



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) EN EL SECTOR DE
LOS DESMOVILIZADOS, COMUNIDAD EL DIAMANTE-SAN RAFAEL DEL NORTE,
JINOTEGA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Zayra Marcela Rugama Lau

Br. Kevin Frank Marín Olivas

Br. Hillary Belén Vanegas Briones

Tutor

Dr. Ing. Néstor Javier Lanza Mejía

Managua, septiembre 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico primeramente a Dios, que me dio la vida y darme sabiduría y paciencia para ayudarme a cumplir mis metas y cuidar de mis seres queridos

A mis padres Graciela Isabel y Héctor Efrén, que son el pilar de mi vida y las personas más importantes de mi vida, me han dado la fortaleza para poder llevar a cabo este proyecto, por apoyarme y por enseñarme buenos valores.

A mi ángel, mi abuelita Graciela Laguna quien fue un pilar fundamental en mi vida, una segunda madre para mí, estuvo conmigo siempre.

A mis hermanos que son parte fundamental de mi vida y siempre me han apoyado en mis proyectos, este logro también es suyo.

A mis sobrinos que me han dado alegría en mi vida.

A mi compañero de vida, que también es mi compañero de tesis, Kevin Marín, que fue de gran apoyo en mi vida y logramos conseguir este logro juntos.

Br. Zayra Marcela Rugama Lau

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios que me dio la vida, fortaleza y sabiduría para culminar mi carrera y este trabajo monográfico, por cuidar a mis seres queridos y darme sabiduría para logra este proyecto en mi vida

A mi madre y hermanos por apoyarme en mis estudios además de ser mis mayores pilares y por confiar en poder lograr este proyecto junto.

A mis familiares y seres queridos por apoyarme por ser parte de mi vida y de una u otra forma me ayudaron a culminar mis estudios.

A mi tutor el Dr. Ing. Néstor Javier Lanza Mejía por formar parte de esto y encaminarme a culminar nuestra entrega monográfica.

A mis maestros a lo largo de la carrera que me ayudaron a formarme como profesional.

Br. Zayra Marcela Rugama Lau

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico primeramente a Dios, que me ha dado la vida y por ayudarme a cumplir mis metas, cuidar de mis seres queridos y darme la sabiduría para poder culminar este nuevo paso en mi vida.

A mi madre María Alejandra Olivas Meneses, que es el pilar de mi vida y me ha dado la fortaleza para poder llevar a cabo este proyecto. Tus bendiciones a diario a lo largo de mi vida que me protege y me lleva por el buen camino. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor.

A mis abuelos que son mis segundos madre y padre, que fueron los que me ayudaron a criarme y convertirme en la persona que soy hoy en día, que me dieron su sabiduría, su gran apoyo y sus bendiciones.

A mi hermana que es de las personas más importante en mi vida y siempre me apoyó en mis proyectos y me ayudó a superar los obstáculos, sabes que este logro también es tuyo.

A mi tía que siempre me apoyó para poder culminar mis estudios a pesar de no estar cerca, sus bendiciones que siempre me llevaron por buen camino.

A mi compañera de vida, que también es mi compañera de tesis, Zayra Lau, que fue de gran apoyo en mi vida y logramos conseguir este logro junto.

A mis familiares y seres queridos que me apoyaron, me ayudaron a crecer y estuvieron en diferentes etapas de mi vida.

Br. Kevin Frank Marín Olivas

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios que me dio la vida y me dio fortaleza para culminar mi carrera y estar culminando este estudio monográfico, por cuidar a mis seres queridos y darme sabiduría para logra este proyecto en mi vida

A mi madre y hermana por apoyarme en mis estudios además de ser mis mayores pilares y por confiar en poder lograr este proyecto junto.

A mis familiares y seres queridos por apoyarme por ser parte de mi vida y de una u otra forma me ayudaron a culminar mis estudios.

A mi tutor el Dr. Ing. Néstor Javier Lanza Mejía por encaminarme a culminar nuestra entrega monográfica.

Br. Kevin Frank Marín Olivas

Dedicatoria

Con todo el cariño, amor y gratitud dedico esta monografía:

Primeramente, a Dios Todopoderoso, porque cada día me hace testigo de su amor incondicional y es mi fortaleza, mi apoyo y la luz que guio mis pasos para poder culminar mi formación profesional, a la Santísima Virgen María; por ser mi intercesora, por cuidarme y amarme con su infinito amor de madre.

A mis padres: José Joaquín Vanegas Vanegas y Greykeling Briones Rivera, por ser mi gran ejemplo a seguir, por sus consejos, por su apoyo, por sus palabras de aliento y por todo el sacrificio que han hecho para darnos siempre lo mejor, estoy agradecida con Dios por la gran bendición de tenerlos como mis padres, los amo y este logro también es de ustedes.

A mis hermanos: Josafath Aldair Laguna Briones y José Alejandro Vanegas Briones por ser mis compañeros de travesuras y peleas, gracias por brindarme su amor, comprensión y ser mi motivación para salir adelante, estoy orgullosa de los hombres en que se han convertido.

A todos aquellos familiares y amistades, que han formado parte de mi crecimiento profesional, que me han acompañado en las diferentes etapas de mi vida y siempre han estado en los momentos malos y buenos, así mismo también aquellas personas de una u otra forma colaboraron en la culminación de esta meta.

Br. Hillary Belén Vanegas Briones

Agradecimiento

Agradezco Infinitamente a Dios nuestro padre celestial por sus bendiciones, por brindarme sabiduría y fortaleza para culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanos y familiares que con ilusión me han ayudado de una u otra forma para salir adelante y ver mis metas cumplidas, y así mismo alentarme y aconsejarme para cumplir mis propósitos de la mejor forma posible.

A mis amigos por brindarme su amistad sincera, su apoyo y sus palabras de aliento en los momentos difíciles.

A nuestro tutor Dr. Ing. Néstor Javier Lanzas Mejía por guiarnos en nuestro trabajo monográfico, y dedicarnos su valioso tiempo.

A los docentes que fueron parte de mi formación universitaria, en especial al Ing. Juan Leonardo Chow; por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y compartir sus valiosos conocimientos que fueron de gran importancia para poder culminar mis estudios de manera exitosa.

A mi grupo de pastoral juvenil por todo el apoyo y por ser el camino para entregarme a las cosas de Dios.

Br. Hillary Belén Vanegas Briones

Resumen ejecutivo

El presente trabajo monográfico contiene el diseño de un sistema de agua potable, que debido a la topografía del lugar se optó por un mini acueducto por gravedad (MAG), para abastecer una población de 200 habitantes en El sector de Los Desmovilizados de la comunidad El Diamante, municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega.

Para ejecutar el diseño del MAG se obtuvo información secundaria de la Alcaldía Municipal de San Rafael del Norte y de la organización Water For People, así como información primaria de la realización de 50 encuestas socioeconómicas aplicadas a la población.

Para el diseño hidráulico se utilizó la norma rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA). La población y vida útil fue proyectada a 20 años, llegando con una población de 328 habitantes. La propuesta de diseño de obra de captación de tipo superficial (Dique-toma).

Se propuso la siguiente configuración Fuente-Tanque-Red. La línea de conducción tiene una longitud de 3112.03m compuesta por una tubería PVC-SDR-26- \varnothing 2". En la línea se encuentran diversos accesorios tales como: Válvula rompe presión, válvula reguladora de presión, válvula de limpieza y válvula de aire.

Un tanque de almacenamiento, el cual estará ubicado sobre el suelo y tendrá una capacidad de 7.6m³.

Y una red de distribución con una longitud de 5334.67m, compuesta por una tubería PVC-SDR-26- \varnothing 1 ½",

El proyecto tendrá un costo total de costo total de C\$2,535,206.93 (dos millones quinientos treinta y cinco mil doscientos seis córdobas con noventa y tres centavos) y su equivalente en dólares \$70,422.41 (setenta mil cuatrocientos veinte y dos mil con cuarenta y un centavos).

ÍNDICE

I. CAPITULO: GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
II. CAPITULO: MARCO TEORICO	5
2.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....	5
2.2. FUENTES DE ABASTECIMIENTO	5
2.3. AFORO VOLUMÉTRICO.....	6
2.4. TIPOS DE FUENTE	6
2.5. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	7
2.6. CALIDAD DE AGUA	7
2.7. POBLACIÓN DE DISEÑO.....	8
2.8. PERIODO DE DISEÑO	9
2.9. DOTACIÓN.....	10
2.10. VARIACIONES DE CONSUMO	10
2.10.1. <i>Consumo Promedio Diario (CPD)</i>	10
2.10.2. <i>Consumo Máximo Día (CMD)</i>	10
2.10.3. <i>Consumo Máximo Hora (CMH)</i>	11
2.10.4. <i>Consumo Doméstico</i>	11
2.10.5. <i>Consumo Institucional</i>	12
2.10.6. <i>Pérdidas en el sistema (Hf)</i>	12
2.11. DESINFECCIÓN.....	12
2.12. OBRA DE CAPTACIÓN	13
2.12.1. <i>Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda</i>	14
2.12.2. <i>Ancho de pantalla</i>	15
2.12.3. <i>Altura de la cámara húmeda</i>	17
2.12.4. <i>Dimensionamiento de canastilla</i>	19
2.12.5. <i>Rebose y limpieza</i>	20
2.13. LÍNEA DE CONDUCCIÓN	20

2.14.	LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD (LCG)	20
2.14.1.	<i>Diámetro</i>	21
2.14.2.	<i>Uniones</i>	22
2.14.3.	<i>Válvulas</i>	22
2.14.3.1.	Válvula de limpieza.....	22
2.14.3.2.	Válvula de aire	23
2.14.3.3.	Válvula reguladora de presión.....	23
2.14.4.	<i>Tee</i>	23
2.14.5.	<i>Tuberías</i>	23
2.14.6.	<i>Velocidades permisibles en tuberías</i>	23
2.14.7.	<i>Accesorios</i>	24
2.14.8.	<i>Presiones máximas y mínimas</i>	24
2.14.9.	<i>Golpe de ariete</i>	25
2.14.9.1.	Celeridad	25
2.14.9.2.	Tiempo de cierre	25
2.14.9.3.	Sobrepresión	26
2.15.	RED DE DISTRIBUCIÓN	26
2.16.	RED ABIERTA	27
2.17.	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	27
2.18.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	27
2.19.	PRESUPUESTO	28

III. CAPITULO: DISEÑO METODOLOGICO O..... 30

3.1.	AFORO VOLUMÉTRICO.....	30
3.2.	CALIDAD DE AGUA.....	30
3.3.	DESINFECCIÓN.....	30
3.4.	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	30
3.5.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	31
3.6.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	31
3.7.	POBLACIÓN DE DISEÑO.....	31
3.8.	PERIODO DE DISEÑO	32
3.9.	DOTACIÓN.....	32
3.10.	DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE LA RED	32
3.10.1.	<i>Fuente de abastecimiento</i>	32
3.10.2.	<i>Obra de captación</i>	33
3.10.3.	<i>Línea de conducción</i>	33

3.10.4.	<i>Almacenamiento</i>	33
3.11.	RED DE DISTRIBUCIÓN	33
3.12.	PRESUPUESTO	33
IV.	CAPITULO: INFORMACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	35
4.1.	REFERENCIA Y POSICIÓN GEOGRÁFICA	35
4.2.	MACRO LOCALIZACIÓN	35
4.3.	MICRO LOCALIZACIÓN	36
4.4.	CLIMA Y PRECIPITACIÓN	36
4.5.	RELIEVE	37
4.6.	SUELO	37
4.7.	CUENCAS HIDROGRÁFICAS	38
4.8.	PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS	38
4.9.	POBLACIÓN Y SU DISTRIBUCIÓN EN EL MUNICIPIO	38
4.10.	FAUNA	39
4.11.	VÍAS DE ACCESO Y TRANSPORTE	40
4.12.	SISTEMAS DE AGUA POTABLE	40
V.	CAPITULO: RESULTADOS	41
5.1.	AFORO VOLUMÉTRICO	41
5.2.	CALIDAD DE AGUA	41
5.3.	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	43
5.4.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	47
5.5.	ESTUDIO POBLACIONAL Y CONSUMO	48
5.5.1.	<i>Tasa de crecimiento poblacional</i>	48
5.6.	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	49
5.7.	DISEÑO HIDRÁULICO	50
5.8.	PROYECCIÓN DE CONSUMOS	50
5.8.1.	<i>Nivel de servicio y dotación de agua</i>	50
5.9.	DISEÑO DE OBRA DE CAPTACIÓN	55
5.9.1.	<i>Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda</i>	55
5.9.2.	<i>Ancho de pantalla</i>	57
5.9.3.	<i>Altura de la cámara húmeda</i>	58
5.9.4.	<i>Dimensionamiento de canastilla</i>	60
5.9.5.	<i>Rebose y limpieza</i>	61

5.10.	DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	61
5.10.1.	<i>Diámetro en la línea de conducción.</i>	61
5.10.2.	<i>Velocidad en la línea de conducción</i>	61
5.10.3.	<i>Perdidas de carga</i>	65
5.10.4.	<i>Golpe de ariete</i>	72
5.10.4.1.	<i>Cálculo de la celeridad</i>	72
5.10.4.2.	<i>Calculo del tiempo de cierre</i>	73
5.10.4.3.	<i>Cálculo de la sobrepresión</i>	73
5.11.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	75
5.12.	RED DE DISTRIBUCIÓN	75
5.13.	COSTO Y PRESUPUESTO	84
5.14.	CONCLUSIONES.....	85
5.15.	RECOMENDACIONES	86
5.16.	BIBLIOGRAFÍA.....	87
5.17.	ANEXOS	89
5.18.	PLANOS.....	125

Índice de tablas

Tabla 1 Periodos de diseño de los componentes.....	9
Tabla 2 Tiempos de aforo y caudal	41
Tabla 3 Dosificación de hipoclorito.....	42
Tabla 4 Crecimiento poblacional	49
Tabla 5 Crecimiento poblacional por quinquenio	49
Tabla 6 Parámetros de diseño adoptados	50
Tabla 7 Caudal de diseño	53
Tabla 8 Datos en la línea de conducción	64
Tabla 9 Datos en nodos línea de conducción	70
Tabla 10 Tiempo de oscilación.....	73
Tabla 11 Factores del golpe de ariete.....	74
Tabla 12 Caso hipotético	74
Tabla 13 Caudales concentrados.....	75
Tabla 14 Presiones en los nodos red de distribución.....	77
Tabla 15 Datos red de distribución.....	79
Tabla 16 Costo y presupuesto	84

Índice de figuras

Figura 1 Macro localización	35
Figura 2 Micro localización	36
Figura 3 Temperatura máxima y mínima promedio	37
Figura 4 Distribución de áreas San Rafael del Norte.....	39
Figura 5 Plano topografico.....	48
Figura 6 Configuración del sistema de agua.....	54
Figura 7 División de tramos en la línea de conducción.....	62
Figura 8 Diseño de línea de conducción.....	63
Figura 9 Ubicación de Tramos.....	65
Figura 10 Tramo 1. De la obra de captación al nodo 7	66

Figura 11 Tramo 2. De nodo 8 al nodo 24.....	67
Figura 12 Tramo 3. De nodo 24 al tanque de almacenamiento.....	68
Figura 13 Nodos en línea de conducción	69
Figura 14 Presiones en la línea de conducción	71
Figura 15 Presiones en la línea de conducción sin válvula reguladora de presión.....	71
Figura 16 Cotas en la línea de conducción.....	72
Figura 17 Caudales concentrados	76
Figura 18 Velocidad y presiones de la red de distribución.....	78
Figura 19 Fase 1 cloro a las 0 horas	80
Figura 20 Fase 2 del cloro a las 12 horas.....	81
Figura 21 Fase 3 cloro a las 24 horas	82
Figura 22 Comportamiento del cloro a las 24 hrs	82
Figura 23 Caudales concentrados	83
Figura 24 Perfil longitudinal cotas línea de distribución	83
Figura 25 Presiones línea de distribución	83

Índice de gráficos

Gráfico 1 Población por edad	43
Gráfico 2 Activades económicas.	44
Gráfico 3 Ingreso mensual familiar	44
Gráfico 4 Tenencia de vivienda	45
Gráfico 5 Familias que cuentan con energía eléctrica.....	45
Gráfico 6 Familias que cuentan con servicio sanitario.....	46
Gráfico 7 Tipo de sanitario existente	46

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Caudal de aforo	6
Ecuación 2 Población de diseño	8
Ecuación 3 Tasa de crecimiento	8

Ecuación 4 Consumo promedio diario.....	10
Ecuación 5 Consumo máximo día.....	10
Ecuación 6 Consumo Máximo Hora.....	11
Ecuación 7 Consumo doméstico.....	11
Ecuación 8 Consumo institucional.....	12
Ecuación 9 Pérdidas en el sistema.....	12
Ecuación 10 Capacidad de cloración.....	13
Ecuación 11 Altura entre el afloramiento y la cámara húmeda.....	14
Ecuación 12 Velocidad de pase.....	14
Ecuación 13 Perdida de carga.....	15
Ecuación 14 Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.....	15
Ecuación 15 Área de la tubería.....	16
Ecuación 16 Diámetro de la tubería.....	16
Ecuación 17 Número de orificios.....	16
Ecuación 18 Ancho de la pantalla.....	17
Ecuación 19 Altura mínima.....	17
Ecuación 20 Carga requerida.....	18
Ecuación 21 Altura cámara húmeda.....	18
Ecuación 22 Diámetro de canastilla.....	19
Ecuación 23 Longitud de canastilla.....	19
Ecuación 24 Área transversal.....	19
Ecuación 25 Área lateral granada.....	19
Ecuación 26 Numero de ranura.....	20
Ecuación 27 Diámetro.....	20
Ecuación 28 Pérdida de carga.....	21
Ecuación 29 Diámetro en tuberías.....	21
Ecuación 30 Velocidad en tuberías.....	24
Ecuación 31 Celeridad.....	25
Ecuación 32 Tiempo de cierre.....	26
Ecuación 33 Sobrepresión.....	26
Ecuación 34 Volumen del compensador.....	27

Ecuación 35 Volumen de reserva..... 28
Ecuación 36 Capacidad del tanque..... 28

I. CAPITULO: GENERALIDADES

1.1. Introducción

El agua es un elemento de la naturaleza de gran importancia para el ser humano, así como para el resto de seres vivos que nos acompañan en el planeta Tierra, pero la escasez y la contaminación de las fuentes de agua plantean una amenaza latente para la salud humana y la calidad de vida.

Es derecho de todos los ciudadanos el acceso al agua potable, como la Ley No. 620 “Ley General de Aguas Nacionales”, señala que es obligación y prioridad indeclinable del Estado promover, facilitar y regular adecuadamente el suministro de agua potable en cantidad y calidad al pueblo nicaragüense.

Bajo este panorama Nicaragua enfrenta actualmente graves problemas de suministro y calidad de agua. Parte de esta problemática, se resuelve con la construcción de infraestructuras hidráulicas, que permitirán satisfacer a la población.

En las zonas rurales la prestación de servicio de agua la realizan los Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) que, aunque se ha logrado incrementar la prestación del servicio de agua, aun no es suficiente, ya que en algunos lugares aun no cuentan con agua potable, teniendo que abastecerse de ríos, pozos excavados o manantiales que son propensos a contaminación por químicos del café, los cuales no son tratados adecuadamente como es el caso en el sector de Los Desmovilizados de la comunidad El Diamante jurisdicción del municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega.

Dada esta situación se propone diseñar un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) para el sector de los desmovilizados de la comunidad El Diamante la cual se encuentra ubicada a 37 km del municipio de San Rafael del Norte y cuenta con una población de 200 habitantes.

1.2. Antecedentes

En Nicaragua la problemática de agua potable se está desarrollando con rapidez en las áreas rurales, por ende, origina la necesidad de proyectos que vengan a resolver estas necesidades.

Nicaragua siendo un país rico en recursos hídricos superficiales y subterráneos, el 31% de las personas que viven en zonas rurales no tienen acceso a este recurso (ECODES, 2019), dadas estas necesidades se requiere cumplir con el derecho al consumo de agua potable, por ello se han implementado proyectos como MAG, MABE, cosechas de agua, etc. Según información brindada por el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR), a nivel Nacional existen 4,755 sistemas de los cuales 884 son Mini Acueductos por Gravedad (MAG) y en el departamento de Jinotega a la actualidad posee 425 proyectos de agua potable, los cuales 111 son Mini Acueducto por Gravedad (MAG), así como en el municipio de San Rafael del Norte cuentan con una cantidad de 35 sistemas de agua potable, de ellos 21 son Mini Acueducto por Gravedad (MAG).

El sector de los Desmovilizados, de la comunidad del Diamante se ha visto afectado por la falta de agua potable y el acceso al agua segura o de calidad, afectando directamente a la población del municipio, la cual es vulnerable a las enfermedades causadas por patógenos presentes en las aguas contaminadas.

Desde su fundación este sector no cuenta con un sistema de distribución de este vital líquido y no se ha contado con ningún proyecto que erradique este problema. Además, que las pocas fuentes de agua no cumplen con los estándares de salubridad requerido debido a la actividad cafetalera y agrícola lo que causa mayor contaminación en las aguas superficiales existentes. Estas problemáticas han venido a impulsar la construcción de sistemas que den una respuesta a las necesidades de la población como los Mini Acueducto por Gravedad (MAG).

