4	580653.533	1456955.03	1324.005	16 N
5	580700.067	1456953.36	1320.733	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
6	580743.171	1456950.69	1312.913	16 N
7	580806.828	1456937.3	1303.856	16 N
8	580870.315	1456927.21	1294.202	16 N
9	580910.03	1456921.77	1288.975	16 N
10	580958.78	1456919.94	1283.016	16 N
11	581060.372	1456911.33	1276.657	16 N
12	581178.447	1456904.81	1267.24	16 N
13	581242.941	1456906.3	1262.159	16 N
14	581294.508	1456900.93	1256.266	16 N
15	581355.877	1456880.07	1251.779	16 N
16	581353.005	1456856.95	1249.422	16 N
17	581355.92	1456779.94	1244.158	16 N
18	581375.022	1456717.01	1244.783	16 N
19	581387.405	1456619.66	1241.563	16 N
20	581413.548	1456515.53	1248.852	16 N
21	581433.92	1456459.02	1254.165	16 N
22	581439.294	1456431.07	1255.858	16 N
23	581442.044	1456399.87	1256.056	16 N
24	581449.82	1456367.95	1258.599	16 N
25	581458.727	1456323.33	1259.801	16 N
26	581454.956	1456258.84	1258.696	16 N
27	581448.734	1456183.44	1255.123	16 N
28	581439.483	1456111.5	1252.277	16 N
29	581431.298	1456076.31	1251.499	16 N
30	581431.373	1456037.56	1250.908	16 N
31	581422.62	1455965.98	1251.615	16 N
32	581416.53	1455927.23	1252.713	16 N
33	581386.182	1455838.41	1248.855	16 N
34	581372.933	1455803.49	1247.468	16 N
35	581364.972	1455775.1	1244.133	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
36	581352.985	1455711.32	1238.832	16 N
37	581338.55	1455644.77	1234.148	16 N
38	581319.417	1455563.56	1231.096	16 N
39	581303.144	1455490.48	1229.532	16 N
40	581287.887	1455423.47	1228.64	16 N
41	581274.485	1455378.79	1227.359	16 N
42	581279.487	1455359.91	1227.344	16 N
43	581304.825	1455331.83	1226.23	16 N
44	581359.397	1455298.55	1225.288	16 N
45	581392.77	1455276.37	1224.749	16 N
46	581416.193	1455237.39	1224.827	16 N
47	581439.902	1455198.37	1225.314	16 N
48	581483.517	1455142.15	1225.132	16 N
49	581504.281	1455096.34	1220.956	16 N
50	581519.047	1455073.43	1220.671	16 N
51	581553.751	1455016.9	1222.441	16 N
52	581591.032	1454969.53	1225.201	16 N
53	581629.457	1454950.79	1224.294	16 N
54	581666.119	1454891.53	1222.658	16 N
55	581671.815	1454856.65	1223.264	16 N
56	581670.812	1454828.24	1223.994	16 N
57	581650.278	1454792.53	1224.441	16 N
58	581634.217	1454799.14	1226.379	16 N
59	581570.445	1454793.83	1231.665	16 N
60	581525.52	1454788.96	1234.45	16 N
61	581449.139	1456860.85	1246.736	16 N
62	581521.488	1456851.39	1244.578	16 N
63	581606.15	1456839.07	1241.667	16 N
64	581682.733	1456828.63	1238.424	16 N
65	581771.338	1456814.41	1235.083	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
66	581858.396	1456799.15	1232.889	16 N
67	581948.202	1456783.43	1230.12	16 N
68	582037.301	1456766.09	1227.267	16 N
69	582124.478	1456750.45	1225.392	16 N
70	582211.474	1456742.11	1221.249	16 N
71	582298.592	1456735.83	1215.245	16 N
72	582383.235	1456730.06	1213.679	16 N
73	582450.164	1456725.66	1213.406	16 N
74	582522.333	1456721.43	1213.17	16 N
75	582588.281	1456715.3	1212.829	16 N
76	582659.383	1456708.75	1212.563	16 N
77	582713.768	1456698.83	1212.223	16 N
78	582755.535	1456691.06	1211.584	16 N
79	582818.312	1456679.5	1209.681	16 N
80	582900.572	1456664.07	1209.169	16 N
81	582957.042	1456653.65	1208.63	16 N
82	583012.66	1456645.92	1207.235	16 N
83	583039.962	1456652.42	1205.672	16 N
84	583049.43	1456657.5	1205.589	16 N
85	583095.063	1456679.51	1208.516	16 N
86	583113.237	1456684.86	1208.743	16 N
87	583179.939	1456688.13	1206.097	16 N
88	583274.384	1456692.05	1204.261	16 N
89	583362.187	1456696.1	1199.904	16 N
90	583446.721	1456699.78	1196.645	16 N
91	583633.974	1456712.26	1186.49	16 N
92	583705.773	1456713.54	1180.385	16 N
93	583790.941	1456713.49	1168.906	16 N
94	583892.157	1456712.51	1159.685	16 N
95	583993.456	1456713.42	1151.724	16 N



N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
96	584091.446	1456714.19	1146.126	16 N
97	584189.986	1456714.28	1141.497	16 N
98	584280.231	1456715.84	1134.773	16 N
99	584341.638	1456733.26	1124.032	16 N
100	584454.938	1456794.39	1101.978	16 N
101	584472.006	1456800.59	1100.26	16 N
102	584486.934	1456804.25	1098.593	16 N
103	584542.805	1456817.37	1091.603	16 N
104	584580.335	1456817.09	1085.075	16 N
105	584595.053	1456808.45	1081.71	16 N
106	584611.805	1456779.22	1074.434	16 N
107	584635.502	1456756.5	1071.228	16 N
108	584659.634	1456738.91	1068.626	16 N
109	584674.902	1456715.91	1066.534	16 N
110	584682.673	1456708.28	1066.749	16 N
111	584710.542	1456685.44	1067.445	16 N
112	584723.225	1456667.34	1064.163	16 N
113	584784.629	1456627.85	1051.144	16 N
114	584791.505	1456591.41	1047.598	16 N
115	584788.062	1456584.09	1047.237	16 N
116	584761.201	1456536.95	1043.272	16 N
117	584768.262	1456516.43	1043.689	16 N
118	584767.183	1456489.81	1045.957	16 N
119	584758.972	1456473	1047.68	16 N
120	584754.465	1456450.48	1045.252	16 N
121	584729.157	1456447.8	1045.118	16 N
122	584715.234	1456436.55	1045.598	16 N
123	584703.584	1456420.57	1046.368	16 N
124	584658.03	1456358.73	1042.532	16 N
125	584652.573	1456339.36	1041.028	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
126	584642.083	1456332.55	1038.763	16 N
127	584622.215	1456334.91	1035.295	16 N
128	584607.421	1456339.12	1032.668	16 N
129	584595.803	1456362.36	1035.529	16 N
130	581540.17	1456886.17	1246.531	16 N
131	581543.275	1456964.91	1247.853	16 N
132	581556.797	1457003.08	1245.143	16 N
133	581566.468	1457039.42	1244.682	16 N
134	581580.473	1457086.12	1245.096	16 N
135	581584.914	1457112.56	1244.501	16 N
136	581586.724	1457131.7	1244.218	16 N
137	581587.953	1457167.07	1241.732	16 N
138	581592.955	1457195.67	1240.737	16 N
139	581594.273	1457241.8	1241.579	16 N
140	581592.167	1457304.48	1242.641	16 N
141	581601.179	1457433.08	1248.554	16 N
142	581604.988	1457479.85	1250.051	16 N
143	581604.824	1457530.47	1247.822	16 N
144	581596.161	1457573.35	1249.007	16 N
145	581584.786	1457621.26	1243.742	16 N
146	581569.229	1457678.67	1239.36	16 N
147	582818.884	1456670.23	1209.681	16 N
148	582822.428	1456612.83	1212.708	16 N
149	582816.168	1456560.63	1211.391	16 N
150	582856.174	1456511.27	1210.894	16 N
151	582858.86	1456422.14	1209.797	16 N
152	582852.272	1456353.04	1208.245	16 N
153	582863.881	1456186	1205.027	16 N
154	582878.661	1456084.68	1203.308	16 N
155	582940.242	1456042.57	1202.498	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
156	582969.085	1455996.43	1201.14	16 N
157	582977.451	1455956.83	1198.15	16 N
158	582978.599	1455919.23	1195.166	16 N
159	582996.79	1455873.48	1193.929	16 N
160	582987.519	1455842.34	1190.998	16 N
161	582966.9	1455820.52	1193.428	16 N
162	582980.577	1455769.68	1194.824	16 N
163	583014.009	1455735.12	1192.377	16 N
164	583063.094	1455700.23	1185.453	16 N
165	583098.555	1455671.56	1181.35	16 N
166	583142.387	1455643.31	1178.352	16 N
167	582954.06	1456655.96	1208.68	16 N
168	582955.991	1456670.84	1208.364	16 N
169	582968.035	1456673.96	1208.242	16 N
170	582990.25	1456705.23	1208.659	16 N
171	582995.244	1456731.31	1208.161	16 N
172	582983.851	1456794.03	1208.405	16 N
173	582969.093	1456857.18	1210.609	16 N
174	582950.188	1456935.82	1208.013	16 N
175	582924.015	1456980.87	1208.73	16 N
176	582911.265	1457034.29	1209.299	16 N
177	582882.262	1457061.36	1211.08	16 N
178	582848.473	1457071.3	1212.978	16 N
179	582798.308	1457075.42	1213.273	16 N
180	582777.959	1457088.07	1213.791	16 N
181	582763.439	1457107.37	1214.194	16 N
182	582730.242	1457124.38	1214.54	16 N
183	582701.527	1457166.24	1213.583	16 N
184	582654.143	1457204.31	1211.801	16 N
185	582603.838	1457248.11	1210.218	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
392	581302.277	1458228.71	1328.234	16 N
393	581253.974	1458199.94	1330.837	16 N
394	581236.002	1458198.63	1331.414	16 N
395	581178.225	1458181.06	1334.773	16 N
396	581150.855	1458174.37	1334.157	16 N
397	581148.631	1458142.47	1334.329	16 N
398	581122.234	1458089.4	1332.407	16 N
399	581094.885	1458050.45	1334.304	16 N
400	581050.151	1458036.86	1338.207	16 N
401	581018.936	1458017.76	1339.527	16 N
402	580987.835	1458006.56	1342.383	16 N
403	580964.346	1457988.21	1342.919	16 N
404	580914.625	1458009.24	1343.123	16 N
405	580871.948	1458029.73	1345.229	16 N
406	580833.345	1458037.88	1345.422	16 N
407	580727.68	1458014.53	1348.667	16 N
408	580685.703	1457925.34	1353.759	16 N
409	580644.622	1457895.22	1355.57	16 N
410	580639.136	1457797.7	1357.58	16 N
411	580634.168	1457754.67	1355.594	16 N
412	580632.185	1457683.31	1353.934	16 N
413	580648.207	1457627.63	1350.175	16 N
414	580656.293	1457554.01	1348.013	16 N
415	580602.372	1457506.56	1348.094	16 N
416	580558.69	1457441.35	1348.181	16 N
417	580553.779	1457411	1347.155	16 N
418	580565.717	1457367.06	1346.241	16 N
419	580574.091	1457312.7	1344.794	16 N
420	580561.341	1457278.68	1343.39	16 N
421	580547.493	1457246.88	1341.95	16 N