1.3. Justificación

En el sector de los Desmovilizados, comunidad del Diamante, municipio de San Rafael del Norte-Jinotega, se identifica como principal problema la inexistencia de agua potable, esto ocasiona que los pobladores en su mayoría niños, mujeres, ancianos tengan que caminar largos tramos que van hasta los 3 km para obtener agua que proviene de fuentes superficiales como quebradas y ojos de agua. Las cuales están contaminadas microbiológicamente y químicamente, esto es preocupante por la presencia de patógenos ocasionados por el fecalismo al aire libre, además de esto existe la preocupación de que los químicos usados en las labores de agricultura (café) causen contaminación en la zona, ya que el mal tratamiento de las aguas miel que son vertidas en las fuentes superficiales ocasiona que estas sean contaminadas afectando directamente la salud trayendo a la mesa enfermedades por intoxicación con los químicos utilizados en el café, esto también provoca que se reduzcan las alternativas de fuentes para el abastecimiento de agua.

Para resolver los problemas previamente expuestos, se propone el diseño de un mini acueducto por gravedad (MAG). Con una fuente ubicada a 8 km de la comunidad que contará con un naciente alejado de la contaminación y este tendrá un proceso de potabilización adecuándose a los estándares correspondientes para calidad de agua. Esto para mejorar la calidad de vida y así cumplir con el derecho fundamental de las personas de contar con el servicio de agua limpia y segura para el consumo humano.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar un mini acueducto por gravedad (MAG) en la comunidad del Diamante, en el sector de los Desmovilizados – San Rafael Del Norte, Jinotega.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar las características socioeconómicas en la comunidad por medio de herramientas para conocer la situación actual y proponer la tecnología adecuada.
2. Analizar mediante aforos volumétricos el caudal de la posible fuente de abastecimiento.
3. Realizar estudios topográficos en la zona desde la fuente hasta la comunidad, así como la realización de planos que sirvan para el trazado de la red.
4. Realizar estudios de calidad físico-químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento, para garantizar que el agua suministrada es apta para el consumo humano.
5. Diseñar los componentes hidráulicos de la red.
6. Estimar costos a través de la realización de un presupuesto de la obra.

II. CAPITULO: MARCO TEORICO

2.1. Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico se realizará en la comunidad con el objetivo de buscar los niveles de gasto y consumo de los hogares, del acceso a los servicios básicos y de otras variables relacionadas con las características y condiciones de vida (INIDE, 2011).

Es necesario aplicar una encuesta directa que se realiza visitando a la población y así recopilar toda la información de carácter socioeconómico que se menciona a continuación:

- Cantidad de personas
- Vivienda
- Adquisición y condiciones
- Situación económica de las familias
- Ingresos mensuales, actividades económicas
- Saneamiento e higiene ambiental
- Recursos y servicios de agua
- Disponibilidad del servicio de agua y calidad de agua de consumo
- Generalidades del proyecto

2.2. Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de Agua Potable, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.

- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma (INAA, 1999).

2.3. Aforo volumétrico

El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. La aceptación de un manantial como fuente de suministro de agua potable se realiza en base a su dato o datos de aforo, que deberá corresponder al final del periodo seco de la zona y se tomará como mínimo el valor obtenido para el diseño (INAA, 1999a, pág. 17).

Para conocer el caudal que tiene la fuente, se debe conocer el volumen de un depósito, y medir el tiempo que tarda en llenarse. Se calculará el caudal usando la fórmula del método volumétrico:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Ecuación 1 Caudal de aforo

Donde

Q: Caudal, m³/s

V: Volumen del depósito, m³

T: Tiempo para llenar el depósito, s

2.4. Tipos de fuente

- Aguas superficiales: Corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas y quebradas). Proviene en gran parte y pueden recibir de manantiales.
- Aguas subsuperficiales: Manantiales, afloramientos.

2.5. Estudio topográfico

En esta fase se hará una inspección física a la zona de estudio, para poder señalar las variaciones topográficas e identificar los lugares de cobertura del proyecto.

El levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, se realizará con los equipos y herramientas siguientes: Estación total modelo Trimble M3, GPS GARMIN 64X, bastón, prisma, brújula, cinta métrica, clavos, spray y libreta de campo, con los cuales se obtendrá una precisión adecuada y necesaria para el diseño del Mini Acueducto por Gravedad (MAG) en la comunidad del Diamante, en el sector de los Desmovilizados– San Rafael del Norte, Jinotega.

2.6. Calidad de agua

Según (INAA, 1999a, pág. 49) los parámetros mínimos para la protección de la salud pública de la calidad del agua para el sector rural son:

- La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados, pero 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 hidrógenos y conductividad.
- El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por el INAA y MINSA

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución. Los parámetros de calidad del agua a tener en

cuenta según (CAPRE, 1994) son los de las Tabla Parámetros Bacteriológicos y Tabla Parámetros Físico-Químicos, como se muestran en los Anexo 5 y Anexo 6.

2.7. Población de diseño

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño (INAA, 1999b, pág. 7).

Según la norma (INAA, 1999a) para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

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

Ecuación 2 Población de diseño

Donde

P_n: Población del año “n”, Hab/año

P_o: Población al inicio del período de diseño, hab

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

n: Número de años que comprende el período de diseño

Se determinará la tasa de crecimiento mediante el despeje de la variable “r” de la ecuación 1 del método geométrico, como se muestra a continuación:

$$r_g = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{(t_2 - t_1)}} - 1$$

Ecuación 3 Tasa de crecimiento

Donde

P_1 : Población actual, hab

P_2 : Población histórico, hab

t_1 : Año actual, año

t_2 : Año histórico, año

2.8. Periodo de diseño

Es el periodo destinado para la duración y servicio del sistema. Según norma (INAA, 1999a) se deberá fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de establecer los periodos de los componentes del sistema, satisfacer las demandas futuras de la comunidad, que los elementos del sistema deban diseñarse por etapas y determinar cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

Tabla 1 Periodos de diseño de los componentes

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Captaciones superficiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: (INAA, 1999a)

2.9. Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: Nivel de servicio adoptado, Factores geográficos, Factores culturales y Uso del agua.

2.10. Variaciones de consumo

2.10.1. Consumo Promedio Diario (CPD)

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro y se obtendrá con la fórmula:

$$CPD = (CD + CI)$$

Ecuación 4 Consumo promedio diario

Donde

CPD : Consumo promedio diario, l/s

CD : Consumo doméstico, l/s

CI : Consumo institucional, l/s

2.10.2. Consumo Máximo Día (CMD)

Se estimará utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al (CPD), según lo establecido por el INAA.

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

Ecuación 5 Consumo máximo día

Donde

CMD : Consumo máximo día, l/s

CPD : Consumo promedio diario, l/s

Hf : Pérdidas o fugas en el sistema, l/s

2.10.3. Consumo Máximo Hora (CMH)

Se estimará utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al (CPD), según lo establecido por el INAA.

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

Ecuación 6 Consumo Máximo Hora

Donde

CMH : Consumo máximo hora, l/s

CPD : Consumo promedio diario, l/s

Hf : Pérdidas o fugas en el sistema, l/s

2.10.4. Consumo Doméstico

Es el consumo de la población futura teniendo en cuenta la dotación que establece la norma, como se muestra a continuación.

$$CD = \frac{Pf \times Dot}{86400}$$

Ecuación 7 Consumo doméstico

Donde

CD : Consumo doméstico, l/s

Pf : Población futura, hab

Dotación : Según la norma (INAA, 1999), lppd

2.10.5. Consumo Institucional

El consumo institucional corresponde al 7% del consumo domestico (INAA, 1999b, pág. 11) cuya expresión se presenta en la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{7}{100}(CD)$$

Ecuación 8 Consumo institucional

Donde

CI : Consumo institucional, l/s

CD : Consumo doméstico, l/s

2.10.6. Pérdidas en el sistema (Hf)

Para calcular el agua que se pierde en cada uno de los componentes del sistema se usara siguiente ecuación:

$$Hf = 20\% * CPD$$

Ecuación 9 Pérdidas en el sistema

Donde

Hf : Pérdidas o fugas en el sistema, l/s

CPD : Consumo promedio diario, l/s

2.11. Desinfección

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen

su buena calidad. 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 (INAA, 1999a, pág. 48).

La selección del tipo de cloro a utilizar debe hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$Ca = \frac{(QxC)}{1000}$$

Ecuación 10 Capacidad de cloración

Donde

Ca : Capacidad del diseño de la estación de cloración, kg. cloro/día

Q : Caudal del agua, máximo horario m³/día

C : Dosis de cloro a aplicar, mg/l

2.12. Obra de captación

Fue diseñado según los criterios de (Agüero Pittman, 1997), la estructura que se construyó para captar el agua de la fuente, puede ser un dique toma (captación abierta) o caja de captación (cerrada). De esta obra sale la línea de conducción hacia el resto de elementos del acueducto (FISE).

En el caso del Mini Acueducto por Gravedad (MAG) para el sector de los desmovilizados de la comunidad El Diamante consistirá en una caja de captación cerrada, la cual captará el agua del manantial aprovechando el desnivel del terreno, por medio de gravedad. La obra de captación, línea de conducción, tanque de

almacenamiento y la red de distribución serán dimensionadas en base a las variaciones de consumo (Agüero Pittman, 1997).

2.12.1. Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Según (Agüero Pittman, 1997) para el cálculo de la altura entre el afloramiento y el orificio de entrada se hará mediante la siguiente ecuación:

$$h_0 = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

**Ecuación 11 Altura entre el
afloramiento y la cámara húmeda**

Donde

h_0 : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada

g : Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

V_2 : Velocidad de pase

Al despejar la ecuación 11 se obtuvo la siguiente ecuación para calcular la velocidad de pase:

$$V_2 = \left[\frac{2gh_0}{1.56} \right]^{1/2}$$

Ecuación 12 Velocidad de pase

Donde

h_0 : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada

g : Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2

V_2 : Velocidad de pase

Para el cálculo de pérdida de carga se hará mediante la siguiente ecuación:

$$H_f = H - h_0$$

Ecuación 13 Pérdida de carga

Donde

H_f : Pérdida de carga

h_0 : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada

H : Carga requerida

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

**Ecuación 14 Distancia entre el
afloramiento y la cámara húmeda**

Donde

L : Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

H_f : Pérdida de carga

2.12.2. Ancho de pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla serán necesarias las siguientes ecuaciones según (Agüero Pittman, 1997):

Para calcular el área de la tubería se obtuvo la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{C_d \times V}$$

Ecuación 15 Área de la tubería

Donde

A : Área de la tubería, m²

Q_{máx} : Gasto máximo de la fuente, l/s

V : Velocidad de paso

C_d : Coeficiente de descarga

El valor del diámetro será definido mediante la siguiente ecuación:

$$D = \left(\frac{4 \times A}{\pi} \right)^{1/2}$$

Ecuación 16 Diámetro de la tubería

Donde

D : Diámetro

A : Área de la tubería, m²

Con la siguiente ecuación se calculará el Número de orificios:

$$NA = \left(\frac{D1_{\phi_{calculado}}}{D2_{\phi_{asumido}}} \right)^2 + 1$$

Ecuación 17 Número de orificios

Donde

NA : Numero de orificios

D1 : Diámetro calculado

D2 : Diámetro asumido

Para el cálculo del ancho de la pantalla se hará mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + NA \times D + 3D(NA - 1) \quad \text{Ecuación 18 Ancho de la pantalla}$$

Donde

b : Ancho de la pantalla

NA : Número de orificios

D : Diámetro del orificio

2.12.3. Altura de la cámara húmeda

Para el cálculo de la altura total de la cámara húmeda se calculará mediante la siguiente ecuación según (Agüero Pittman, 1997):

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad \text{Ecuación 19 Altura mínima}$$

Donde:

A : Área de la tubería, m²

D : Diámetro asumido, m

La carga requerida se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$H = 1.56 \frac{Q_{max}^2}{2gA^2}$$

Ecuación 20 Carga requerida

Donde:

H : Carga requerida, m

Q_{máx}: Gasto máximo, m³/s

A : Área de la tubería de salida, m²

g : Aceleración gravitacional, m/s²

$$H_t = A + B + H + D + E$$

Ecuación 21 Altura cámara húmeda

Donde:

H_t : Altura de la cámara húmeda, m

A : Altura de filtro, cm

B : Se considera una altura mínima de 10 cm

H : Altura de agua, cm

D : Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda, cm

E : Borde libre

2.12.4. Dimensionamiento de canastilla

Según (Agüero Pittman, 1997) el cálculo del dimensionamiento se hará mediante las siguientes ecuaciones:

$$Dc = 2 \times \text{Diámetro}$$

Ecuación 22 Diámetro de canastilla

La longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3Dc y menor a 6 Dc

$$3Dc < L < 6Dc$$

Ecuación 23 Longitud de canastilla

El área transversal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ac = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecuación 24 Área transversal

Ac : Área transversal de la tubería, m²

D: Diámetro, m

$$Ag = 0.5 \times D \times L$$

Ecuación 25 Área lateral granada

Donde:

Ag : Área lateral de la granada

D : Diámetro, m

L : Longitud, m

El número de ranuras resulta de la siguiente ecuación:

$$No\ de\ ranura = \frac{A_{total\ de\ ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

Ecuación 26 Numero de ranura

2.12.5. Rebose y limpieza

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación.

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Ecuación 27 Diámetro

Donde:

D : Diámetro, pulg

Q : Gasto máximo de la fuente, 1.30 l/s

hf : Pérdida de carga unitaria, 0.0 15 m/m

2.13. Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución (INAA, 1999, pág. 30).

2.14. Línea de Conducción por Gravedad (LCG)

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede

utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo (INAA, 1999, pág. 30).

Para el diámetro se despejará de la fórmula de Hazen-Williams, para el diseño de la línea de conducción. Se tomará como referencia la topografía fuente-tanque.

$$H_f = 10.65 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{Lc}{D^{4.87}}$$

Ecuación 28 Pérdida de carga

Donde

Hf : Pérdida de carga

L : Longitud

Q :Caudal máximo día, m³/s

D : Diámetro interno de la tubería, m

C : Coeficiente para diferente material (Hazen-Williams)

2.14.1. Diámetro

Para calcular el diámetro en tuberías se usará la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{10.65 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L}{H_p}}$$

Ecuación 29 Diámetro en tuberías

Donde

Q :Caudal máximo día, m³/s

C : Coeficiente para diferente material (Hazen-Williams)

L : Longitud

H_p: Pérdida de carga por diferencia de altura

2.14.2. Uniones

La tubería de PVC cuenta con dos tipos de uniones: La unión con campana y la unión de junta rápida. Para la unión con campana se requiere utilizar cemento solvente, para lo cual deben limpiarse perfectamente los bordes de la tubería y luego colocar el cemento solvente y empalmar los dos tubos. La unión de junta rápida, trae un empaque de hule, el cual permite una unión más firme. La ventaja de la unión con campana está en su costo y la ventaja de la junta rápida está en el tipo de unión, que es más segura (AMANCO, 2010).

2.14.3. Válvulas

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: Corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo. (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

2.14.3.1. Válvula de limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. (Poveda, Provedor, & Ruiz., 2015).

2.14.3.2. Válvula de aire

Las líneas de conducción a gravedad, tienen tendencia a la acumulación de aire en los puntos altos, cuando se tiene presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado. (Poveda, Provedor, & Ruiz., 2015)

2.14.3.3. Válvula reguladora de presión

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión. Ella produce en su interior una pérdida constante cualquiera que sea la presión de entrada.

2.14.4. Tee

Se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama Tee de reducción.

2.14.5. Tuberías

Conjunto de tubos fabricados de diversos materiales interconectados formando la tubería principal, cuenta con variaciones de diámetros. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

2.14.6. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomiendan dos valores en las velocidades del flujo en los conductos, en un rango promedio evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. (INAA, 1999, pág. 15).

Los valores permisibles son:

- Velocidad mínima = 0.4 m/s
- Velocidad máxima = 2.0 m/s

Ecuación 30 Velocidad en tuberías

$$V = \frac{4Q}{\pi(\varnothing)^2}$$

Donde

Q :Caudal máximo día, m³/s

∅: Diámetro elegido mm

2.14.7. Accesorios

Los accesorios son piezas especiales que se instalan en las tuberías con fines de limpieza, separación y seguridad en la misma. Estos se colocan como elementos de unión entre los componentes de una conducción de agua, además se utilizan para efectuar intersecciones de conductos, variación de diámetros, cambios de dirección, conexiones con válvulas, etc. Entre los principales accesorios se pueden encontrar: juntas carretes, extremidades, codos de 45 y 90 grados, reductores, bushing, adaptadores machos y hembras, tapones machos y hembras, tes, yes, uniones, coplas y uniones universales, entre otros. Algunos de estos accesorios de PVC tienen un extremo con rosca, son útiles cuando se cambia el tipo de tubería o para la instalación de válvulas (AMANCO, 2010).

2.14.8. Presiones máximas y mínimas

Según (INAA, 1999, pág. 15) para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema se recomendó que éstas estén dentro los rangos permisibles, en los valores siguientes.

- Presión mínima: 5.0 metros
- Presión máxima: 50.0 metros

2.14.9. Golpe de ariete

Los cambios repentinos de presión o golpes de ariete, son producidos por variaciones en la presión hidrostática de la tubería. Las causas más frecuentes de los golpes de ariete son: Apertura y cierre rápido de válvulas, arranque y parada de una bomba, acumulación y movimiento de bolsa de aire dentro de las tuberías. La sobrepresión generada por el golpe de ariete está relacionada con la máxima razón de cambio del flujo; mientras que la razón de movimiento de la onda de presión está relacionada con la velocidad del sonido dentro de un fluido

La columna de líquido que se mueve dentro de la tubería posee cierta inercia, proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene repentinamente, la inercia se convierte en un incremento de presión (AMANCO, 2006).

2.14.9.1. Celeridad

Para calcular la celeridad se utilizó la fórmula de Allievi que se muestra en la ecuación

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K x \frac{D}{e}}}$$

Ecuación 31 Celeridad

Donde:

A : Celeridad de la onda de presión, m/s

K : Coeficiente función del módulo de elasticidad del material constitutivo del material de la tubería. (Para tubos plásticos o de PVC)

D: Diámetro de la tubería elegido, mm

E : Espesor de tubería, mm

2.14.9.2. Tiempo de cierre

Tiempo de parada con la fórmula de Mendiluce que en el caso de la conducción por

gravedad se conoce como tiempo de cierre el cual es el tiempo necesario para que no ocurra el golpe de ariete.

$$t = \frac{2 * L}{a}$$

Ecuación 32 Tiempo de cierre

Donde

t : Tiempo de oscilación completa de la onda, s

L: Longitud de tubería, m

a: Celeridad, m/s

2.14.9.3. Sobrepresión

El cálculo de la sobrepresión se hará mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta H = \frac{2 * L * v}{g * T}$$

Ecuación 33 Sobrepresión

Donde

ΔH : Sobrepresión debida al golpe de ariete, m.c.a

L : Longitud de tubería, m

V: Velocidad de flujo

T : Tiempo de cierre

2.15. Red de distribución

Es el sistema de tuberías que conduce al agua desde el tanque de almacenamiento hasta el usuario, a través de puesto público o tomas domiciliarias, instalándose tubería de hierro galvanizado (HG), de cloruro de polivinilo (PVC), con sus respectivos accesorios y válvulas.

2.16. Red abierta

Debido a la topografía y el crecimiento demográfico desordenado que ha tenido la población y basándonos en los datos anteriores se ha llegado a la conclusión que amerita una red de distribución abierta.

2.17. Dimensionamiento de la red de distribución

Para el diseño se adopta el mayor de los caudales, es decir, se calcula el caudal unitario, el que se multiplica por el número de viviendas a servir y se compara con el caudal de uso simultáneo.

2.18. Tanque de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua (INAA, 1999, pág. 36).

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- Volumen compensador

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

Volumen Comp: 15% (CPD)

Ecuación 34 Volumen del compensador

- Volumen de reserva

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

Ecuación 35 Volumen de reserva

Volumen Res: 20% (CPD)

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

Ecuación 36 Capacidad del tanque

Almacenamiento = 35% (CPD)

2.19. Presupuesto

La elaboración del presupuesto de la obra se realizará en base a las actividades organizadas en etapas, subetapas y actividades, los alcances de las obras estarán basadas en los planos constructivos, con lo cual se determinará el costo total del diseño del proyecto. Para calcular el presupuesto se usará hoja de cálculo Excel y se aplicará el precio unitario de las actividades según el catálogo del FISE.

Criterios a considerar durante la elaboración del presupuesto:

- Materiales: El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (no locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.
- Mano de obra: Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2019.
- Impuestos: Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.

- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.

III. CAPITULO: DISEÑO METODOLOGICO

3.1. Aforo volumétrico

El aforo de la fuente se realizó utilizando el método volumétrico que consiste en tomar el tiempo en que se llena un recipiente graduado. Se limpio el lugar donde se aforará, se hizo una represa y posteriormente se colocó un tubo para captar el agua y proceder al aforo, previamente se conocía el volumen del depósito, luego solamente se midió el tiempo requerido para llenar el depósito con un cronómetro, este procedimiento se repitió 5 veces.

3.2. Calidad de agua

Se realizaron muestreos para los parámetros bacteriológicos y físico-químicos en los laboratorios de la Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN) ubicado en Managua.

Las muestras fueron captadas, preservadas, y transportadas en recipientes de plástico, de 1 litro y de material no tóxico (polipropileno), cubiertos con papel de aluminio.

Luego se transportaron al laboratorio en un termo con hielo, para posteriormente ser analizadas de acuerdo a los procedimientos operativos normalizados del laboratorio. Obtenidos los resultados del laboratorio se analizarán los datos, y se compararán con los datos estandarizados en la norma regional y nacional (CAPRE, 1994, pág. 7).

3.3. Desinfección

Según (INAA, 1999, pág. 97) se recomienda hipo cloración para capacidades menores 1 kg/día y caudales de 130 gpm como máximo (8.20 L/s).