N° punto	X (Este)	Y (Norte)	Z (msnm)	Zona
422	580520.97	1457191.25	1339.417	16 N
423	580505.757	1457156.74	1338.533	16 N
424	580481.764	1457071.43	1336.957	16 N
425	580464.371	1457015	1333.099	16 N

Fuente: Elaboración propia

#### ANEXO D. Aforo de la fuente

Ilustración 12: Aforo de la fuente



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO E. Análisis calidad de agua de la fuente

Ilustración 13: Toma de muestra del agua de la fuente








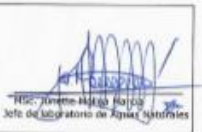

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Cantidad de muestras remitidas al laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Certificado de prueba físico-química de la fuente

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA</b> MANAGUA OHRA: MANAGUA		<b>INFORME DE ENSAYOS</b>		CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA  ORLANDO MANAGUA		Hospital Proton España 300 m al norte. Teléfono (505) 2278 0001, 2278 0297, 2270 9880 Teléfono (505) 2263 6169. Apertura postal 4074. Correo electrónico: aped@ira.unan.edu.ni		FOR-CIRA-ATACC -38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2020-04-22 Versión: 2 Página 1 de 1	
Código de Referencia: 2021-AN-0144		Orden de Servicio: 12553							
<b>USUARIO</b> WATER FOR PEOPLE Lic. Vanessa Pérez Tel. 8708 5036 Silais Jinotega 2 c al norte ½ C al este, Jinotega, Jinotega		 Ministerio de Fomento, Industria y Comercio <b>ONA</b> Oficina Nacional de Acreditación Laboratorio de Ensayos Código de Acreditación: IE-027-05-1		<b>Resultados de Ensayos Físico Químicos</b> MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO		AGUA NATURAL Pluvial Fuente: 1 La Laguna La Concordia 146.3113,66 N; 882770,74 E 1 400 msnm 2021-03-17 08 h. 30		<b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE INFORME DE ENSAYOS</b>  En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra codificada como AN-0144 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Usuario, según lo descrito en el INO-TM-APE-01. Ha sido procesada en el laboratorio de Aguas Naturales de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este informe, los cuales se encuentran descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados" del laboratorio.	
		CÓDIGO DEL LABORATORIO: AN-0144 FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-03-17 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS: 2021-03-17 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 2021-04-15						Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.	
		Incertidumbre, U (K=2): 95,45%						 AREA ANALÍTICA CIRA UNAN	
								El laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el Usuario. Este informe se refiere únicamente al objeto ensayado tal y como se recibió, no debe ser reproducido "parcialmente" sin la aprobación de la Dirección. El Usuario está en libertad de reproducirlo en su "totalidad", bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.	
								Managua, a los quince días del mes de abril del año dos mil veintiuno.	
								 Lic. Jairo Izquierdo Roca Especialista en análisis de laboratorio	
								 RSC Jairo Méndez Rojas Jefe de Laboratorio de Aguas Naturales	
								 AREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	
								FIN DEL INFORME DE ENSAYOS	

Ensayos	Método	Límite o Rango de Cuantificación	Resultados	Incertidumbre, U (K=2): 95,45%	Unidades	meq.l <sup>-1</sup>	Valores máximos admisibles CAPRE <sup>3</sup>
* TURBIDEZ	2130 B. <sup>1</sup>	0,00 a 999	3,95		UNT		5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H B. <sup>1</sup>	4,00 a 10,00	6,29	+ 0,02	Unidades de pH		Sin referencia
* CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A 25,0 °C	2510 B. <sup>1</sup>	100,00 a 1 413,00	94,60		µS.cm <sup>-1</sup>		Sin referencia
* SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030 E. <sup>1</sup>		62,82		mg.l <sup>-1</sup>		1000,00 mg.l <sup>-1</sup>
* COLORE VERDADERO	2120 B. <sup>1</sup>	0,0 a 100,0	< 5,0		mg.l <sup>-1</sup> Pt-Co		15,0 mg.l <sup>-1</sup> Pt-Co
* SODIO	Electrodo IS - Na <sup>2</sup>	0,25 a 10,00	4,23		mg.l <sup>-1</sup>	0,104	200,00 mg.l <sup>-1</sup>
* POTASIO	3500-K C. <sup>1</sup>	< 0,10	< 0,10		mg.l <sup>-1</sup>		10,00 mg.l <sup>-1</sup>
* MAGNESIO	3500-Mg B. <sup>1</sup>	0,15	4,50	+ 0,46	mg.l <sup>-1</sup>	0,370	50,00 mg.l <sup>-1</sup>
* CALCIO	3500-Ca B. <sup>1</sup>	0,12	7,62	+ 0,24	mg.l <sup>-1</sup>	0,380	Sin referencia
* CLORURO	4110 B. <sup>1</sup>	0,25	4,37		mg.l <sup>-1</sup>	0,123	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
* NITRATO	4110 B. <sup>1</sup>	0,25	1,82		mg.l <sup>-1</sup>	0,029	50,00 mg.l <sup>-1</sup>
* SULFATO	4110 B. <sup>1</sup>	0,25	1,55		mg.l <sup>-1</sup>	0,032	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
* CARBONATO	2320 B. <sup>1</sup>	6,00	< 6,00		mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
* BICARBONATO	2320 B. <sup>1</sup>	2,25	45,15		mg.l <sup>-1</sup>	0,740	Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2340 C. <sup>1</sup>	0,19	37,50	+ 0,49	mg.l <sup>-1</sup>	0,750	Sin referencia
DUREZA CALCICA Como CaCO <sub>3</sub>	3500-Ca B. <sup>1</sup>	0,29	19,90	+ 0,59	mg.l <sup>-1</sup>	0,380	Sin referencia
* ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2320 B. <sup>1</sup>	1,06	37,00		mg.l <sup>-1</sup>	0,740	Sin referencia
* ALCALINIDAD A LA FENOLTALENA	2320 B. <sup>1</sup>	5,00	< 5,00		mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
SILICE REACTIVO DESUELT	4500-SiO <sub>2</sub> C. <sup>1</sup>	0,52	34,57	+ 1,57	mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
NITRITO	4500-NO <sub>2</sub> B. <sup>1</sup>	0,023	< 0,023		mg.l <sup>-1</sup>		0,10 a 3,00 mg.l <sup>-1</sup> **
* HIERRO TOTAL	3500-Fe B. <sup>1</sup>	0,03	< 0,03		mg.l <sup>-1</sup>		0,30 mg.l <sup>-1</sup>
* FLUORURO	4110 B. <sup>1</sup>	0,25	< 0,25		mg.l <sup>-1</sup>		0,7 - 1,5 mg.l <sup>-1</sup>
* AMONIO	4500-NH <sub>4</sub> F. <sup>1</sup>	0,021	0,262	+ 0,013	mg.l <sup>-1</sup>		0,5 mg.l <sup>-1</sup>
* BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030 E. <sup>1</sup>		0,53		%		