3.4. Estudio socioeconómico

El censo y encuesta socioeconómica de la comunidad, se realizó en el mes de agosto del año 2019, con previa capacitación por parte de la organización Water For People,

se ira casa por casa, con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población beneficiada, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población. La información recopilada en el campo mediante la encuesta, se procesó y los resultados obtenidos serán representados por medio de gráficos en el programa de Excel.

3.5. Recopilación de información

Se visitaron las instituciones como la Alcaldía, ENACAL, Water For People, para recopilar información de las características básicas de la zona como ubicación, características locales, climatología, entre otras.

3.6. Estudio topográfico

Primero se realizó una visita de campo para determinar los lugares donde posiblemente puede pasar la red, en coordinación con los pobladores. Luego se procedió a realizar el levantamiento topográfico con los conocimientos planimétrico y altimétrico, para conocer las condiciones del terreno donde será ejecutado el proyecto, lo que incluye la fuente, línea de conducción, el tanque de almacenamiento, etc. Esto permitirá estudiar la ubicación de los componentes de la red, para adecuar el diseño a las características del lugar y evitar el mal funcionamiento una vez que sea instalado.

El levantamiento fue procesado y representado gráficamente con el programa AutoCAD y la aplicación Civil CAD, en donde se ingresarán los puntos por sistema de coordenadas.

3.7. Población de diseño

Los datos de la población histórica se obtuvieron del censo poblacional que se realizó por la alcaldía para el año 2005.

Se levantó un censo poblacional y se realizará una investigación de aspectos socioeconómicos de la comunidad, como punto de partida para cuantificar y proyectar población y gastos de diseño.

3.8. Periodo de diseño

El período de diseño se definió en base la vida útil de los componentes del sistema, con un período de 20 años, comprendiendo el período 2019-2039.

3.9. Dotación

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignó una dotación de 50 a 60 lppd (INAA, 1999a, pág. 10) . Se utilizará 60 lppd.

3.10. Diseño de los componentes de la red

3.10.1. Fuente de abastecimiento

Los estudios de agua en captaciones superficiales y manantiales deberán de hacerse para 20 años como máximo. Según las normas establecidas por el (INAA).

En primera instancia la fuente debe cumplir con los parámetros establecidos por la NTON 05007-98, capítulo V. Debe cumplir con lo siguiente:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- Mantener la condición de calidad necesaria para garantizar la potabilidad de la misma.

En el predio donde se encuentra la fuente, fue donada y legalizada a los pobladores de la comunidad. El sitio se reforestará para protegerla su área de recarga y constará con un cerco perimetral para su protección.

3.10.2. Obra de captación

Se realizó con base a la topografía del punto y el tipo de manantial. Se ha diseñado un dique-toma para la fuente de agua de manera que pueda tener entradas para la toma de agua. La velocidad del agua en la entrada de la toma no deberá ser mayor a 0.6 m/s.

3.10.3. Línea de conducción

La línea se diseñó con la condición del Consumo Máximo Día al final del período de diseño el cual resulta aplicar el factor de 1.5 al CPD (Consumo Promedio Diario).

Para el dimensionamiento de la línea de conducción se aplicó la fórmula de Hazen-Williams.

3.10.4. Almacenamiento

De acuerdo con lo establecido con la capacidad del tanque debe garantizar la cantidad necesaria de agua para el consumo.

3.11. Red de distribución

La red se diseñó con la condición del Consumo de Máxima Hora a fines del período de diseño. Después de realizar los cálculos para el sistema, se hizo el diseño hidráulico de la red en el software EPANET.

3.12. Presupuesto

Para elaborar el presupuesto del proyecto se seguirán los siguientes pasos:

- Estimar cantidades de obras en base a los planos constructivos.
- Organizar las actividades en etapas y sub etapas.
- Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y subetapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de

rendimiento horario establecida por esta misma entidad, para calcular el presupuesto con el software Excel.

IV. CAPITULO: INFORMACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

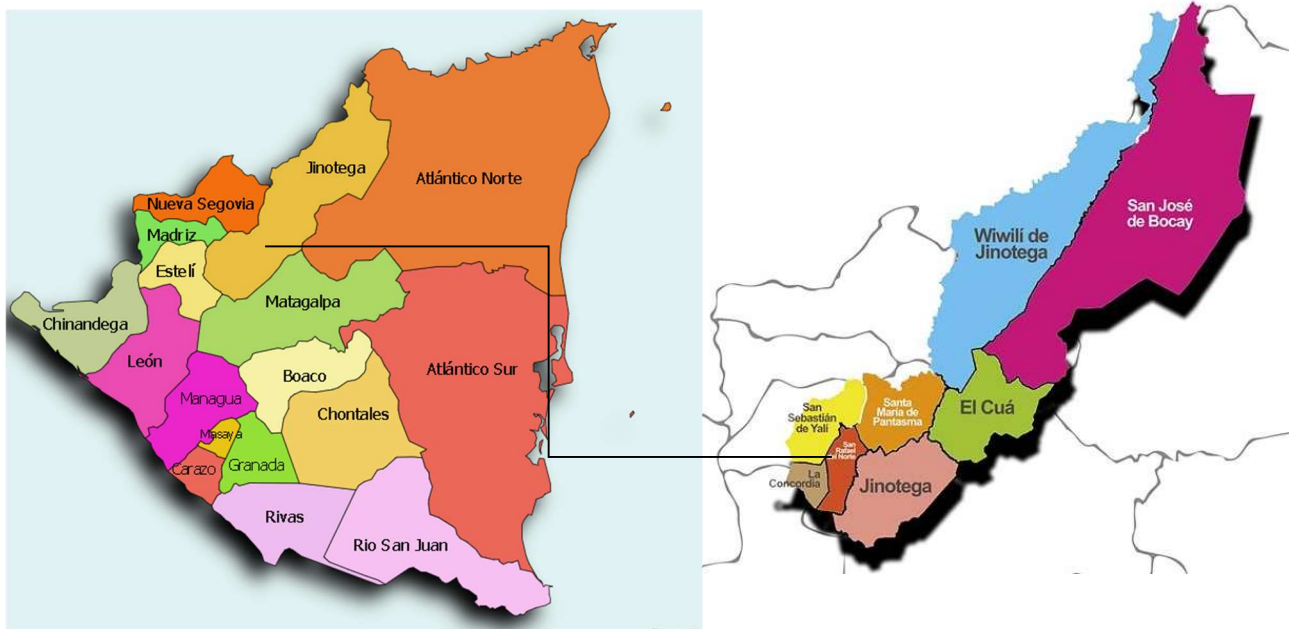
4.1. Referencia y posición geográfica

El municipio de San Rafael del Norte, se encuentra ubicado en el departamento de Jinotega, a una distancia de 24 Km de la cabecera departamental del mismo nombre y a 185 Km de la capital (Managua). Entre las coordenadas 13 ° 12´ de latitud norte y a 86 ° 06´ longitud oeste, con una extensión territorial de 239.65 Kms²

4.2. Macro localización

Sus límites son: Al Norte: Municipio San Sebastián de Yalí y Santa María de Pantasma. Al Sur: Estelí y Jinotega. Al Este: Jinotega y Santa María de Pantasma. Al Oeste: La Concordia.

Figura 1 Macro localización



Fuente: Elaboración propia

4.3. Micro localización

La comunidad el Diamante se encuentra ubicada unos 15 km de la cabecera municipal, con carretera de macadán por la comunidad Los Chagüitones.

Sus límites son:

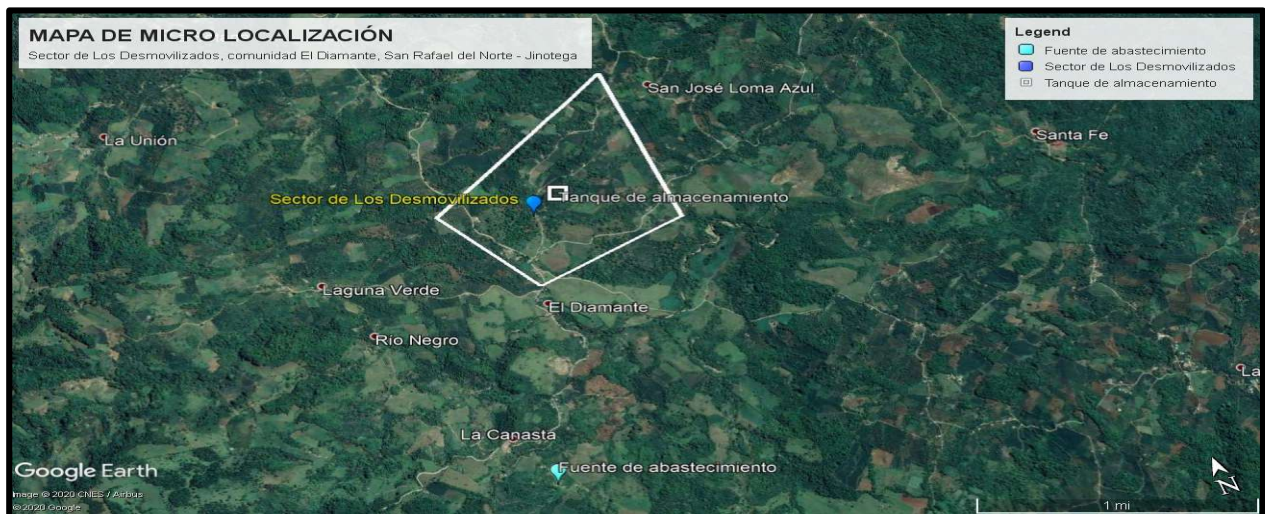
Al Norte con la comunidad Los Chagüitones.

Al Sur con la comunidad La Naranja.

Al Este con la comunidad La Altura.

Al Oeste con la comunidad La Paz.

Figura 2 Micro localización

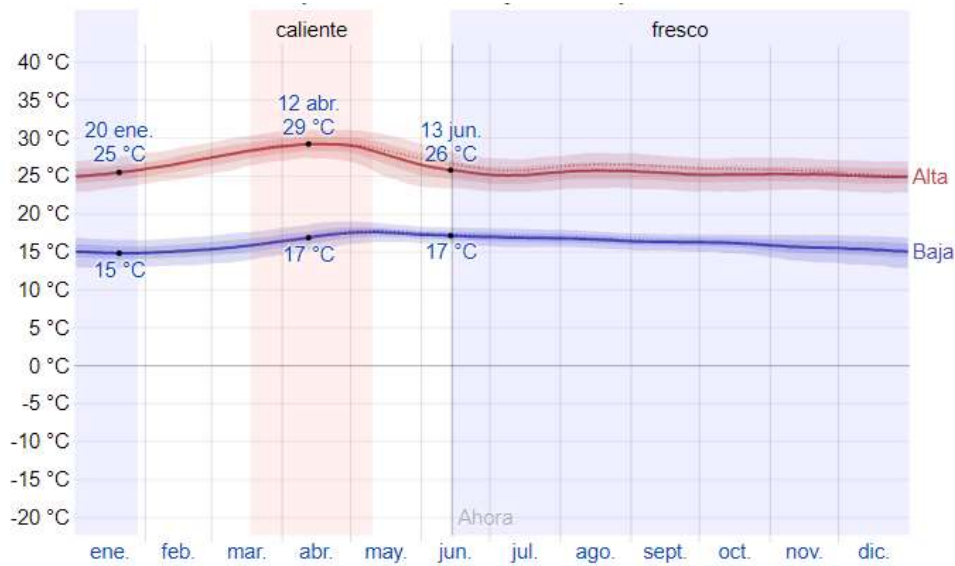


Fuente: Google Earth

4.4. Clima y precipitación

San Rafael del Norte se caracteriza por tener en todo su territorio un clima frío. La temperatura promedio anual es de 21°C, y su precipitación anual es de 1,200 a 1,500 mm.

Figura 3 Temperatura máxima y mínima promedio



Fuente: INETER

4.5. Relieve

Posee un relieve irregular, el sector más elevado es Samaria, que mide 1500 msnm. En el territorio se encuentran valles, pequeñas llanuras y grandes depresiones, que en su mayoría son utilizadas por los campesinos para las labores agrícolas.

4.6. Suelo

El municipio se divide en tres zonas bien definidas, las que presentan diferentes tipos de suelos.

En la parte norte presenta un tipo de suelo con un alto contenido orgánico, composición franco-arcillosa; en esta parte del territorio, el suelo se aprovecha con mucha frecuencia para los cultivos, tales como: café, hortalizas, granos básicos y la ganadería lechera.

En la parte central presenta suelos fértiles, del tipo franco arcilloso, con suelos de capa arable, la cual presenta condiciones óptimas para el cultivo de granos básicos y cría de ganado lechero.

En la parte sur tiene una zona bastante seca en la cual hay poca producción, por lo que se cultivan productos tradicionales. También se recomienda sembrar productos no tradicionales que sean rentables en este tipo de clima.

4.7. Cuencas hidrográficas

La red de drenaje fluvial en la zona de San Rafael del Norte, está formada por quebradas que nacen en los cerros que rodean la ciudad. El río San Rafael es el principal curso de agua de la zona, éste es afluente del río viejo, que a su vez desemboca al Lago de Managua, y forma parte de la cuenca del río San Juan de Nicaragua (Cuenca 69) de la vertiente del atlántico.

4.8. Principales actividades económicas

La principal actividad económica del municipio de San Rafael del Norte, es La agropecuaria, la cual presenta los siguientes rubros: Granos básicos, ganadería, café y hortalizas.

4.9. Población y su distribución en el municipio

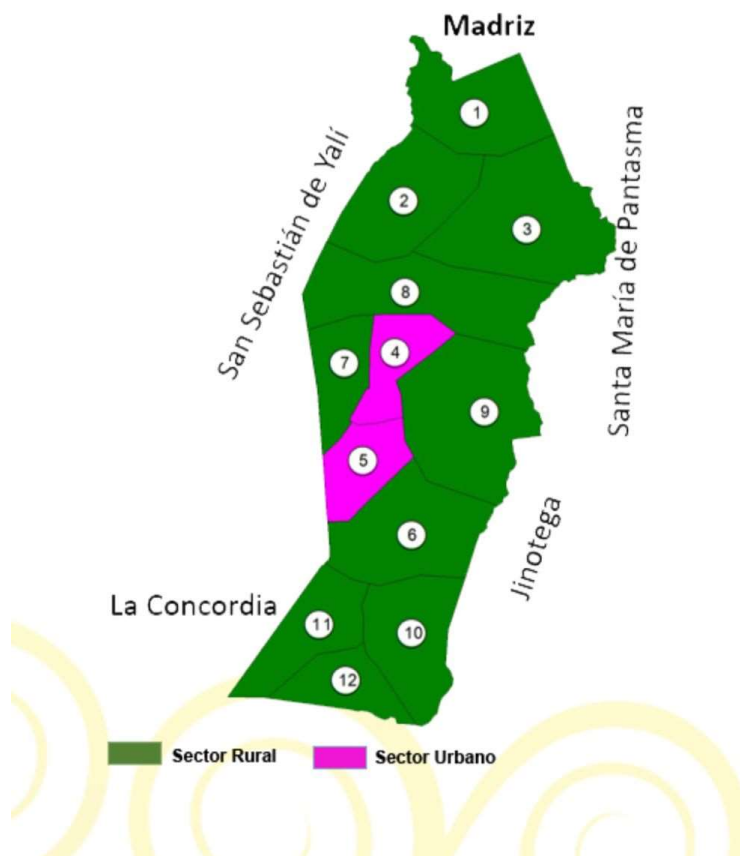
La población total del municipio de San Rafael del norte es de 22,518 habitantes según el censo del año 2019 realizado el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Distribución según las áreas:

- Área urbana: 6,035 Habitantes equivalentes al 26.41% del total de la población.
- Área rural: 16,817 Habitantes equivalentes al 73.59% del total de la población

Figura 4 Distribución de áreas San Rafael del Norte

Sectores de San Rafael del Norte



Fuente: Ministerio de Salud.

4.10. Fauna

La fauna silvestre incluye especies del gran grupo de los mamíferos, reptiles, avifauna y ornifauna. La actividad humana ha incidido en la deforestación y destrucción del hábitat

de la fauna silvestre, afectando las poblaciones naturales de las siguientes especies: Cabro, Danto, Jaguar, Tigrillo, Venado, Armadillos, Monos, Perezosos, Pizote, Lapa, Loras, Tucán, Boa, Coral, Culebra; las que tienen importancia económica al ser fuentes de alimento.

4.11. Vías de acceso y transporte

Las carreteras de penetración a San Rafael del Norte son de tierra, a excepción de las rutas San Rafael del Norte-Jinotega y San Rafael del Norte-La Concordia, que son pavimentadas; y La Concordia-Estelí que es adoquinada. Existe además comunicación por medio de carreteras temporales, con 43 comarcas que conforman el municipio, sólo en el período de verano.

4.12. Sistemas de agua potable

Según datos brindados por el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR), San Rafael del Norte cuenta con una cantidad de 35 sistemas de agua potable, de ellos 21 son Mini Acueducto por Gravedad (MAG).

V. CAPITULO: RESULTADOS

5.1. Aforo volumétrico

Se realizó el aforo el día 18 de agosto del año 2019 mediante el método volumétrico en la fuente superficial La Canasta, utilizando un recipiente de 20 lt, posteriormente se midió el tiempo de llenado de dicho recipiente, repitiendo este proceso 5 veces, al obtener todos los tiempos se sacó un tiempo promedio, luego se aplicó la ecuación 1 dando como resultado lo siguiente:

Tabla 2 Tiempos de aforo y caudal

Tiempos	
T1	12 S
T2	13 S
T3	12 S
T4	13 S
T5	12 S
T. Promedio	13 S

Caudal	$Q = \frac{V}{T}$
Volumen	20 L
Tiempo	13 S
Q	1.60 L/S

Fuente: Elaboración propia

Cabe de recalcar que no se hizo un segundo aforo, debido a la mala gestión de los organizadores del proyecto, ya que el principal contribuyente la ONG se salió, agregando también que se recibe un caudal 6 veces mayor para el primer año y 2 veces superior para el último año.

5.2. Calidad de agua

Para el año 2039 la dosificación se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Requerimiento} = \frac{0.4143278 \text{ L/s}}{8.2 \text{ L/s}} = 0.05052$$

$$\text{Volumen por día} = 0.4143278 \times 16 \times 3600 = 23865.28 \frac{L}{\text{día}}$$

$$Q = \frac{23865.28 \frac{L}{\text{día}}}{1000} = 23.865 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Dosis de cloro a aplicar} = \frac{0.5052}{23865.28} \times 1000 \times 1000 = 2.1 \text{ mg/l}$$

Para el cálculo de la capacidad de cloración se hizo mediante la ecuación 10.

$$Ca = \frac{(23.68528 \text{ m}^3/\text{día} \times 2.1)}{1000} = 0.05 \text{ kg cloro/día}$$

Tabla 3 Dosificación de hipoclorito

Año	CMD	Dosificación
	Lps	Mg/L
2019	0.252	2.06
2024	0.286	1.82
2029	0.324	2.14
2034	0.366	1.90
2039	0.414	2.10

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron los estudios de calidad de agua a la fuente previamente elegida (Ojo de agua) la cual está ubicada en las coordenadas UTM X599751.69, Y14658110.30, Elevación 1190.49 msnm

Se examinaron las muestras de los exámenes bacteriológicos, físico-químicos y metales pesados, dando como resultado concentraciones inferiores del límite que establece la NTON 04 001-05, consiguiente es apta para consumo humano

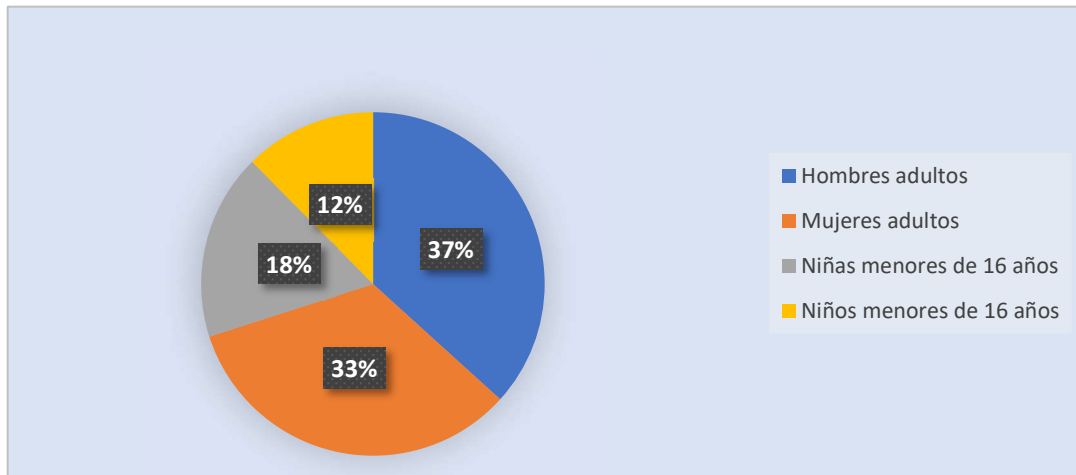
Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red

de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

5.3. Estudio socioeconómico

Para la aplicación de las encuestas socioeconómicas en la comunidad del Diamante, en el sector de los Desmovilizados se utilizó el formato digital brindado por Water For People, mediante el cual pudimos obtener lo siguiente:

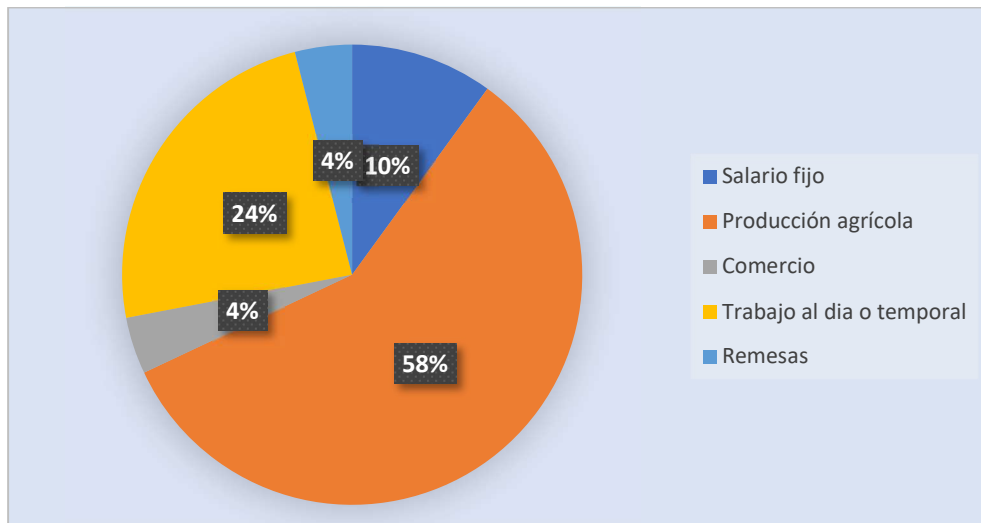
Gráfico 1 Población por edad



Fuente: Elaboración propia

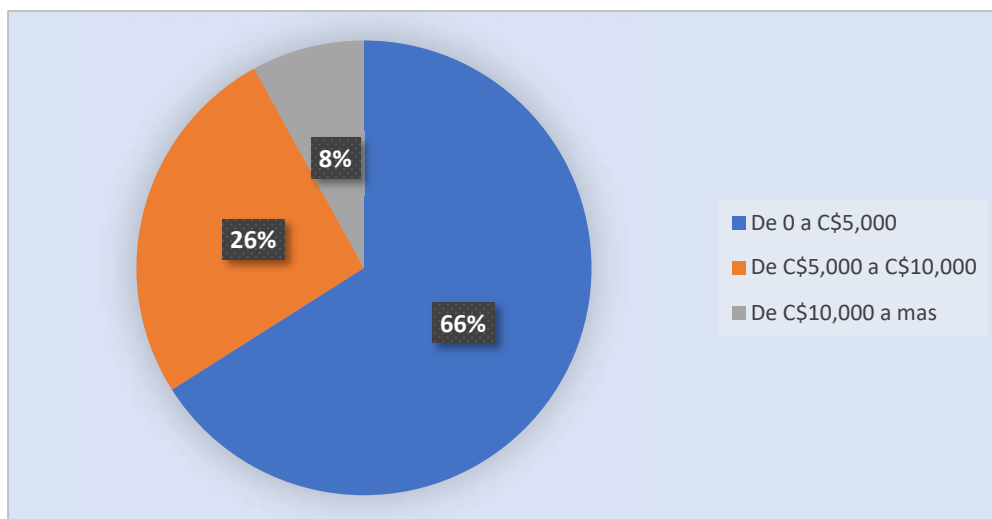
Según los datos obtenidos por medio del censo en el año 2019, la comunidad cuenta con una población de 200 personas, de las cuales la mayoría son hombres adultos correspondiente al 37%, posteriormente mujeres adultas el 33% y los niños, niñas representan el 30%.

Gráfico 2 Activades económicas.



La actividad económica predominante de los 50 hogares encuestados es la producción agrícola que representa un 58%, un 24% trabaja al día o de forma temporal, un 10% cuenta con un salario fijo, por otra parte, un 4% se dedica al comercio y el 4% restante vive de remesas. Como se observa en el gráfico 2.

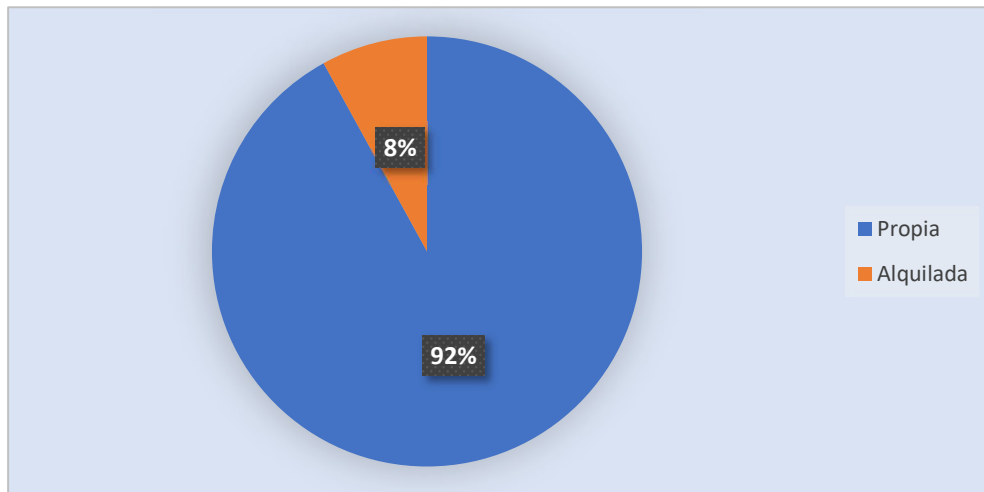
Gráfico 3 Ingreso mensual familiar



Fuente: Elaboración propia

Los ingresos mensuales de la población encuestada muestran que un 66% de las 50 familias recibe un ingreso mensual de 0 a C\$5,000, seguido por un 26% con un ingreso entre C\$5,000 a C\$ 10,000, así mismo un 8% manifiestan ganar entre C\$10,000 a más, según se muestra en el gráfico 3.

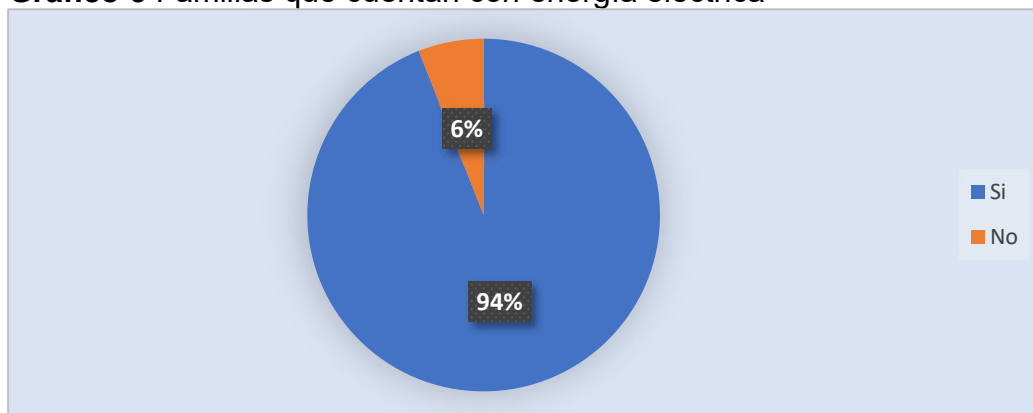
Gráfico 4 Tenencia de vivienda



Fuente: Elaboración propia

De los 50 hogares encuestados un 92% poseen viviendas propias y un 8% alquila la vivienda, la mayoría están construidas con material local, pared de madera, piso de tierra, y techo de zinc. Según gráfico 4.

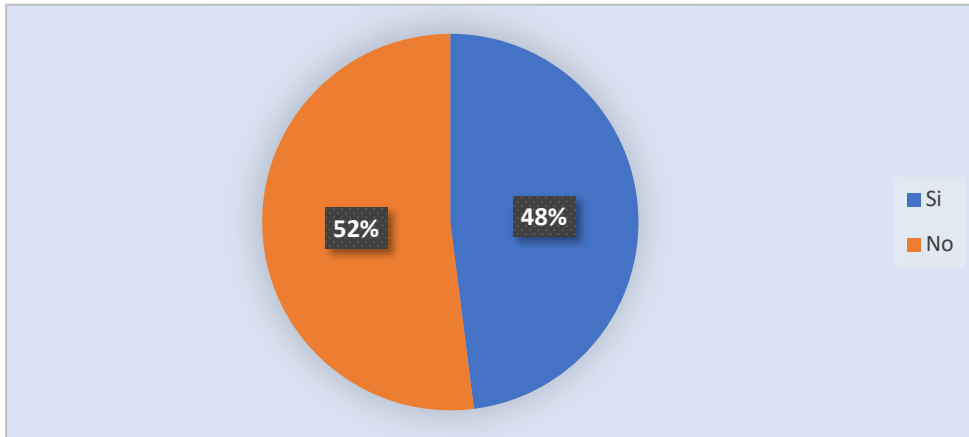
Gráfico 5 Familias que cuentan con energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Con relación al servicio de energía eléctrica en los 50 hogares, la mayoría tiene acceso a este servicio representando un 97% y solo un 6% no cuenta con energía eléctrica. Según gráfico 5.

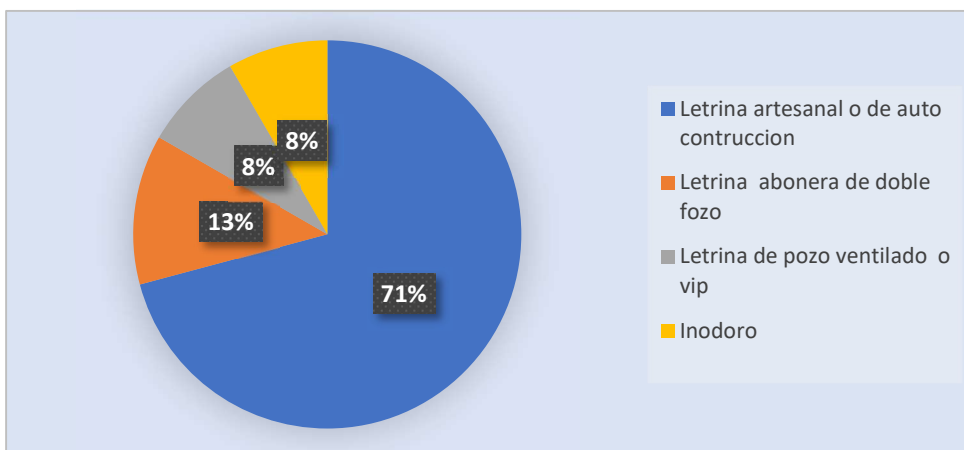
Gráfico 6 Familias que cuentan con servicio sanitario



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al saneamiento de los 50 hogares de esta comunidad, un 52% no cuenta con servicios sanitarios y un 48% si tiene servicios sanitarios, como se muestra en el gráfico 6.

Gráfico 7 Tipo de sanitario existente



Fuente: Elaboración propia

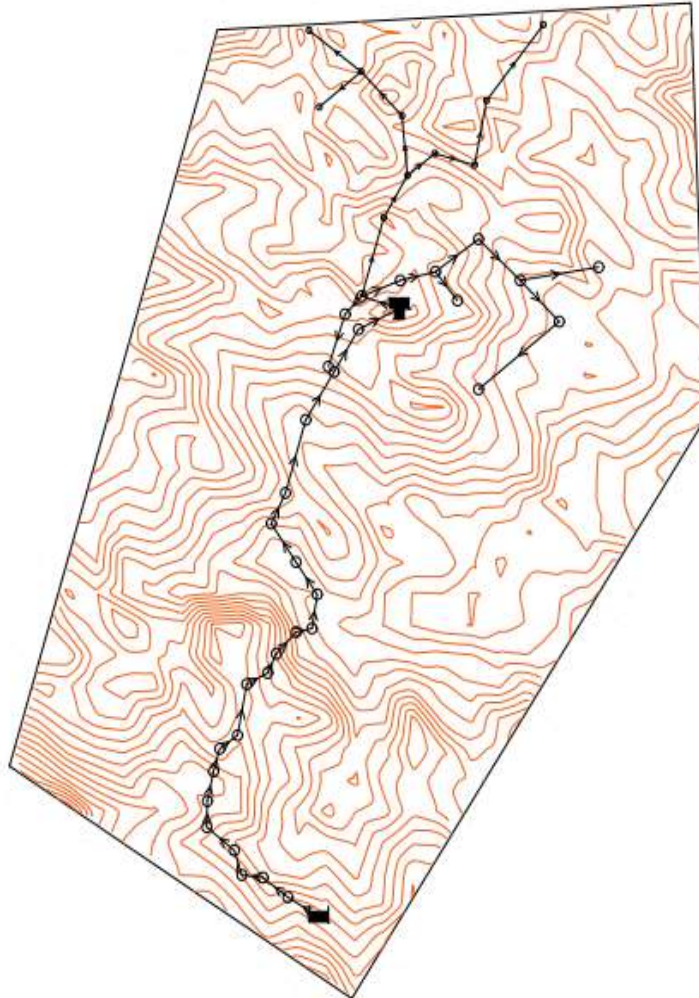
Del 48% de los hogares encuestados que si cuentan con servicios sanitarios un 71% cuenta con letrina artesanal, un 13% tiene letrina abonera, un 8% tiene letrina de pozo ventilado y un 8% tiene inodoro.

De acuerdo a los resultados del estudio socioeconómico se verificó que los habitantes del sector los desmovilizados tienen la capacidad económica para solventar parte de los gastos de mantenimientos del sistema de agua potable, por ello se propuso una tarifa para mantenimiento llegando a un acuerdo de una tarifa mensual de C\$ 50 (Cincuenta córdobas), siendo el resto subsidiado por las entidades involucradas.

5.4. Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó desde la comunidad La Canasta hasta Los Desmovilizados, ejecutado por el grupo de trabajo monográfico donde se pudo determinar la ubicación para la línea de conducción y red de distribución del diseño MAG. El levantamiento topográfico se realizó en un tiempo estimado de 4 días. La información obtenida del levantamiento (ver Anexo 7) fue procesada posteriormente para ubicar los puntos y determinar el tipo de topografía del terreno y empezar con el diseño.

Figura 5 Plano topografico



Fuente: Elaboración propia

5.5. Estudio poblacional y consumo

5.5.1. Tasa de crecimiento poblacional

La determinación de la población esperada a lo largo del período de diseño, se basó en el método de la proyección del crecimiento geométrico, teniendo como dato inicial un censo del año 2005 proporcionado por la Alcaldía de San Rafael del Norte.

Tabla 4 Crecimiento poblacional

Datos	Año	Población de la comunidad
Dato histórico	2005	150
Dato presente	2019	200

Fuente: Elaboración propia

La tasa de crecimiento se calculó aplicando la ecuación 3, dando como resultado una tasa de 1.02%.

$$r = \left(\frac{200}{150}\right)^{\frac{1}{(2019-2005)}} - 1 = 1.02 \%$$

De acuerdo con las Normas Técnicas de INAA, la tasa de crecimiento no debe ser menor del 2.5 %, ni mayor del 4 %, por eso se tomó el mínimo de 2.5%.

5.6. Proyección de población

La estimación de la población futura del año 2039, fue realizada a partir de una tasa de crecimiento del 2.5 %, con una población de 200 habitantes en el año 2019, se aplicó Ecuación 2.

$$P_n = 200 (1 + 2.5\%)^{20} = 328$$

La población de diseño se proyectó a un periodo de 20 años, comprendiendo desde el año 2019 al año 2039, se calculó un promedio de habitantes dando como resultado 4 personas por casa.

Tabla 5 Crecimiento poblacional por quinquenio

N	Año	Población
0	2019	200
5	2024	227
10	2029	257

N	Año	Población
15	2034	290
20	2039	328

Fuente: Elaboración propia.

5.7. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se basó en criterios del (INAA, 1999) así como se muestra a continuación:

Tabla 6 Parámetros de diseño adoptados

No.	Descripción.	Unidad	Parámetro
1	Dotación	Lppd	60
2	Periodo de diseño	Años	20
3	Pérdidas de agua	%	20%CPD
6	Variación de consumo	-	1.5 - 2.5
7	Diámetro mínimo	Pulgadas	1 1/2"
8	Nivel de servicio	-	Domiciliar
9	Criterios de diseño	-	Hazen-Williams
10	Escenarios de diseño	-	CMH
11	Presión y velocidades permisibles	m.c.a - m/s	[5 - 50] [0.4 - 2]

Fuente: (INAA, 1999)

5.8. Proyección de consumos

5.8.1. Nivel de servicio y dotación de agua

El nivel de servicio propuesto corresponde a conexiones domiciliarias. La dotación corresponde a 60 lppd, durante todo el período de diseño. Los elementos de la red de distribución se realizan en base a los caudales de diseño, Consumo Promedio Diario (CPD), Consumo Máximo Día (CMD), Consumo Máximo Hora (CMH).

Para la proyección de consumo durante el período de diseño, se utilizó una cobertura del 100 %. Según la proyección de población y la dotación, se calcularon las

variaciones de consumos (**Tabla 7**), que incluyen: Consumo Promedio Diario, Consumo de Máximo Día y el Consumo de Máxima Hora entre otros, siendo expresados en litros por segundo (l/s).

Para el primer año utilizando las siguientes ecuaciones se calculó:

- El Consumo Doméstico se calculó mediante la ecuación 7

$$CD = \frac{200 \text{ hab} \times 60 \text{ lppd}}{86400} = 0.139 \text{ l/s}$$

Donde

CD = Consumo doméstico, l/s

Pf = 200 hab

Dotación = Según la norma (INAA, 1999) se adoptó una dotación de 60 lppd

- El Consumo Institucional se calculó mediante la ecuación 8

$$CI = \frac{7}{100} \times 0.139 = 0.00973 \text{ l/s}$$

Donde

CI = Consumo institucional, l/s

CD = 0.139 l/s

- El Consumo Promedio Diario se calculó mediante la Ecuación 4

$$CPD = 0.139 + 0.00973 = 0.14873 \text{ l/s}$$

Donde

CPD = Consumo promedio diario, l/s

$$CD = 0.139 \text{ l/s}$$

$$CI = 0.00973 \text{ l/s}$$

- Para calcular las pérdidas en el sistema se usó la Ecuación 9

$$Hf = 0.20 * 0.1487 \text{ l/s} = 0.0297 \text{ l/s}$$

Donde

Hf = Pérdidas o fugas en el sistema, l/s

$$CPD = 0.1487 \text{ l/s}$$

- Mediante la ecuación 5 se calculó el Consumo Máximo Día

$$CMD = ((1.5 \times 0.1487 \text{ l/s}) + 0.0297 \text{ l/s}) = 0.252 \text{ l/s}$$

Donde

CMD = Consumo máximo día, l/s

$$CPD = 0.1487 \text{ l/s}$$

$$Hf = 0.0297 \text{ l/s}$$

- El Consumo Máximo Hora se calculó mediante la Ecuación 6

$$CMH = ((2.5 \times 0.1487 \text{ l/s}) + 0.0297) = 0.4013 \text{ l/s}$$

Donde

CMH : Consumo máximo hora, l/s

$$CPD = 0.1487 \text{ l/s}$$

Hf = 0.0297 l/s

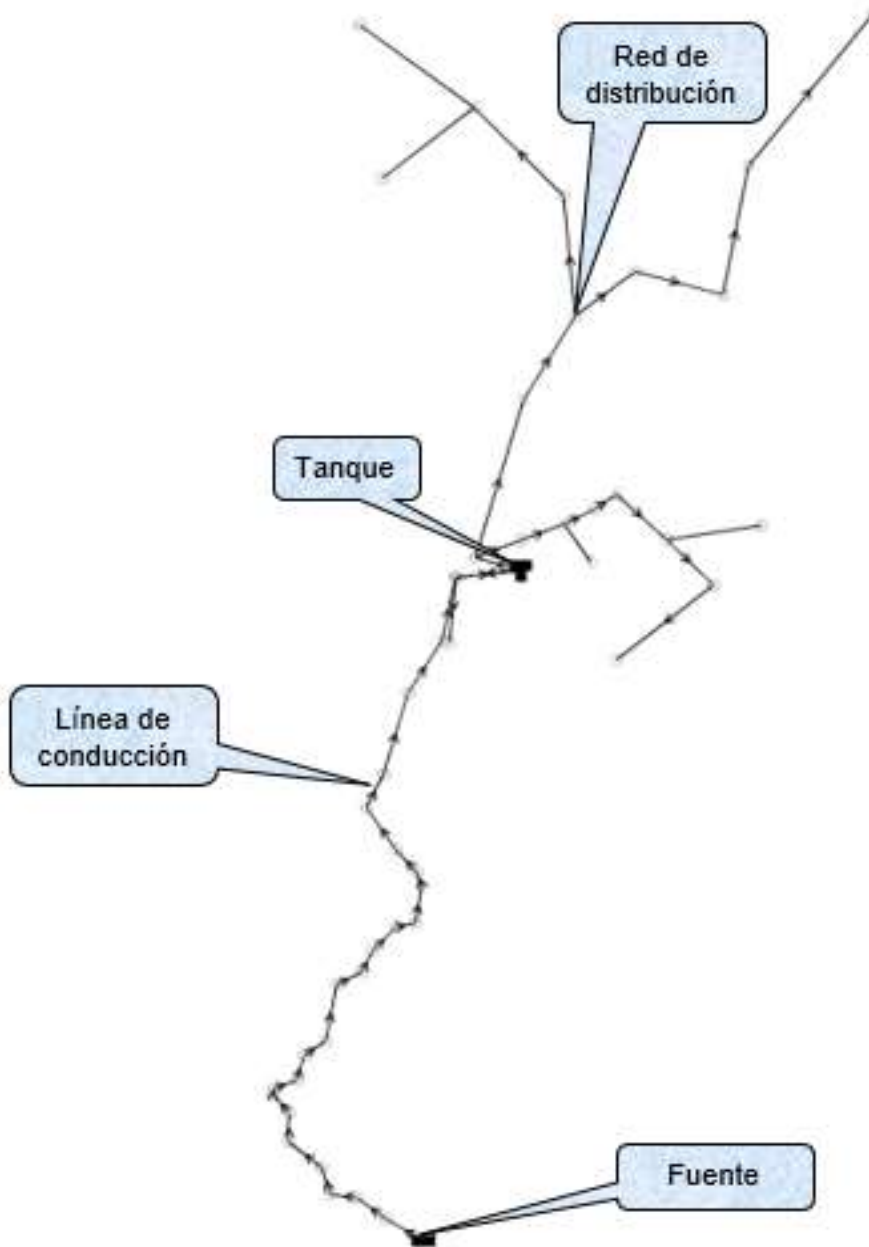
Tabla 7 Caudal de diseño

n	Año	Población	CD	CI	CPD	Hf	CMD	CMH
0	2019	200	0.139	0.0097	0.1486	0.0297	0.2526	0.4013
5	2024	227	0.158	0.0110	0.1687	0.0337	0.2867	0.4554
10	2029	257	0.178	0.0125	0.1910	0.0382	0.3246	0.5156
15	2034	290	0.201	0.0141	0.2155	0.0431	0.3663	0.5818
20	2039	328	0.228	0.0159	0.2437	0.0487	0.4143	0.6581