Clave:  
 \* Ensayo no amperado por la acreditación  
 \*\* Al tomar 3,00 mg.l<sup>-1</sup> debe ser relacionado con el nitrato

Observaciones: Ninguna

Referencias:  
<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA). (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 22<sup>nd</sup> ed. Washington: APHA.  
<sup>2</sup> Thermo Orion. (2008). 9030 Sodium Electrode Instruction Manual. Model 90-12BA. USA: Thermo Orion.  
<sup>3</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1994). Normas de Calidad para Consumo Humano. Costa Rica.

Fuente: Resultados de prueba de laboratorio CIRA-UNAN.

Ilustración 16: Certificado de prueba bacteriológica de la fuente

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA		INFORME DE ENSAYOS		CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA	MANAGUA	HOSPITAL María Espinoza 300 m al norte, Teléfonos (505) 2270 6081, 2270 6767, 2270 6482 Telex (505) 2267 8189. Apartado postal 4396. Correo electrónico: ap@cira.unan.edu.ni	FOR-CIRA-ATACC -38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2020-04-22 Versión: 2 Página 1 de 1																								
Código de Referencia: 2021-MB-0297		Orden de Servicio: 12553																													
<b>USUARIO</b> WATER FOR PEOPLE Lic. Vanessa Pérez Tel. 8708 5036 Sitios Jinotega 2 c al norte y c al este Jinotega, Jinotega		<b>Resultados de Ensayos Microbiológicos</b> MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO		AGUA NATURAL Manantial Fuente 1 La Laguna La Concordia, Jinotega 1463913.66 N; 882770.74 E 1400 msnm 2021-03-17 08 h 30		<b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE INFORME DE ENSAYOS</b>  En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-0297 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Usuario, según lo descrito en el INO-TM-APE-07. Ha sido procesada en el laboratorio de Microbiología de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este informe, los cuales se encuentran descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados" del laboratorio.  Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.																									
Oficina Nacional de Acreditación  Laboratorio de Ensayo Código de Acreditación: 12-027-164		CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME		MB-0297 2021-03-17 2021-03-17 2021-03-24		Valores máximos admisibles CAPBE <sup>1</sup> Negativo Negativo Negativo																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ensayos</th> <th>Método</th> <th>Límite o Rango de Detección</th> <th>Resultados</th> <th>Unidades</th> <th>Valores máximos admisibles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COLIFORMES TOTALES</td> <td>9221 B<sup>1</sup></td> <td>&lt; 1,8</td> <td>3,30 x 10<sup>2</sup></td> <td>NHY/100 mL</td> <td>Negativo</td> </tr> <tr> <td>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</td> <td>9221 B<sup>2</sup></td> <td>&lt; 1,8</td> <td>3,30 x 10<sup>2</sup></td> <td>NHY/100 mL</td> <td>Negativo</td> </tr> <tr> <td>Escherichia coli</td> <td>9221 F<sup>2</sup></td> <td>&lt; 1,8</td> <td>3,30 x 10<sup>2</sup></td> <td>NHY/100 mL</td> <td>Negativo</td> </tr> </tbody> </table>		Ensayos	Método	Límite o Rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles	COLIFORMES TOTALES	9221 B <sup>1</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 B <sup>2</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo	Escherichia coli	9221 F <sup>2</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo	Clave: NHY/100 mL: Número más probable en cien milímetros de muestra analizada		 Lic. Sindulfo Sutil Gómez Rojas Especialista en análisis de laboratorio		 Lic. Argemina Zelaya Riquero Jefe de laboratorio de Microbiología	
Ensayos	Método	Límite o Rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles																										
COLIFORMES TOTALES	9221 B <sup>1</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo																										
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 B <sup>2</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo																										
Escherichia coli	9221 F <sup>2</sup>	< 1,8	3,30 x 10 <sup>2</sup>	NHY/100 mL	Negativo																										
Observaciones: Ninguna		Referencias:		Managua, a los veinticuatro días de mes de marzo del año dos mil veintiuno.																											
<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA), (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed. Washington: APHA. <sup>2</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento del Centro América, Panamá y República Dominicana (CARPI) (1994). Normas de Control para Consumo Humano. Costa Rica.		 AREA ANALÍTICA CIRA UNAN AREA ANALÍTICA		El laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el Usuario. Este informe se refiere únicamente al objeto ensayado tal y como se recibió, no debe ser reproducido "parcialmente" sin la aprobación de la Dirección. El Usuario está en libertad de reproducirlo en su "totalidad", bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.		 AREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA UNAN FIN DEL INFORME DE ENSAYOS																									