Fuente: Elaboración propia

El sistema de agua está compuesto por la obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

Figura 6 Configuración del sistema de agua



Fuente: Elaboración propia

5.9. Diseño de obra de captación

La obra de captación se ubicará en la cota 1186 msnm y será construida de concreto armado, como se muestra en el plano 4. Según la información brindada por (Agüero Pittman, 1997) para realizar el diseño de la obra de captación se calcularon los siguientes valores:

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

$$Q = 1.16 \text{ lps} \approx 0.0016 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.9.1. Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

El cálculo de la distancia entre el afloramiento y el orificio de entrada se hará mediante la siguiente ecuación 11:

$$h_0 = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

Donde

h_0 : Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada, se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m

g : Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

V_2 : Velocidad de pase, se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s

Al despejar la ecuación 11 se obtuvo la siguiente ecuación para calcular la velocidad:

$$V_2 = \left[\frac{2 \left(9.81 \frac{m}{s^2} \right) (0.40m)}{1.56} \right]^{1/2} = \frac{2.242m}{s}$$

Asumiendo un h_o de 0.4m dio como resultado una velocidad de 2.242 m/s, siendo la velocidad máxima recomendada 0.6 m/s, por ello se asume una velocidad de pase de 0.5 m/s para encontrar nuevamente h_o .

$$h_o = 1.56 \frac{(0.5m/s)^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})} = 0.0198m$$

Donde

h_o = Se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

V_2 = Se tomo el valor de 0.5 m/s

Para el cálculo de pérdida de carga se realizó mediante la ecuación 13:

$$H_f = 0.40m - 0.0198m = 0.38m$$

Donde

H_f = Pérdida de carga

$h_o = 0.0198m$

H = Se tomo el valor de 0.4 m

Mediante la ecuación 14 se calculó la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

$$L = \frac{0.38m}{0.30} = 1.267m$$

Donde

L : Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Hf = 0.38m

5.9.2. Ancho de pantalla

El área de la tubería se obtuvo la ecuación 15:

$$A = \frac{0.0016 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.8)(0.5 \text{ m/s})} = 0.004 \text{ m}^2$$

Donde

A : Área de la tubería, m²

Qmáx = 0.0016 m³/s

V : Se tomo un valor de 0.50 m/s

Cd : Se tomo un valor de 0.8

El valor del diámetro fue calculado con la ecuación 16:

$$D = \left(\frac{4 \times 0.004 \text{ m}^2}{\pi} \right)^{1/2} = 0.071 \text{ m} \times 0.0254 \approx 2.8 \text{ in}$$

Donde

D = Diámetro teórico

A = 4x0.004 m²

Con la ecuación 17 se calculó el Número de orificios:

Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales a 2", por eso se asumió un diámetro de 2".

$$NA = \left(\frac{2.5in}{2in}\right)^2 + 1 = 2.56 \approx 3 \text{ orificios de } 2''$$

Donde

NA = Número de orificios

D1 = 2.5 in

D2 = 2in

Mediante la ecuación 18 se calculó el ancho de la pantalla.

$$b = 2(6x2) + 3x2 + 3x2(3 - 1) = 42in \approx 1.05m$$

Donde

b : Ancho de la pantalla

NA = 3 orificios

D = 2"

5.9.3. Altura de la cámara húmeda

Mediante la ecuación 19 se calculó el área de la tubería.

$$A = \pi \frac{(2 \times 0.0254)^2}{4} = 0.002m^2$$

Donde:

A : Área de la tubería, m²

$$D = 2 \times 0.0254$$

La carga requerida se calculó mediante la ecuación 20.

$$H = 1.56 \left[\frac{(0.0016 \text{ m}^3/\text{s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)(0.002 \text{ m})^2} \right] = 0.04 \text{ m}$$

Donde:

H : Carga requerida, m

$$Q_{\text{máx}} = 0.0016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0.002 \text{ m}^2$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de 0.30m.

La ecuación 21 se utilizó para calcular la altura del filtro.

$$H_t = 10 \text{ cm} + 5.08 \text{ cm} + 30 \text{ cm} + 3 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 98.08 \text{ cm} \approx 1 \text{ m}$$

Donde:

H_t : Altura de la cámara húmeda, m

A : Altura de filtro, cm

B : Se tomo una altura mínima de 10 cm

H : Altura de agua, cm

D : Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda, cm

E : Borde libre, de 10 a 30cm

5.9.4. Dimensionamiento de canastilla

Para el dimensionamiento de canastilla se hizo mediante la ecuación 22.

$$D_{canastilla} = 2 \times 2 = 4in \approx 0.1016m$$

Mediante la ecuación 23 se calculó la longitud de canastilla la cual tiene que ser mayor a 3Dc y menor a 6Dc.

$$3 \times 2'' \times 0.0254 \times 100 < L < 6 \times 2'' \times 0.0254 \times 100$$

$$15.24cm < 20cm < 30.48cm$$

Ancho de ranura=5mm

Largo de ranura=7mm

$$\text{Área de ranura} = 5mm \times 7mm = 35mm^2 \approx 0.000035m^2$$

El área transversal se calculó mediante la ecuación 24.

$$A_c = \frac{\pi(2'' \times 0.0254)^2}{4} = 0.002m^2$$

$$A_t = 0.002m^2 \times 2 = 0.004m^2$$

El valor de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada.

Mediante la ecuación 25 se calculó el área lateral granada como se muestra a continuación:

$$A_g = 0.5 \times (4'' \times 0.0254) \times (20 / 100) = 0.0101m^2$$

$$0.0101m^2 \times 50\% > 0.004m^2$$

$$0.005m^2 > 0.004m^2$$

El número de ranuras se calculó mediante la ecuación 26

$$No\ de\ ranuras = \frac{0.004m^2}{0.000035m^2} = 115.82 \approx 116ranuras$$

5.9.5. Rebose y limpieza

La tubería de rebose se calculó mediante la ecuación 27.

$$D = \frac{0.71 \times (1.6lps)^{0.38}}{(0.015)^{0.21}} = 2.05in \approx 2''$$

$$Cono = 2'' \times 2 = 4''$$

5.10. Diseño de línea de conducción

5.10.1. Diámetro en la línea de conducción.

El calculo del diámetro de la línea de conducción se hizo con la ecuación 29.

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{10.65 \left(\frac{0.0003676}{150}\right)^{1.852} 3046.13}{58.03}}$$

$$D = 0.026m$$

El diámetro calculado dio como resultado 26mm, pero según el INAA el diametro minimo permisible es el de 1 ½'', y fue seleccionado el diametro de 2 pulgadas ya que fue el que mejor se adapto al sistema y sera un diametro general para toda la linea.

5.10.2. Velocidad en la línea de conducción

Mediante la ecuacion 30 se calculó la velocidad en línea de conduccion.

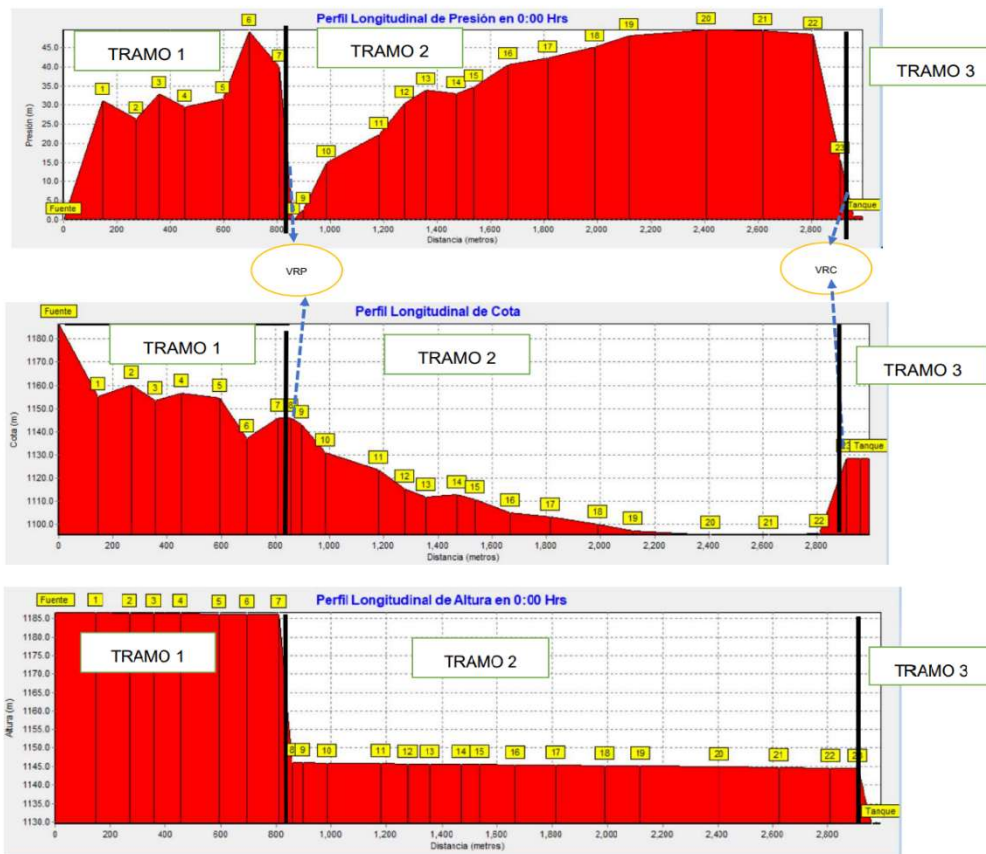
$$v = \frac{4 * (0.4143/1000)}{\pi * 0.0557^2}$$

$$V = 0.17 \text{ m/s}$$

$$0.4 \text{ m/s} < m/s < 2 \text{ m/s}$$

La velocidad es de 0.17 menor a la velocidad permisible que pide la norma INAA, se propone instalar valvulas de limpieza en los puntos mas bajos en la línea de conducción, con el fin de aumentar la velocidad.

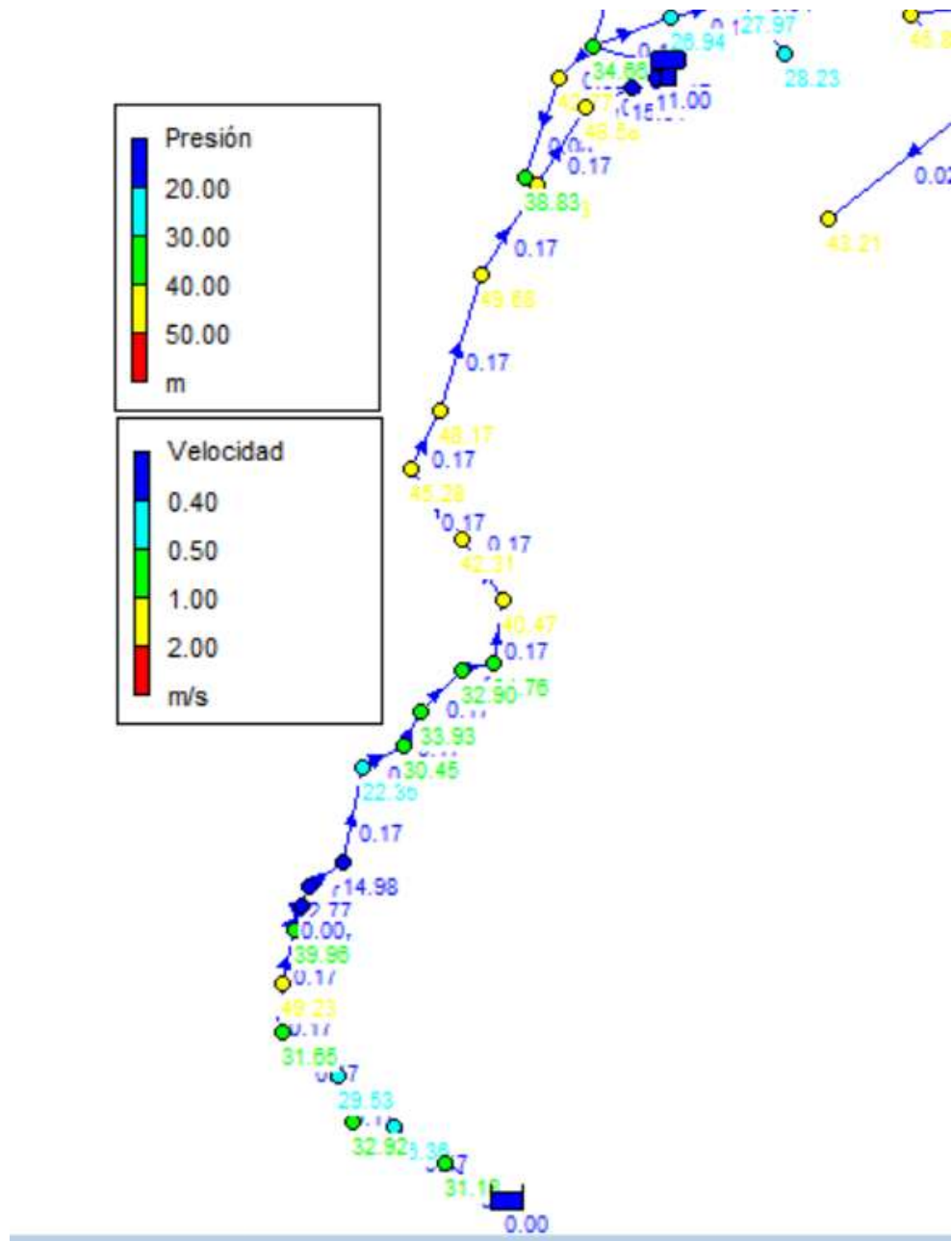
Figura 7 División de tramos en la línea de conducción



Fuente: Elaboracion Propia Software Epanet

Se decidió dividir la línea en tres tramos debido al terreno que irregular y a las válvulas colocadas, esto para realizar un mejor análisis.

Figura 8 Diseño de línea de conducción



Fuente: Elaboracion propia Software Epanet.

La línea de conducción esta compuesta por 24 nodos de conexión, que cumple con el margen de presiones permisible, 1 valvula regula de presion, 1 valvula reguladora de caudal, 4 valvulas de limpieza y 5 valvulas de de aire.

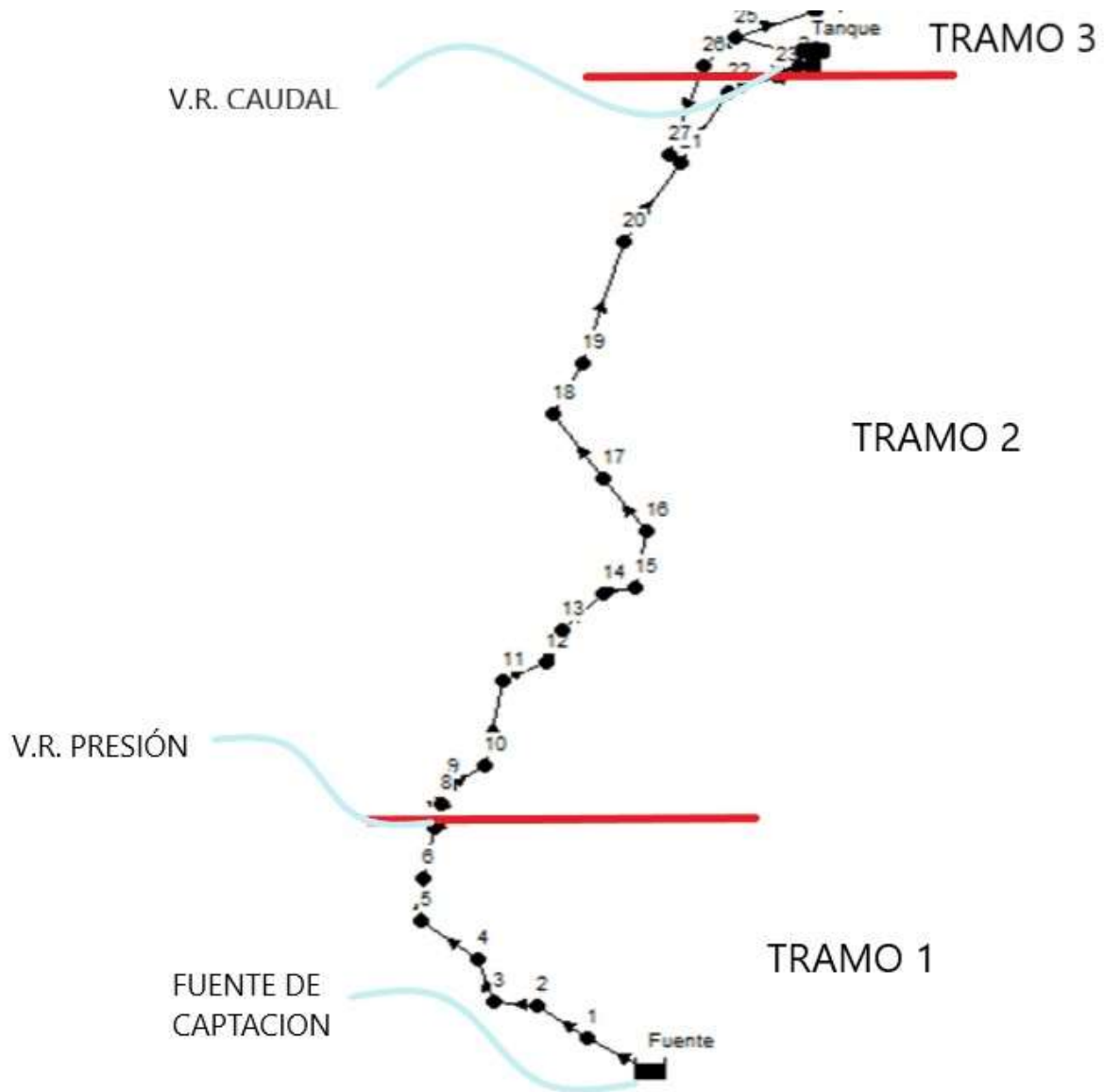
Tabla 8 Datos en la línea de conducción

Tramo		Longitud	C	Diámetro	Caudal	Velocidad
NI	NF			M	mm	LPS
Fuente	1	145.19	150	55.7	0.41	0.17
1	2	124.79	150	55.7	0.41	0.17
2	3	52.08	150	55.7	0.41	0.17
3	4	68.56	150	55.7	0.41	0.17
4	5	170.83	150	55.7	0.41	0.17
5	6	114.4	150	55.7	0.41	0.17
6	7	114.74	150	55.7	0.41	0.17
7	8	Válvula P	0	55.7	0.41	0.17
8	9	158.06	150	55.7	0.41	0.17
9	10	88.28	150	55.7	0.41	0.17
10	11	195.52	150	55.7	0.41	0.17
11	12	94.88	150	55.7	0.41	0.17
12	13	152.93	150	55.7	0.41	0.17
13	14	53.84	150	55.7	0.41	0.17
14	15	60.81	150	55.7	0.41	0.17
15	16	167.24	150	55.7	0.41	0.17
16	17	149.14	150	55.7	0.41	0.17
17	18	120.31	150	55.7	0.41	0.17
18	19	103.99	150	55.7	0.41	0.17
19	20	289.39	150	55.7	0.41	0.17
20	21	250.13	150	55.7	0.41	0.17
21	22	250.13	150	55.7	0.41	0.17
22	23	183.79	150	55.7	0.41	0.17
23	24	Válvula C	0	55.7	0.41	0.17
24	TANQUE	3	150	55.7	0.41	0.17

Fuente: Elaboracion propia software Epanet.

5.10.3. Pérdidas de carga

Figura 9 Ubicación de Tramos



Fuente: Elaboración propia

Se aplicará la fórmula de Hazen-Williams para encontrar las pérdidas en los tramos

- Tramo 1. De la obra de captación al nodo 7.