Fuente: Resultados de prueba de laboratorio CIRA-UNAN.



Ilustración 17: Certificado de prueba metales pesados de la fuente

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA MANAGUA 1980 - VIGENCIA</p>	<h2>INFORME DE ENSAYOS</h2>	<p>CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA ORLANDO MANAGUA</p> 	<p>Reseña: Monte España 350 m al norte. Teléfono: (505) 2278 6081, 2278 6763, 2278 6982 Teléfono (505) 2267 0169. Apartado postal 4999. Correo electrónico: <a href="mailto:ira@cira.unan.edu.ni">ira@cira.unan.edu.ni</a></p>	<p>FOR-CIRA-ATACC -38 Elaborado por: Grupo de expertos Vigente desde: 2020-04-22 Versión: 2 Página 1 de 1</p>													
<p>Código de Referencia: 2021-CM-090</p>		<p>Orden de Servicio: 12553</p>		<p>Resultados de Ensayos de Metales Pesados</p>													
<p><b>USUARIO</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>WATER FOR PEOPLE Lic. Vanessa Pérez Tel. 8708 5036 Sitales Jinotega 2 c al Norte 1/2 c al Este Jinotega, Jinotega</p> </div>	<p>MATRIZ DE LA MUESTRA: AGUA NATURAL FUENTE: Managua IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO: Fuente 1 LUGAR Y/O COMUNIDAD: La Laguna MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: La Concordia, Jinotega COORDENADAS: 1463913,66 N; 862776,74 E ELEVACIÓN: 1.400 msnm FECHA DE MUESTREO: 2021-03-17 HORA DE MUESTREO: 08 h 30 TIPO DE MUESTREO: Puntual</p> <p>CÓDIGO DEL LABORATORIO: CM-090 FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-03-17 FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS: 2021-03-18 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 2021-03-24</p>		<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE INFORME DE ENSAYOS</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos hace constar que la muestra codificada como CM-090 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Usuario, según lo descrito en el INO-TM-APE-08. Ha sido procesada en el laboratorio de Contaminantes Metálicos de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este informe, los cuales se encuentran descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados" del laboratorio.</p>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Ensayos</th> <th style="width: 15%;">Método</th> <th style="width: 15%;">Límite o Rango de Detección</th> <th style="width: 15%;">Resultados</th> <th style="width: 15%;">Unidades</th> <th style="width: 20%;">Valores máximos admisibles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARSÉNICO TOTAL</td> <td>3114B + 3030F<sup>1</sup></td> <td>7,00x10<sup>-04</sup></td> <td>7,40x10<sup>-04</sup></td> <td>mg.l<sup>-1</sup></td> <td>0,01 mg.l<sup>-1</sup></td> </tr> </tbody> </table>						Ensayos	Método	Límite o Rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles	ARSÉNICO TOTAL	3114B + 3030F <sup>1</sup>	7,00x10 <sup>-04</sup>	7,40x10 <sup>-04</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	0,01 mg.l <sup>-1</sup>
Ensayos	Método	Límite o Rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles												
ARSÉNICO TOTAL	3114B + 3030F <sup>1</sup>	7,00x10 <sup>-04</sup>	7,40x10 <sup>-04</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	0,01 mg.l <sup>-1</sup>												
<p>Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un periodo de 10 años.</p> <div style="text-align: center;">  <p>AREA ANALÍTICA CIRA UNAN Área de Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</p> </div>																	
<p>El laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el Usuario. Este informe se refiere únicamente al objeto ensayado tal y como se recibió, no debe ser reproducido "parcialmente" sin la aprobación de la Dirección. El Usuario está en libertad de reproducirlo en su "totalidad", bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.</p>																	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Lic. Edith Prada Arce Especialista en análisis de laboratorio</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Lic. Bertha Florio Canales Jefe de laboratorio de Contaminantes Metálicos</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  <p>AREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA UNAN CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA</p> <p>FIN DEL INFORME DE ENSAYOS</p> </div>																	
<p><small>Referencias: <sup>1</sup> American Public Health Association (APHA), (2012). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>, 22<sup>nd</sup> ed. Washington: APHA. <sup>2</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CARIC) (1994). <i>Manual de Calidad para Consumo Humano</i>. Costa Rica.</small></p>																	