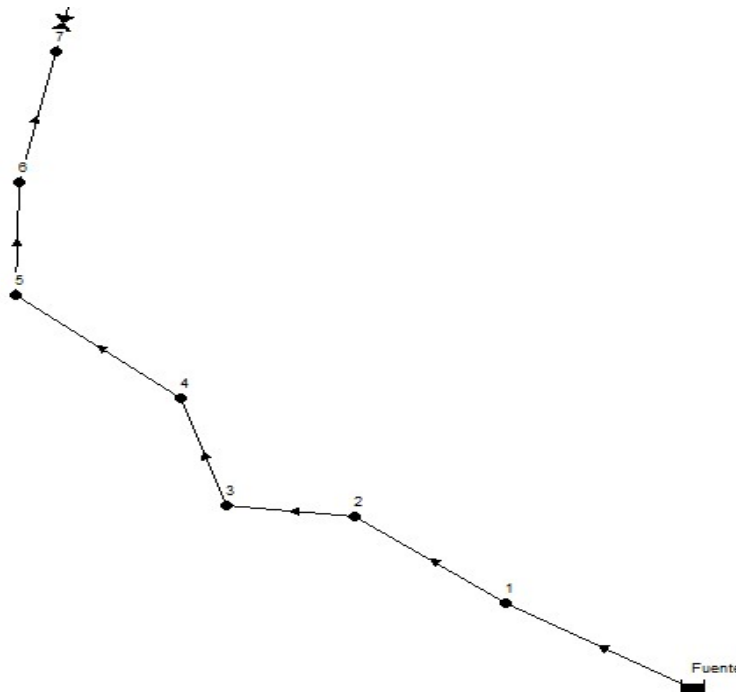
Este tramo es de 790.59 m obtuvo una pérdida de carga por fricción de 0.44 m y una carga estática de 40.51 m que corresponde a la diferencia de nivel de la obra de captación y la válvula reguladora de presión.

Para las pérdidas de carga por Hazen-Williams se utilizó la ecuación 28.

$$H_f = 10.65 \left(\frac{0.37}{\frac{1000}{150}} \right)^{1.852} \frac{790.59}{0.0557^{4.87}}$$

$$H_f = 0.44m$$

Figura 10 Tramo 1. De la obra de captación al nodo 7



Fuente: Elaboracion Propia Software Epanet.

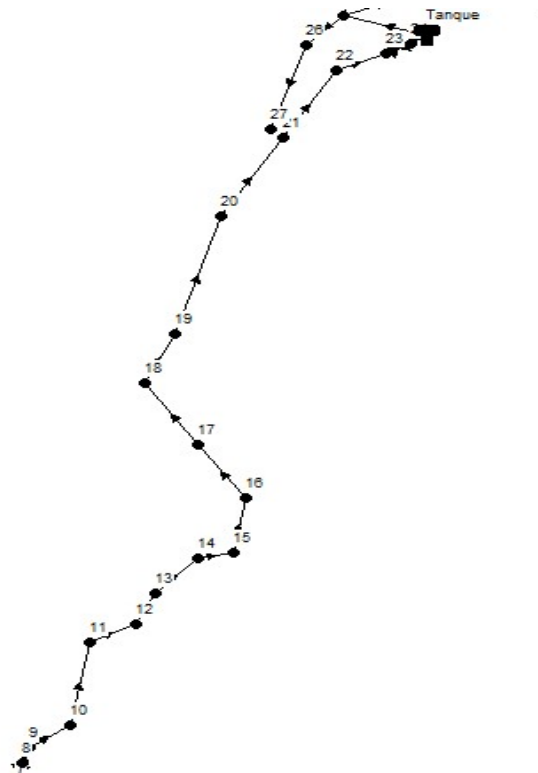
- Tramo 2. De nodo 8 al nodo 24.

Este tramo es de 2318.44 m obtuvo una pérdida de carga por fricción de 1.30 m y una carga estática de 14.67 m que corresponde a la diferencia de nivel de la válvula reguladora de presión y la válvula reguladora de caudal.

$$H_f = 10.65 \left(\frac{0.37}{\frac{1000}{150}} \right)^{1.852} \frac{2318.44}{0.0557^{4.87}}$$

$$H_f = 1.30m$$

Figura 11 Tramo 2. De nodo 8 al nodo 24.



Fuente: Elaboracion propia Software Epanet.

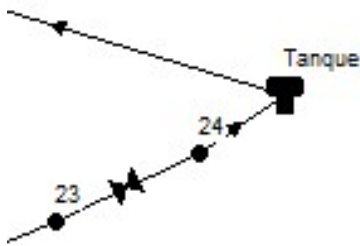
- Tramo 3. De nodo 24 al tanque.

Este tramo es de 3 m obtuvo una pérdida de carga por fricción de 0.0017 m y una carga estática de 0 m que corresponde a la diferencia de nivel de la válvula reguladora de caudal y el tanque.

$$H_f = 10.65 \left(\frac{0.37}{\frac{1000}{150}} \right)^{1.852} \frac{3}{0.0557^{4.87}}$$

$$H_f = 0.0017m$$

Figura 12 Tramo 3. De nodo 24 al tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboracion propia Software Epanet.\

Figura 13 Nodos en línea de conducción



Fuente: Elaboracion propia Software Epanet.

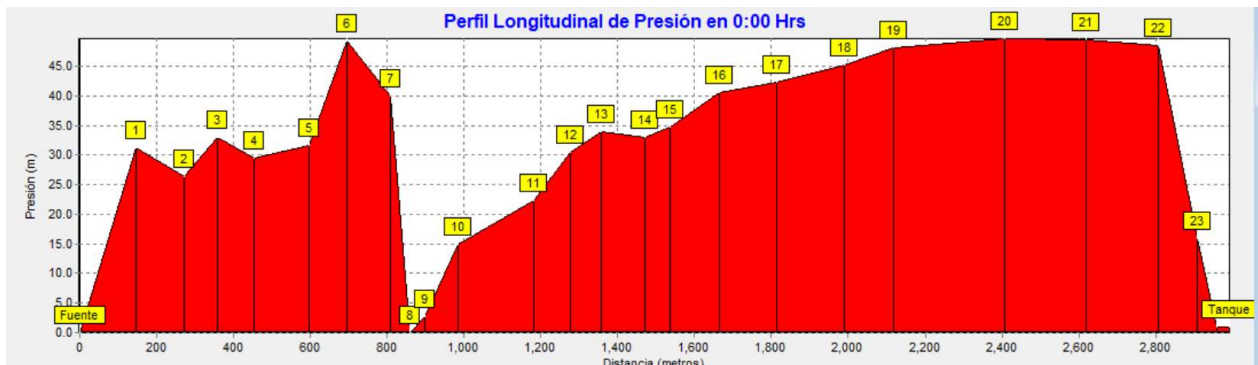
Tabla 9 Datos en nodos línea de conducción

Descripción	COTA	Presión
	m	m
Embalse Fuente	1186.59	0
Conexión 1	1155.31	31.17
Conexión 2	1160.04	26.35
Conexión 3	1153.45	32.9
Conexión 4	1156.79	29.51
Conexión 5	1154.55	31.62
Conexión 6	1136.89	49.2
Conexión 7	1146.08	39.92
Conexión 8	1146.08	0
Conexión 9	1143.2	2.76
Conexión 10	1130.93	14.97
Conexión 11	1123.42	22.33
Conexión 12	1115.26	30.42
Conexión 13	1111.67	33.9
Conexión 14	1112.66	32.87
Conexión 15	1110.76	34.72
Conexión 16	1104.93	40.43
Conexión 17	1102.99	42.26
Conexión 18	1099.94	45.22
Conexión 19	1096.97	48.11
Conexión 20	1095.26	<u>49.6</u>
Conexión 21	1095.24	49.44
Conexión 22	1096.02	48.47
Conexión 23	1128.56	15.79
Conexión 24	1128.56	1
Depósito Tanque	1128.56	1

Fuente: Elaboracion propia software Epanet.

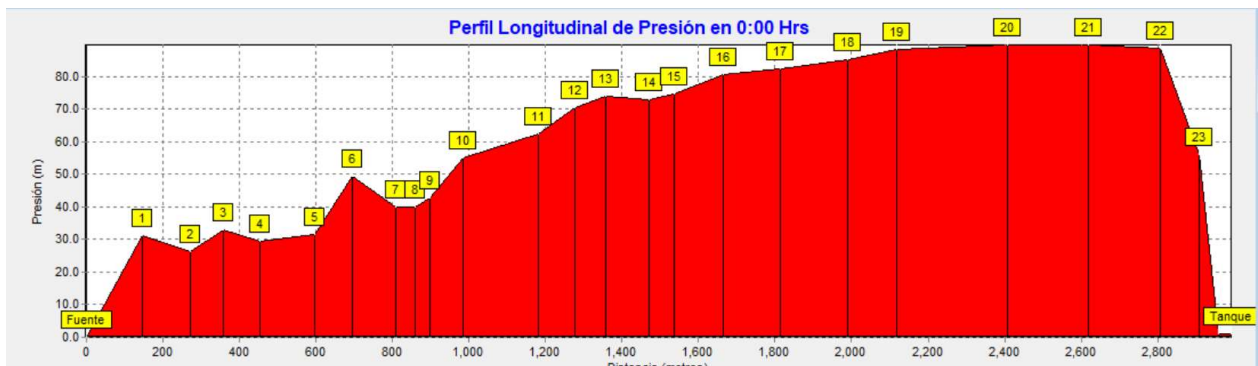
La línea de conducción esta compuesta por 3112.03 ml de tubería PVC-SDR-26 con un caudal de 0.41 Lps que llega al tanque de almacenamiento, además que posee una velocidad de 0.17 m/s.

Figura 14 Presiones en la línea de conducción



Fuente: Elaboracion propia software Epanet.

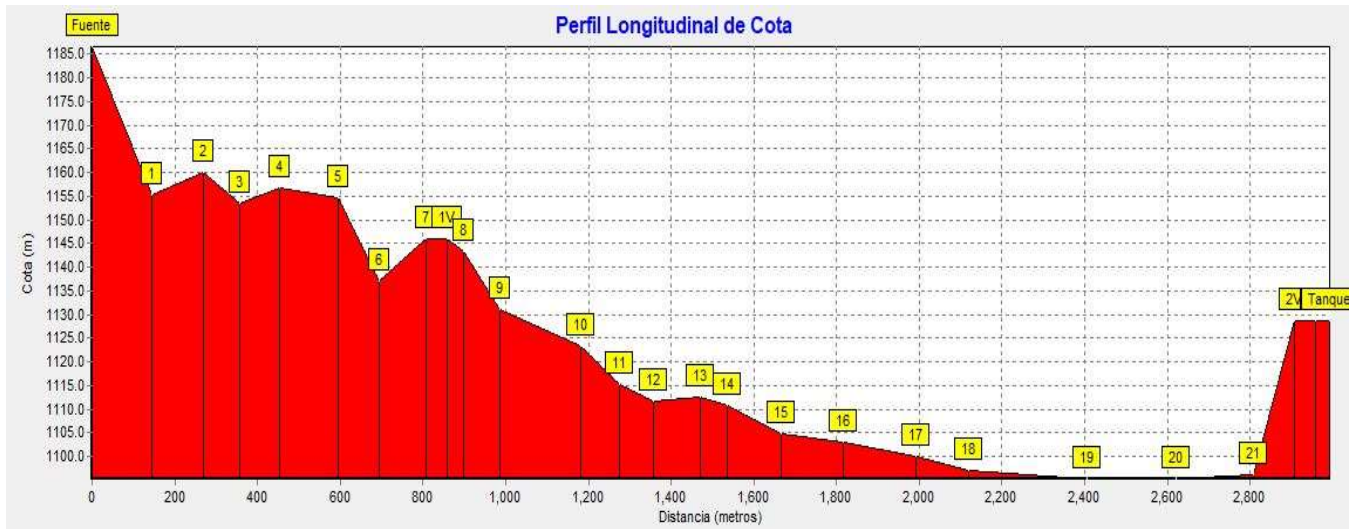
Figura 15 Presiones en la línea de conducción sin válvula reguladora de presión



Fuente: Elaboracion propia software Epanet.

Las presiones se estabilizan gracias a una válvula reguladora ubicada entre el nodo 7 y 8. Y se mantienen dentro de los rangos permisibles.

Figura 16 Cotas en la línea de conducción.



Fuente: Elaboracion propia software Epanet.

5.10.4. Golpe de ariete

En el primer tramo se encuentra una válvula rompe presión que hace el cambio abrupto de presión y provoque el golpe de ariete, en el segundo tramo es la válvula reguladora de caudal, y el ultimo antes de llegar al tanque.

5.10.4.1. Cálculo de la celeridad

Aplicando la ecuacion 31 de celeridad, considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor del tubo es 2.3 mm y la K para tubos plásticos es de 33.33. Obtenemos una celeridad de 338.48 m/s.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \frac{0.0557}{0.0023}}} = 338.48 \text{ m/s}$$

5.10.4.2. Cálculo del tiempo de cierre

A causa de que los tramos tienen longitudes diferentes, de acuerdo a la ecuación 32 se afirmaría en decir que el tiempo de oscilación completa de la onda varía en cada uno de ellos. Conocer el tiempo de la oscilación de la onda es importante para que la maniobra de cierre se haga en un tiempo mayor al mencionado tiempo y reducir la sobre presión en la tubería causada por el golpe de ariete. Debido a esto se propone un tiempo de 20 segundo de cierre.

$$t = \frac{2 * L}{a}$$

Tramo 1 captación nodo 7

$$t = \frac{2 * 790.59m}{338.49 m/s} = 4.67 s$$

Tabla 10 Tiempo de oscilación

Parámetros	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
L	790.59	2318.44	3
t calculado	4.67	13.69	0.018

Fuente: Elaboración propia

5.10.4.3. Cálculo de la sobrepresión

Para el cálculo de la sobrepresión se utilizó la ecuación 33.

$$\Delta H = \frac{2 * L * v}{g * T}$$

Tramo 1 captación nodo 7

$$\Delta H = \frac{2 * 790.58m * 0.17m/s}{9.81m/s * 20 s} = 1.37 mca$$

Debe recalcar que este resultado es un aumento en la carga hidrostática en la línea por lo que la presión total en el tramo sería la sumatoria de la sobrepresión con la carga hidrostática.

Tabla 11 Factores del golpe de ariete

Parámetros	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
L	790.59	2318.44	3
t calculado	4.67	13.69	0.018
t propuesto	20	20	20
ΔH	1.37	4.017	0.0052
H	40.51	14.67	0
ΔP del sistema	41.88	18.69	0.0051

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en la tabla 11, las sobrepresiones alcanzadas tuvieron un valor parcialmente bajo, siendo la menor de 0.0052 m.c.a y la mayor de 1.37 m.c.a.

Cálculo de la sobre presión si se cierra la válvula del tanque

Tabla 12 Caso hipotético

Parámetros	Tramo hasta válvula
L	3109.03
t calculado	18.37
t propuesto	20
ΔH	5.3
H	58
ΔP del sistema	63.38

Fuente: Elaboración propia

En este hipotético caso tendríamos una presión total de 613.38 m.c.a, superando los rangos permisibles según los criterios presentados.

5.11. Tanque de almacenamiento

El diseño del tanque de almacenamiento puede ser realizado según lo establecido en la NTON 09-001-99, donde el volumen de regularización es 15%CPD y el volumen de reserva 20%CPD y se calculó mediante la ecuación 36:

$$V = 35\%CPD = \frac{(0.35 \times 0.2437 \text{ lps})(86,400 \text{ s/día})}{1000} = 7.36 \text{ m}^3$$

El tanque será de concreto ciclope en forma cuadrada, se debe lograr el dimensionamiento más económico. Basándose en estas directrices el Predimensionamiento útil del tanque es 2 de largo 2 de ancho y 1.9 m de alto, logrando tener una capacidad de 7.6 m³ de agua. El tiempo de llenado es de 5 horas se colocará un sistema de boya para no rebalsar el tanque. Se uso concreto ciclope debido a que la ubicación del proyecto ya que el material principal se puede conseguir en lugar y así disminuir los costos de la obra.

5.12. Red de distribución

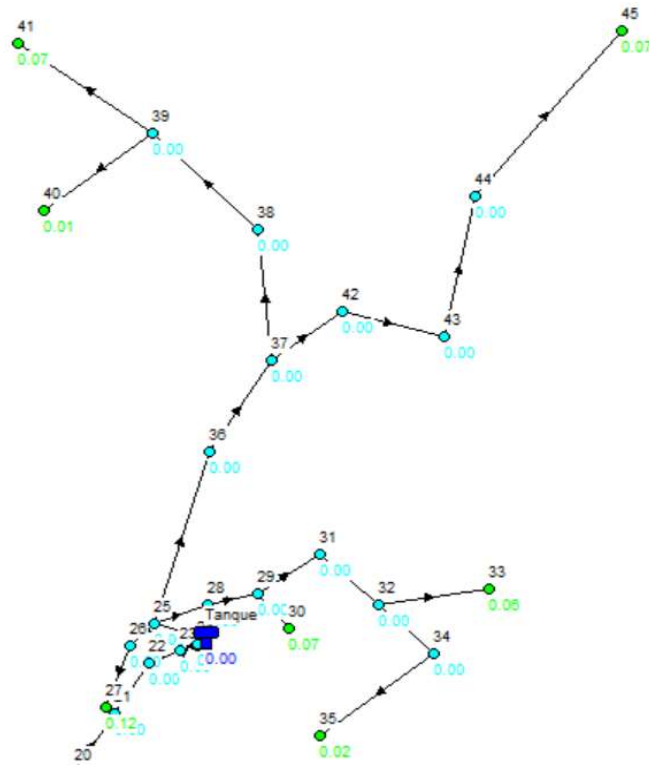
Para la red de distribución poseerá una longitud de 5334.86 se propone un diámetro de 1 ½" PVC-SDR-26, el cual tendrá caudales concentrados distribuidos en 7 nodos, que está compuesto por 1 ramal principal y dos secundarios

Tabla 13 Caudales concentrados

ID Nudo	Demanda LPS	Cantidad de casas
Conexión 27	0.12	15
Conexión 30	0.07	8
Conexión 33	0.06	7
Conexión 35	0.02	3
Conexión 40	0.01	1
Conexión 41	0.07	8
Conexión 45	0.07	8

Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 17 Caudales concentrados



Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Para los caudales concentrados se eligieron 7 nodos que se ubicaron al final de cada ramal y se determinó cada caudal según la dotación estimando un promedio de 4 habitantes por vivienda teniendo así un caudal por casa de 0.00829 lps.

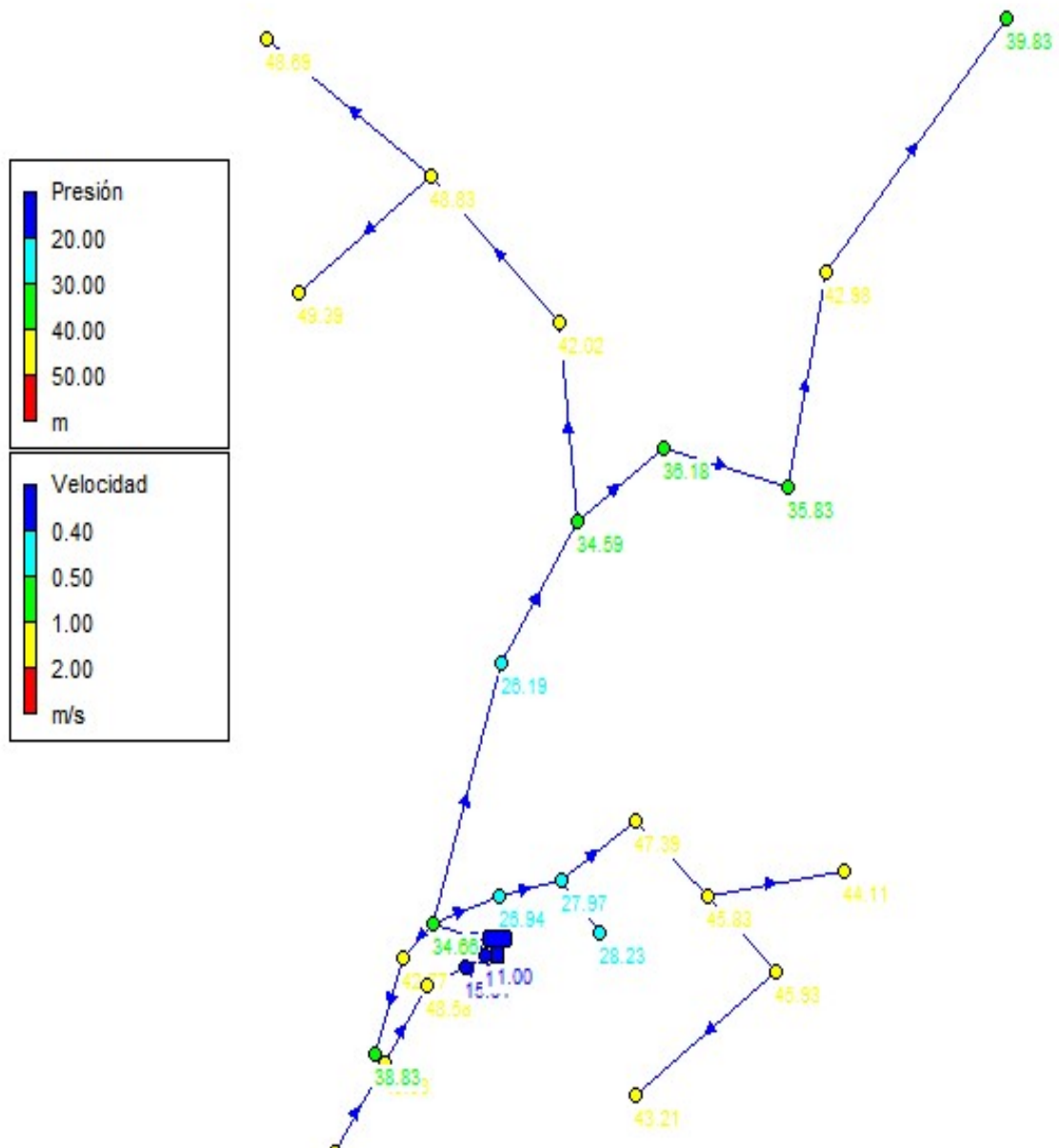
Para la red de distribución tendremos presiones mínimas de 26 y máximas de 49 cumpliendo con las normativas según (INAA, 1999b), con respecto a las velocidades se propone colocar válvulas de limpieza antes de llegar a los nodos de consumo para mantener la velocidad.