Fuente: Resultados de prueba de laboratorio CIRA-UNAN.

## ANEXO F. Información técnica

Tabla 27: Diámetros internos y presión de trabajo para tuberías de PVC

### Información técnica de tubería PVC

NORMA ASTM D - 2241											
PRESIONES PARA AGUA A 23 °C EN TUBERÍAS PLÁSTICAS PVC 1120											
(SDR = Diámetro / espesor)											
Relación SDR (Dext./espe.) PVC 1120	Presión de trabajo		Presión sostenida		Presión de estado		Presión de seguridad		Selección de válvula ventosa según el diámetro de la tubería		
	(mca)	(psi)	(mca)	(psi)	(mca)	(psi)	(mca)	(psi)			
13.5	222.00	315.00	472.00	675.00	704.00	1,000.00	210.00	298.00			
17.0	176.00	250.00	373.00	530.00	563.00	800.00	160.00	227.00	Tubería	Válvula	
21.0	141.00	200.00	296.00	420.00	444.00	630.00	130.00	184.00	3" - 10"	2"	
26.0	113.00	160.00	240.00	340.00	362.00	500.00	100.00	142.00	12" - 18"	3"	
32.5	88.00	125.00	190.00	270.00	282.00	400.00	70.00	99.00	18" - 22"	4"	
41.0	71.00	100.00	148.00	210.00	222.00	315.00	60.00	85.00	24" - 30"	6"	
64.0	45.00	63.00	92.00	130.00	141.00	200.00	30.00	42.00			
140	401.00	570.00					450.00	560.00			