Tabla 14 Presiones en los nodos red de distribución

ID Nudo	Presión m
Conexión 25	34.66
Conexión 26	42.77
Conexión 27	38.82
Conexión 28	26.94
Conexión 29	27.96
Conexión 30	28.22
Conexión 31	47.38
Conexión 32	45.82
Conexión 33	44.1
Conexión 34	45.92
Conexión 35	43.21
Conexión 36	<u>26.18</u>
Conexión 37	34.58
Conexión 38	42.01
Conexión 39	48.83
Conexión 40	<u>49.37</u>
Conexión 41	48.69
Conexión 42	36.17
Conexión 43	35.82
Conexión 44	42.97
Conexión 45	39.81

Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 18 Velocidad y presiones de la red de distribución



Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Tabla 15 Datos red de distribución

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 23	159.3	44.6	150	0.41	0.27
Tubería 24	95.6	44.6	150	-0.12	0.08
Tubería 25	208.21	44.6	150	-0.12	0.08
Tubería 26	160.69	44.6	150	0.15	0.1
Tubería 27	176.86	44.6	150	0.15	0.1
Tubería 28	166.98	44.6	150	0.07	0.04
Tubería 29	213.27	44.6	150	0.08	0.05
Tubería 30	456.65	44.6	150	0.08	0.05
Tubería 31	191.39	44.6	150	0.06	0.04
Tubería 32	121.94	44.6	150	0.02	0.02
Tubería 33	414.54	44.6	150	0.02	0.02
Tubería 34	560.3	44.6	150	0.14	0.09
Tubería 35	337.1	44.6	150	0.14	0.09
Tubería 36	113.91	44.6	150	0.07	0.05
Tubería 37	154.84	44.6	150	0.07	0.05
Tubería 38	52.52	44.6	150	0.01	0.01
Tubería 39	179.58	44.6	150	0.07	0.04
Tubería 40	149.87	44.6	150	0.07	0.04
Tubería 41	304.05	44.6	150	0.07	0.04
Tubería 42	448.85	44.6	150	0.07	0.04
Tubería 43	668.41	44.6	150	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia Software Epanet

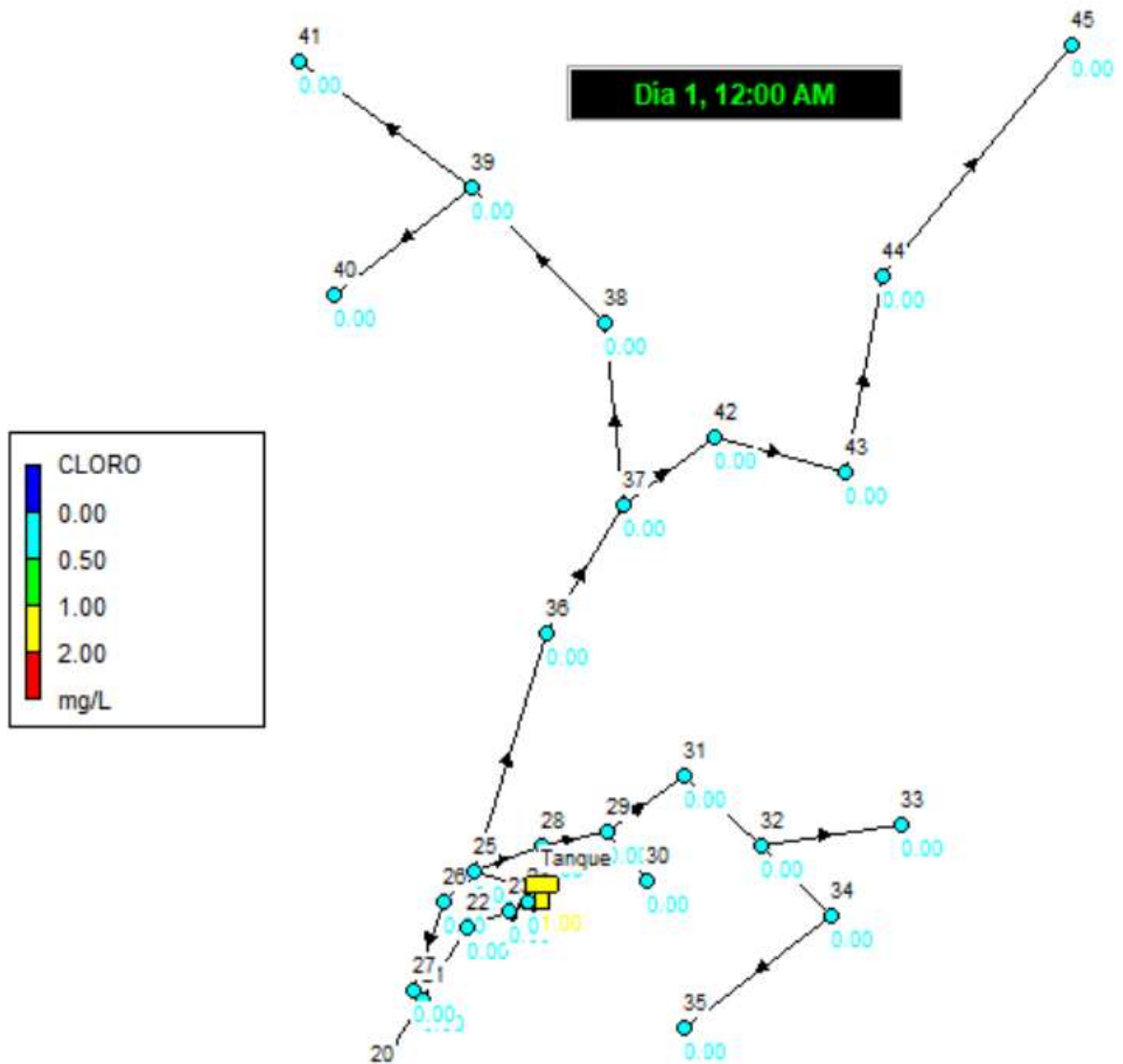
Fases del cloro en la red de distribución

Los resultados del cloro residual implementados en la red de distribución del sistema del agua potable, se realizaron mediante el uso del software Epanet, el cual estos indican la cantidad de cloro en mg/l que distribuye el flujo del agua a cada nodo de consumo.

Dado que los resultados de cloro residual dieron mayor según lo permitido, se propone usar la concentración máxima que permite la norma, que es 1 mg/L

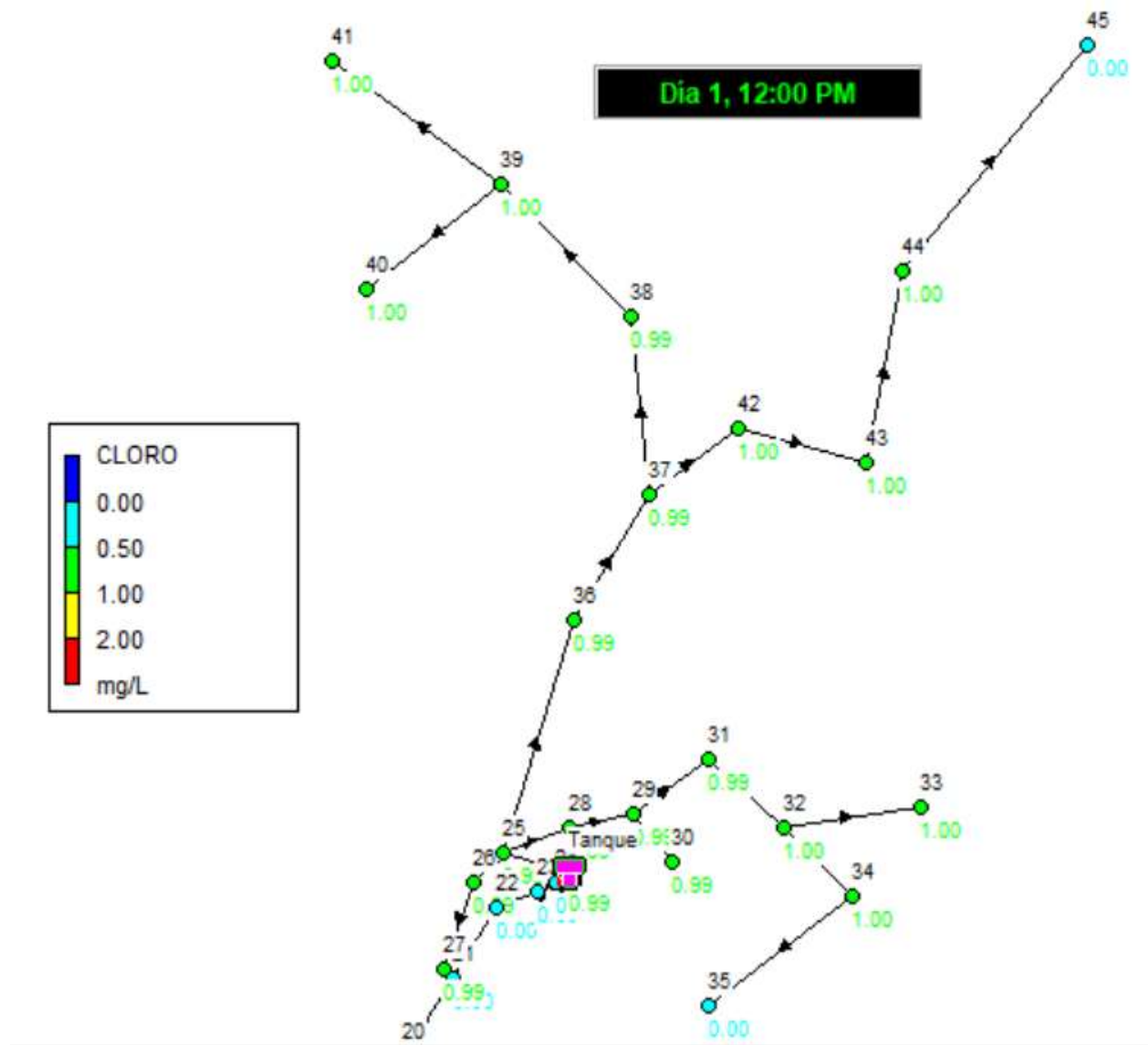
Fases del cloro en el sistema de distribución

Figura 19 Fase 1 cloro a las 0 horas



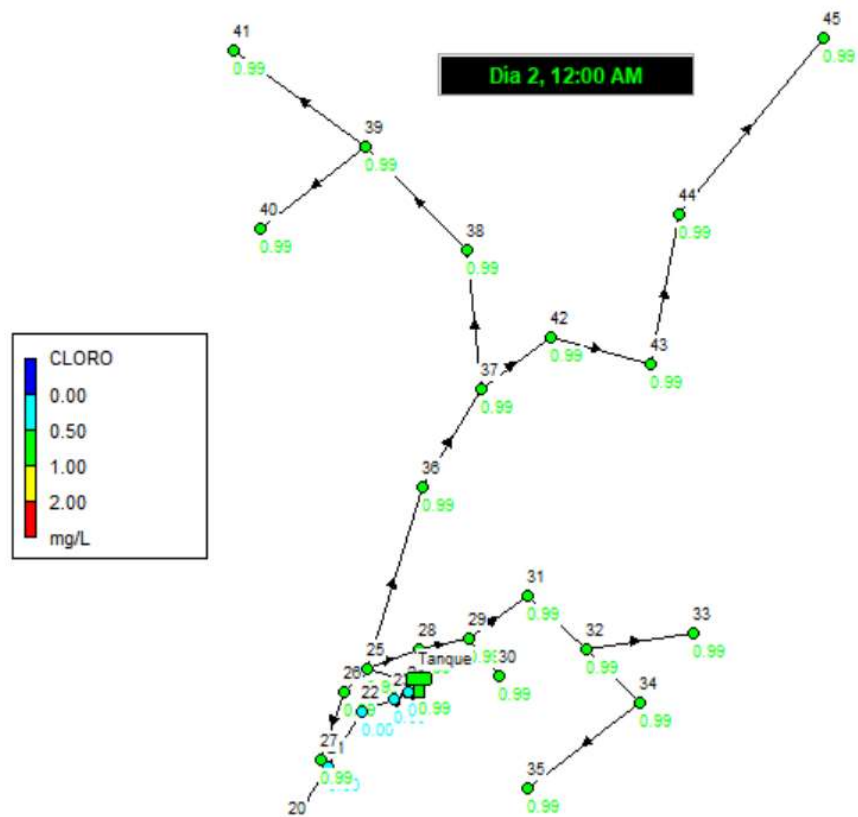
Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 20 Fase 2 del cloro a las 12 horas



Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 21 Fase 3 cloro a las 24 horas



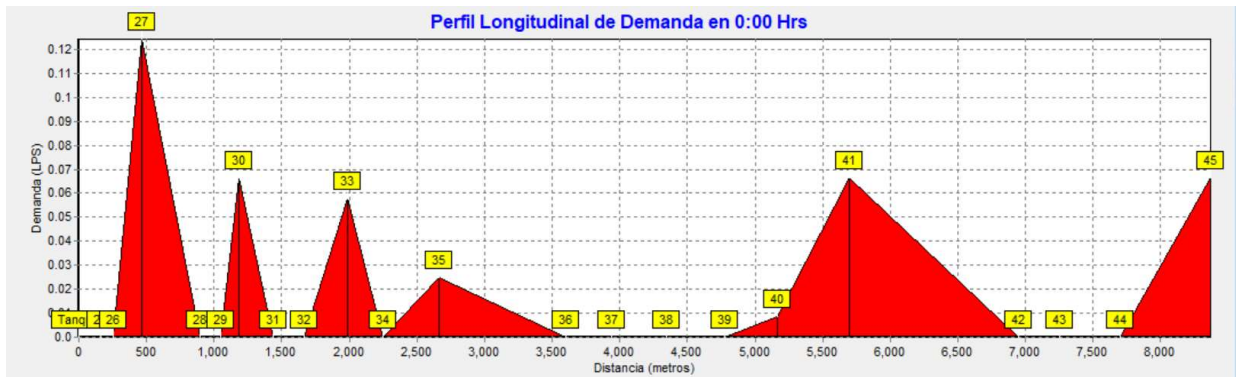
Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 22 Comportamiento del cloro a las 24 hrs



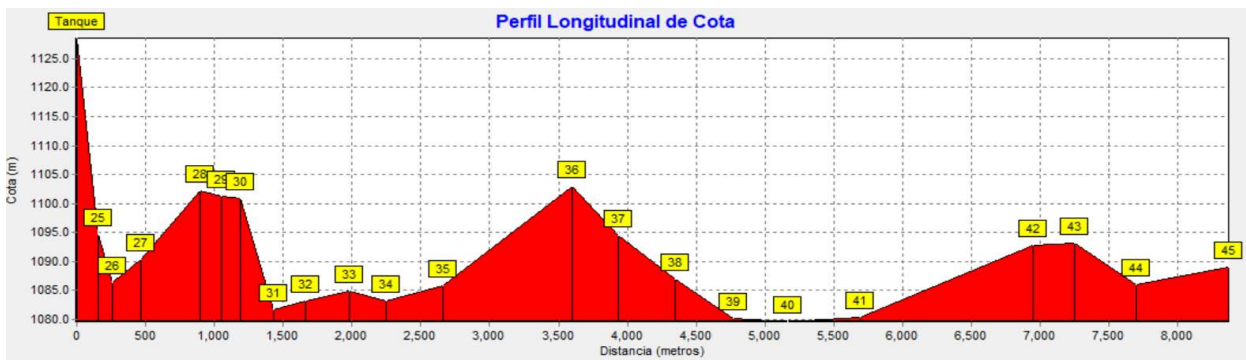
Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 23 Caudales concentrados



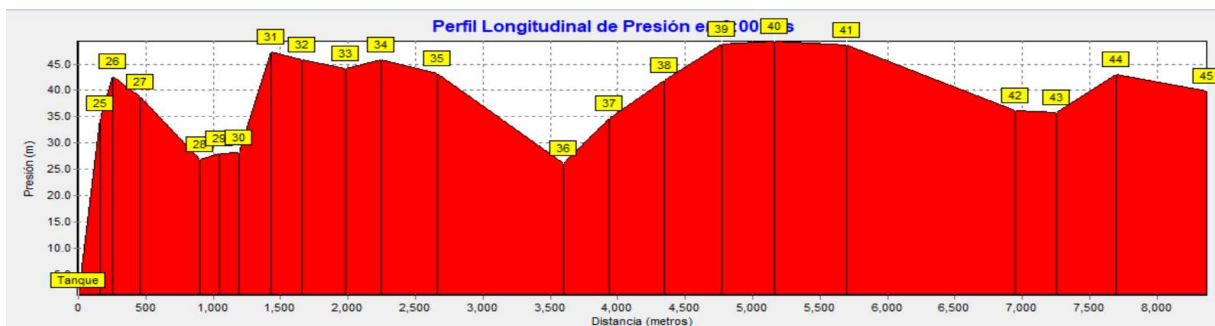
Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 24 Perfil longitudinal cotas línea de distribución



Fuente: Elaboración propia Software Epanet

Figura 25 Presiones línea de distribución



Fuente: Elaboración propia Software Epanet

5.13. Costo y presupuesto

El sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad el diamante sector de los desmovilizados tendrá un costo total de C\$ 2,535,206.93 (dos millones quinientos treinta y cinco mil doscientos seis córdobas con noventa y tres centavos) como se puede observar en la tabla 16.

Tabla 16 Costo y presupuesto

EDT	DESCRIPCION	COSTOS UNITARIOS (C\$)		COSTO TOTAL (C\$)		TOTAL
		MATERIALES	MANO DE OBRA	MATERIALES	MANO DE OBRA	
310-00	PRELIMINARES	C\$430	C\$70	C\$11,440	C\$120,615	C\$132,055
340-00	FUENTES Y OBRAS DE TOMA	C\$66,457	C\$26,245	C\$71,817	C\$26,562	C\$138,792.58
320-00	LINEA DE CONDUCCION	C\$57,094	C\$617	C\$635,946	C\$615,359	C\$426,251.64
335-00	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$5,712	C\$299	C\$24,989	C\$726	C\$58,650.82
330-00	RED DE DISTRIBUCION	C\$13,416	C\$468	C\$415,467	C\$409,586	C\$799,337.87
370-00	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	C\$0	C\$10	C\$0	C\$6,000	C\$6,000.00
COSTO TOTAL INDIRECTO						C\$1,561,088.01
COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN 15%						C\$234,163.20
IMPREVISTOS 10%						C\$156,108.80
UTILIDADES 15%						C\$234,163.20
SUB TOTAL						C\$2,185,523.22
IVA 15%						C\$327,828.48
IM 1%						C\$21,855.23
COSTO TOTAL						C\$2,535,206.93
COSTO TOTAL TASA DE CAMBIO C\$36-\$1						C\$70,422.41

Fuente: Elaboración propia

5.14. Conclusiones

Mediante las encuestas socio económico que se realizó en El Sector Los Desmovilizados se determinó que el proyecto es rentable su mantenimiento, además dada a la situación económica que se establece de la comunidad llegando a un acuerdo de una tarifa mensual de C\$ 50 (Cincuenta córdobas).

Mediante el aforo se determinó que la fuente cuenta con un caudal de 1.6 lps la cual cuenta con la capacidad para proveer la demanda de la población proyectada a 20 años.

Se realizó el análisis topográfico, el cual inició en la obra de captación con una elevación de 1186.59 m, siendo está la altura máxima y 1079.13m la altura mínima. Se escogió la elevación óptima para el tanque ubicada en 1128.56m para aprovechar el terreno.

Se realizó el análisis físico-químicos del agua el cual cumple con la norma CAPRE ya que se encuentra en el rango establecido.

Se hizo el análisis hidráulico de la línea de conducción y de la red de distribución en el software EPANET, la línea de conducción presenta velocidades muy bajas, por lo que se colocan válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la red y válvulas de aire en los más altos, para trata de mantener una velocidad constante.

La inversión total del proyecto es de C\$2,535,206.93 (dos millones quinientos treinta y cinco mil doscientos seis córdobas con noventa y tres centavos)

5.15. Recomendaciones

1. Capacitar a toda la población beneficiada en cuanto a la administración, uso, operación y mantenimiento del nuevo sistema de agua potable, así como realizar campañas de educación sanitaria, basadas en la importancia, ubicación, construcción y mantenimiento de letrinas.
2. Para asegurar mayor vida útil y el correcto funcionamiento de las obras, se deben realizar mantenimientos preventivos y periódicos al sistema de abastecimiento de agua potable y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo.
3. Promover la reforestación en el afloramiento de agua de la obra de captación, con el propósito de prevenir erosiones, deslizamientos, daños y colapsos de las estructuras.
4. Organizar CAPS con el propósito de gestionar un programa de educación sanitaria durante el periodo de ejecución del proyecto
5. Realizar un monitoreo anual del caudal de la fuente para garantizar la demanda de agua potable de la comunidad
6. Realizar un estudio de impacto ambiental para disminuir y prever un problema al ecosistema.
7. La obra captación y tanque de almacenamiento se deberán lavar muy bien, el piso y los muros o paredes con cepillo de alambre; tratando de quitar toda la suciedad, como el musgo, algas, piedrecillas o lodo que se pudieran acumular en el fondo de la caja.
8. Revisar la línea de conducción y red de distribución para detectar fugas y repararlas.
9. Implementar un proyecto que permita la construcción y mejora de los servicios sanitarios de la comunidad.

5.16. Bibliografía

Agüero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima, Peru: Asociacion Servicios Educativos Rurales (SER).

AMANCO. (2006). *Manual técnico tubosistema*. Guatemala: AMANCO.