DIÁMETROS EN TUBERÍAS PLÁSTICAS PVC 1120										
Pulg 1	DN mm	D <sub>Exterior</sub> Pulg	D <sub>Interior</sub> mm	Espesor de pared Pulg	mm	Pulg 7	DN mm	Peso aproximado Kg	lb	SDR
SDR 13.5										
1/2	12	0.845	21.34	0.562	1.57	0.716	16.10	0.66	1.91	SDR-13.5
SDR 17										
3/4	18	1.050	26.67	0.602	1.51	0.926	23.52	1.10	2.42	SDR-17
1	25	1.315	33.43	0.577	1.46	1.161	29.49	1.71	3.77	SDR-17
1 1/4	31	1.600	42.16	0.558	2.49	1.464	37.19	2.74	6.05	SDR-17
1 1/2	38	1.900	48.26	0.112	2.84	1.816	42.57	3.59	7.91	SDR-17
2	50	2.375	60.33	0.140	3.56	2.089	53.21	5.61	12.36	SDR-17
2 1/2	62	2.875	73.03	0.169	4.29	2.537	64.44	8.20	18.07	SDR-17
3	75	3.500	89.90	0.206	5.23	3.088	78.44	12.16	26.81	SDR-17
4	100	4.500	114.30	0.256	6.73	3.970	100.84	20.11	44.34	SDR-17
5	125	5.563	141.30	0.327	8.31	4.909	124.69	30.68	67.64	SDR-17
6	150	6.625	168.28	0.380	9.81	5.845	148.46	43.58	96.07	SDR-17
8	200	8.625	219.08	0.507	12.88	7.611	193.32	73.89	162.90	SDR-17
10	250	10.750	273.05	0.632	16.05	9.486	240.94	114.59	252.63	SDR-17
12	300	12.750	323.05	0.750	19.05	11.250	293.75	161.28	355.56	SDR-17
SDR 26										
1	25	1.315	33.40	0.551	1.50	1.213	30.81	1.35	2.97	SDR-26
1 1/4	31	1.600	42.16	0.564	1.83	1.532	38.91	1.83	4.03	SDR-26
1 1/2	38	1.900	48.26	0.673	1.85	1.754	44.55	2.39	5.27	SDR-26
2	50	2.375	60.33	0.691	2.31	2.193	55.70	3.72	8.21	SDR-26
2 1/2	62	2.875	73.03	0.111	2.82	2.653	67.39	5.45	12.01	SDR-26
3	75	3.500	89.90	0.135	3.43	3.230	82.04	8.14	17.94	SDR-26
4	100	4.500	114.30	0.173	4.39	4.154	105.51	13.41	29.57	SDR-26
5	125	5.563	141.30	0.214	5.44	5.135	130.43	20.51	45.21	SDR-26
6	150	6.625	168.28	0.255	6.48	6.115	155.32	29.10	64.15	SDR-26
8	200	8.625	219.08	0.332	8.43	7.961	202.21	40.32	108.74	SDR-26
10	250	10.750	273.05	0.413	10.49	9.924	252.07	76.49	168.81	SDR-26
12	300	12.750	323.05	0.490	12.45	11.770	298.96	107.62	237.28	SDR-26
15	375	15.300	388.62	0.598	14.94	14.124	358.75	162.44	357.39	SDR-26
SDR 32.5										
3	75	3.500	89.90	0.108	2.74	3.264	83.41	6.56	14.47	SDR-32.5
4	100	4.500	114.30	0.138	3.61	4.204	107.29	10.78	23.77	SDR-32.5
5	125	5.563	141.30	0.171	4.34	5.221	132.81	16.50	36.42	SDR-32.5
6	150	6.625	168.28	0.204	5.18	6.217	157.91	23.47	51.73	SDR-32.5
8	200	8.625	219.08	0.265	6.73	8.088	205.81	36.66	87.50	SDR-32.5
10	250	10.750	273.05	0.331	8.41	10.088	256.24	31.76	136.21	SDR-32.5
12	300	12.750	323.05	0.390	10.08	11.966	303.94	66.79	191.33	SDR-32.5
15	375	15.300	388.62	0.471	11.80	14.358	364.69	104.60	230.12	SDR-32.5
18	450	18.701	476.01	0.575	14.61	17.551	445.80	195.82	430.80	SDR-32.5
SDR 41										
4	100	4.500	114.30	0.110	2.70	4.280	108.71	8.85	19.56	SDR-41
5	125	5.563	141.30	0.136	3.46	5.291	134.39	13.22	29.15	SDR-41
6	150	6.625	168.28	0.162	4.11	6.301	160.95	18.78	41.36	SDR-41
8	200	8.625	219.08	0.210	5.30	8.305	206.41	31.66	69.70	SDR-41
10	250	10.750	273.05	0.262	6.80	10.326	258.74	49.23	108.53	SDR-41
12	300	12.750	323.05	0.311	7.90	12.128	306.05	69.30	152.79	SDR-41
15	375	15.300	388.62	0.373	9.47	14.554	369.67	104.90	230.13	SDR-41
18	450	18.701	476.01	0.455	11.59	17.789	451.64	150.35	343.97	SDR-41

Fuente: ASTM D-2241

# **JUEGO DE PLANOS**