CAPRE. (1994). *Normas de calidad del agua para el consumo humano*. San José, Costa Rica: Norma Regional CAPRE.

Comite coordinador de instituciones de agua potable y saneamiento. (s.f.). *Normas CAPRE*.

ECODES. (2019). *ECODES*. Obtenido de La realidad del agua en nicaragua: <https://ecodes.org/hacemos/cooperacion-para-el-desarrollo/eje-2-agua-y-saneamiento/la-realidad-del-agua-en-nicaragua-una-intervencion-en-la-que-agua-y-genero-van-de-la-mano#:~:text=En%20el%20mundo%20un%2033,acceso%20a%20este%20recurso%20vital.&text=Tres%2>

FISE. (s.f.). *Operacion y mantenimiento de un miniacueducto por gravedad*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/operacic3b3n-y-mantenimiento-de-un-mini-acueducto-por-gravedad-mag-fise.pdf>

INAA. (1999). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 003 99)*. Managua: INAA.

INAA. (1999a). *Norma de saneamiento basico rural*. Managua: INAA.

INAA. (1999b). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua 09-001-99*. Managua: INAA.

INIDE. (2011). *Encuesta de hogares sobre medición del nivel de vida 2009*. Managua: INIDE.

Poveda, Provedor, & Ruiz., &. (2015). *Diseño de un Mini Acueducto por Gravedad y planta*. Managua.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Managua.

5.17. Anexos

Anexo 1 Estudio Socioeconómico

INFORMACIÓN GENERAL

Estoy realizando una encuesta sobre saneamiento en su comunidad ¿Estaría usted dispuesto(a) a participar en esta encuesta? Le tomara aproximadamente 15 minutos y sus respuestas nos ayudaran a entender cuáles son sus necesidades con respecto al tema.

Si ____ No ____

DATOS DEL LUGAR

Municipio: _____

Comunidad: _____

Coordenadas UTM: X: _____ Y: _____ Z: _____

INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre completo de jefe/a de familia: _____

Edad del jefe/a de familia: _____

Sexo del jefe/a de familia: _____

Nombre del conyugue del jefe/a de familia: _____

Cuántas familias hay en la vivienda: _____

Cuántos hombres adultos que habitan en la vivienda: _____

Cuántas mujeres adultas que habitan en la vivienda

Cantidad de niñas menores de 16 años que habitan en la vivienda: _____

Cantidad de niños menores de 16 años que habitan en la vivienda: _____

Número de personas que habitan en la vivienda: _____

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

- Tenencia de la vivienda (Marque con una X)

Propia _____ Alquilada _____ Prestada _____

En cuidado _____ Comunal _____

- Tenencia de la tierra (Marque con una X)

Propia _____ Alquilada _____ Prestada _____

En cuidado _____ Comunal _____

- ¿Cuenta con acceso a servicios básicos? Si _____ No _____

- Acceso a servicios básicos (Marque con una X)

Agua Potable

Energía eléctrica

Tv por cable (Antenas satelital)

Telefonía móvil o fija

- Fuente de ingreso (Marque con una X)

Remesas

Salarios de trabajo fijo

Salarios de trabajos temporales

Trabaja al día

Producción agrícola

Producción avícola

Producción ganadera

Comercio

- ¿Cuánto es el ingreso familiar por salarios al mes? _____
- ¿Cuánto es el ingreso promedio mensual que percibe de esta actividad?

- ¿Cuánto es el monto total de todas estas actividades? _____
- Tenencia de electrodomésticos (Marque con una X)

Refrigeradora

Lavadora

Plancha

Televisor

Cocina de gas

Equipo de sonido

Microondas

No aplica

- Material predominante en la casa (Marque con una X)

Ladrillo

Bloque

Madera

Piedra Cantera

Adobe

Taquezal

Zinc

Plástico

- ¿Alguien de la casa pertenece a alguna organización/cooperativa financiera?

Si _____ No _____

- ¿Cuál es el nombre de la organización/cooperativa? _____

- ¿Recibe créditos de esta organización/cooperativa financiera?

Si _____ No _____

- INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO (Observar y verificar)

- ¿Hay acceso a un sanitario en la vivienda?

Si _____ No _____

Si es si conteste lo siguiente:

- ¿Clasifique el tipo de sanitario existente? _____
- ¿Condiciones físicas de la unidad de saneamiento? (Marque con una X)

No tiene caseta o cerramiento

No tiene techo

No tiene puerta o similar

El foso está lleno

Si es no conteste lo siguiente:

- ¿Por qué no tiene unidad de saneamiento? (Marque con una X)

Falta de interés

No es mi casa

No sé cómo hacerla

Falta de asesoría

Otra (Especifique)

- Si no tiene saneamiento, ¿Cómo hace? ¿A dónde va? (Marque con una X)

Presta el sanitario del vecino o familiar

Alquila un baño publico

Va al patio

- ¿Está contento con su situación de saneamiento actual? Si _____ No _____
- ¿Tiene pensado hacer un sanitario? Si _____ No _____ Indiferente _____
- ¿Qué tipo de sanitario desea construir? (Marque con una X)

Letrina Artesanal o de autoconstrucción

Letrina de Pozo Ventilado o VIP

Letrina Abonera Doble Pozo

Inodoro

Otra (especifique)

- ¿Construirá o mejorará su sistema de saneamiento con fondos y recursos propios?

Si _____ No _____

- ¿Existe un lavamanos en las proximidades del baño o entre el baño y la vivienda?

Si _____ No _____

- ¿Hay agua y jabón en el lavamanos? (Marque con una X)

Si hay agua y jabón

Solo hay agua y no hay jabón

Solo hay jabón y no agua

No hay agua ni jabón

- ¿Mencione los momentos claves del lavado de mano? (Marque con una X)

Después de ir al baño

Antes y después de cocinar

Antes de comer

Después de cambiar pañales

Después de estar con mascotas

Después de trabajar

Después de toser o estornudar

Después de visitar a una persona enferma

Después de tirar basura

Después de manipular dinero

No se

- ¿Se observa aguas grises corriendo o encharcadas en el patio de la vivienda?

Si _____ No _____

• ¿Se observa basura alrededor o en el patio de la vivienda? Si _____ No _____

• ¿Existen lugares adecuados para tener animales domésticos? (Marque con una X)

Si

No, animales andan por el patio

No tiene animales domésticos

INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

• ¿Tiene acceso a agua potable? Si _____ No _____

• ¿De dónde toman el agua para su vivienda? (Marque con una X o indique entre otro)

Del sistema de agua de la comunidad _____

Pozo comunal con bomba _____

Pozo privado _____

Manantial _____

Rio _____

No se _____

Otro, mencioné _____

• ¿Dónde se encuentra la toma o puesto de agua?

Dentro de la casa _____

En el patio _____

Fuera de la propiedad _____

- ¿Paga por el agua que consume? Si _____ No _____

De darse un proyecto de agua, estaría dispuesto a participar en la ejecución (excavaciones, aterrado de tubería, traslado de tuberías, apoyo a la hora de mezclar concreto y demás actividades de mano de obra no calificada), aportar económicamente (costos de conexión domiciliar, micromedidor y caja), mejorar condiciones actuales de saneamiento y asistencia a asambleas y capacitaciones que se den en la comunidad. Si _____ No _____

Anexo 2 Resultados Analíticos de Microbiología

2019-CM-056



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 metros al norte, Telefonos (505) 2278 6891, 2278 6767, 2278 5982
 Telefono (505) 2257 8195, correo: ventas.servicios@ora.una.edu.ni



CLIENTE

SR. VÉNERGENSES FUENTES | WATER FOR PEOPLE
 Ensal, Estadi
 Tel. 8431 7955

Resultados Analíticos de Microbiología

NOMBRE DE LA MUESTRA: Agua Mineral
FECHA DE RECEPCIÓN: Fuente superficial, La Cuesta
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO Y COORDENADAS: San Felipe del Norte, Jinotega
LOCALIZACIÓN: 146N124.77N, S99W3.42 E
FECHA DE MUESTREO: 13/05/2019
HORA DE MUESTREO: 08 h.03
TIPO DE MUESTREO: Puntal

CÓDIGO DEL LABORATORIO: MB-120
FECHA DE RECEPCIÓN: 2019-04-11
FECHA DE EMISIÓN DEL RESULTADO: 2019-04-11
FECHA DEL REPORTE: 2019-05-21

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados Unidades	Valor Recomendado	Valor Guía
ECOBANALIS TOTALES	4223 P	<1.8	3.25E+04	Negativo	0
ECOBANALIS TERCIONARIAS	4223 P	<1.8	2.25E+01	Negativo	0
Escherichia coli	5223 P	<1.8	2.25E+01	Negativo	0
ENTEROCOCCOS FIKAUB	4320 P	<1.8	2.25E+04	No hay referencia	No hay referencia

Detalle de Cargas:
 pH: 6.8 UNIDADES PH
 Conductividad: 346 µS/cm
 Temperatura: 12.3 °C
 Sólidos totales: 1158

Observación: Diferente temperatura de conservación
 Por conservación inadecuada
Clase: Clase II, de acuerdo a los procedimientos de control de calidad de muestra analizada.

Resultados Analíticos de Microbiología
 Lic. Carlos Viqueza Rojas Castro
 Lic. Jairo Antonio Estrella
 Lic. Carlos Viqueza Rojas Castro

Referencias:
 Normas Nacionales de Laboratorio (N-19, 2009) para el control de calidad de agua y alimentos
 Control de Calidad de Agua para el consumo humano y recreativo, Normas de Referencia Internacional (ISO), (2018)
 Sistema de Acreditación por Competencia (SAC) Costa Rica, (2018)
 Organización Mundial de la Salud (OMS), (2018). Guía para el Control de la Calidad del Agua. (2018). Ginebra, 195.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En favor de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN-04 (07-05)), el Laboratorio de Contaminantes Microbiológicos hace constar que la muestra calificada como CM-1055 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Contaminantes Microbiológicos.

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 mantenemos a disposición por un tiempo indefinido.


ÁREA ANALÍTICA
ÁREA ANALÍTICA
CRALICVAV

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al cultivo ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí analizados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Puede dar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CEPALNA-Ministerio se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los tres días del mes de mayo del año 2019.

ÁREA TÉCNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
 Lic. Jairo Antonio Estrella
 Lic. Carlos Viqueza Rojas Castro

Anexo 3 Resultados Analíticos Físico Químicos



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte Sábata 2000 m de altura, Teléfonos (505) 2228 5201 / 2228 5202 / 2218 6932
 Telex (505) 2251 8163, apartado postal 4558, correo: uenara@uena.cora.ni

Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

96. HERMOSAS FUENTES / WATER FOR PEOPLE
 Canal, Canal
 Tel: 44317985

MAQUINARIA Y EQUIPOS

ANALIZADOR ELECTRICO
 MARCHI
 ESTACION DE TRAZADO COORDINADO 2D/3D
 GARAT TROVATIOM S.A.S
 MATERIALES DE LABORATORIO
 COLOMBIANA
 E.L.A. JORDAN
 RECALIBRACIONES
 E.C. HERRERA NESTOR
 CALIBRACIONES
 O.C. ORO DE LABORATORIO
 RECALIBRACIONES
 RECALIBRACIONES
 RECALIBRACIONES

Parámetros	Método	Unidad y/o Rango de Detección	Resultado	Norma	Unidades	mg/l	Valores máximos admitidos	
							CAPIE 1	CAPIE 2
TURBIDEZ	2120B 1	4.30 x 100	0.8	IN-23-35-40%	NTU		1.50 NTU	
pH 25.0 °C	45044B 1	4.19 ± 0.09	4.0		PH		6.5 - 8.5 (depende de pH)	
CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA A 25.0 °C	2810B 1	15.1 x 100 µM/S	37.0	1.5 x K	µS/cm		500.0 µS/cm	
SOLIDOS TOTALES DISUUELTOS	6081 E 1		24.0		mg/l		150.0 mg/l	
COLORES PENCORADO	2120B 1	5.0 - 90.0	5.0		PCU / PtCo		150.0 mg/l	
COLORES	15044A 1	0.0	0.5		mg/l		20.00 mg/l	
PTOBAMO	20044B 1	0.0	0.0		mg/l		1.00 mg/l	
MUNICHO	15044A 1	0.0	0.0		mg/l		5.00 mg/l	
CLORO	15044A 1	0.0	0.0		mg/l		50.0 mg/l	
CLORURO	4110B 1	0.0	0.0		mg/l		20.00 mg/l	
AMONIO	4110B 1	0.0	0.0		mg/l		50.0 mg/l	
SILICIO	4110B 1	0.0	0.0		mg/l		20.00 mg/l	
CARBOHIDRATO	2120B 1	0.0	0.0		mg/l		5.00 mg/l	
DIÓXIDO TOTAL ORO CAS	2004 C 1	0.0	0.0		mg/l		15.00 mg/l	
ALCALINIDAD TOTAL ORO CAS	2020B 1	0.0	0.0		mg/l		50.00 mg/l	
ALCALINIDAD ALTA BUNY-FULFAM	2020B 1	0.0	0.0		mg/l		10.00 mg/l	
SILICE REACTIVO ORO CAS	45050C 1	0.0	0.0		mg/l		5.00 mg/l	
NIQUELO	45050C 1	0.0	0.0		mg/l		0.1 - 1.5 mg/l	
HEMBRO TOTAL	15044A 1	0.0	0.0		mg/l		1.00 mg/l	
FUOSFORO	4110B 1	0.0	0.0		mg/l		0.1 - 1.5 mg/l	
AMONIO	45050C 1	0.0	0.0		mg/l		5.00 mg/l	
SALINIDAD DE LA MUESTRA	6081 E 1		0.0		‰		15.00 ‰	

Comentarios:

La muestra de la muestra 1 se tomó de la fuente respectiva,
 la cual se encuentra en el canal por la gravedad

Observaciones adicionales a la muestra:

Se realizaron mediciones a la muestra

Condiciones de campo:

Temperatura ambiente: 27.0 °C

Temperatura del agua: 22.0 °C

Velocidad del viento: 15.0 km/h

Referencias:

1. Manual de laboratorio de aguas, 2013. Sistema de Información de Agua y Medio Ambiente. DGE. Estado. Managua. N.I.A.

2. Guía de laboratorio de aguas, 2013. Sistema de Información de Agua y Medio Ambiente. DGE. Estado. Managua. N.I.A.

Valores máximos admitidos

CAPIE 1

CAPIE 2

Elaborado por:

 Lic. Yvonne Díaz

Revisado por:

 Lic. Yvonne Díaz

Analizado por:

 Lic. Yvonne Díaz

Revisado por:

 Lic. Yvonne Díaz

Analizado por:

 Lic. Yvonne Díaz

Revisado por:

 Lic. Yvonne Díaz

DECLARACION DEL ASESURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de los procedimientos contenidos en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN) de 001 (S), el Laboratorio de Aguas Nuevas hace constar que la muestra analizada como AN-0176 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados de Laboratorio de Aguas Nuevas".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el banno correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros se remitirá a la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA
LABORATORIO DE AGUAS NUEVAS

 Lic. Yvonne Díaz

MAQUILLA, a las dieciséis días del mes de mayo del año dos mil diecinueve

2019-AN-0176




AREA TECNICA, ASESURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD


 Lic. Yvonne Díaz

Página 1 de 1

Anexo 4 Resultados Analíticos de Metales Pesados



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte Espartero 300 metros al norte - Telefonos (505) 2278 8961, 2278 8766, 2278 6382.
 Telefax (505) 2267 8169; e-mail: cira@nicaragua.una.edu.ni



CLIENTE

99. HÉROGENES FUENTES / WATER FOR PEOPLE
 Email: Estel
 Tel: 0051 7955

Resultados Analíticos de Metales Pesados

VALORES DE LA MUESTRA	AYUDA
FUENTE: IDENTIFICACION PROYECTO/COMPANIA DE CLIENTE	Ayuda Nacional
UBICACION: URGUAY 703 SOMALIA	Maximal
MUESTREO: OPERATIVO	Fecha: superficial, La Cuesta
COORDENADAS	Fecha: superficial, La Cuesta
ELEMENTO: CROMIUM	San Gabriel del Norte, Lindero
FECHA DE MUESTREO	14862.26, 17 N. 59923.42 E
HORARIO DE MUESTREO	11:36 horas
TIPO DE MUESTREO	2019-04-15
CLASO DE LABORATORIO	08 y 100
FECHA DE RECEPCION	Primal
FECHA DE FIN DE ANALISIS	
FECHA DEL REPORTE	

Parámetros	Método	Unite de	Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles
ANISICOPTOTAL	L.MONTGOMERY	µg/g	< 0.30	µg/g	0.30 µg/g	

Datos de Campo:

pH: 6.8 (medido en pH)

Conductividad: 146 µS/cm

Temperatura: 22.0 °C


Saturación: 11%

Observador: La zona de la muestra se tomó de la tierra superficial.
 La cual se encuentra en estudio por la contaminación.


Referencias:

E. Roberly, 1964. Operación de un SGA. N. VAGUAI

Organización Mundial de la Salud, 2005. Guía para la calidad del agua potable. Primer Volumen a la Piel. (Vol. 1) Ginebra.



LIC. KARLA VANESSA ROJAS CORTÉS




LIC. PAMELA ALVARADO ESPINOZA
 MSc. Lic. Contador Público

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN) 04 (01-05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos tiene constancia que la muestra codificada como CR-005 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Contaminantes Metálicos".


Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el libro correspondiente al análisis solicitado en la libreta general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá a disposición por un tiempo de 5 años.



ÁREA ANALITICA
 ÁREA ANALITICA
 CIRAVIVAN

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí presentados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Poda citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAVIVAN Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los dieciséis (16) días del mes de mayo del año 2019.



ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD, CIRAVIVAN

2019-CM-035

Página 1 de 1

Anexo 5 Parámetros Bacteriológicos

Origen	Parámetro (b)	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible	Observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme fecal	Neg	Neg	
	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras no consecutivas
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras puntuales No debe ser detectado en el 95 % de las muestras anuales (c)
	Coliforme fecal	Neg	Neg	

Anexo 6 Parámetros Físico – Químicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración de Iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	μS/cm	400	
Dureza	mg/L CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L CaCO ₃	100	
Cobre	mg/L	1.0	2.0
Magnesio	mg/L CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

Anexo 7 Coordenadas y elevaciones del levantamiento topográfico

Punto #	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Z	Descripción
1	599988.9337	1467810.671	1058.2598	1
2	600010.1022	1467826.212	1058.805	2
3	600017.8915	1467828.352	1058.8109	3
4	600033.7754	1467840.047	1060.272	4
5	600055.3956	1467864.618	1063.2557	5
6	600084.8889	1467895.194	1067.174	6
7	600107.1235	1467927.084	1073.1234	7
8	600125.1668	1467955.322	1077.7235	8
9	600135.0222	1467979.694	1079.5834	9
10	600134.1253	1468002.973	1082.2415	10
11	600153.2726	1468040.263	1086.7695	11
12	600152.8654	1468097.148	1093.0935	12
13	600151.9665	1468149.95	1096.0671	13
14	600164.1089	1468181.291	1097.7219	14
15	600171.6714	1468204.333	1097.0871	15
16	600177.6644	1468242.103	1096.3166	16
17	600206.818	1468290.632	1096.4388	17
18	600239.7868	1468325.024	1094.1259	18
19	600245.3851	1468334.777	1093.6195	19
20	600243.6936	1468354.186	1091.0602	20
21	600233.9162	1468369.343	1089.5125	21
22	600231.4156	1468373.501	1089.4546	22
23	600219.0768	1468393.863	1089.5297	23
24	600217.2938	1468416.491	1089	24
25	600227.3824	1468440.165	1089.1181	25
26	600238.5462	1468457.862	1089.9959	26
27	600250.9055	1468485.869	1094.2005	27
28	600268.4041	1468501.057	1097.3726	28
29	600304.9893	1468523.316	1102.8917	29
30	600340.7295	1468540.437	1104.2646	30
31	600375.2942	1468554.131	1106.0678	31
32	600403.3736	1468577.537	1104.2821	32
33	600421.6488	1468589.414	1104.6278	33
34	600454.2484	1468612.355	1101.5073	34
35	600469.9398	1468637.359	1097.4297	35
36	600482.4993	1468657.225	1094.5837	36
37	600495.0924	1468668.001	1092.7553	37

38	600520.9163	1468680.249	1091.4649	38
39	600562.8536	1468695.78	1097.701	39
40	600614.3216	1468707.5	1092.7906	40
41	600640.6401	1468700.724	1087.7183	41
42	600666.7986	1468693.479	1080.8237	42
43	600705.1197	1468689.287	1074.3343	43
44	600715.2092	1468691.158	1073.1202	44
45	600720.1583	1468698.421	1071.966	45
46	600723.7519	1468713.19	1070.7866	46
47	600736.8378	1468738.034	1072.5058	47
48	600754.1874	1468767.337	1067.3168	48
49	600771.1704	1468779.888	1063.2106	49
50	600785.0126	1468802.372	1061.0691	50
51	600800.3152	1468861.137	1069.9398	51
52	600835.6225	1468898.624	1073.1931	52
53	600860.7609	1468912.579	1069.2812	53
54	600878.4396	1468936.599	1065.5377	54
55	600905.4684	1468965.264	1064.5672	55
56	600921.2851	1468984.303	1062.2173	56
57	600927.4197	1469001.784	1062.2325	57
58	600948.2758	1469034.173	1069.8013	58
59	600961.1032	1469052.907	1067.0471	59
60	600475.7093	1468654.688	1094.3894	60
61	600484.4127	1468681.479	1089.6079	61
62	600487.6843	1468708.306	1088.2601	62
63	600492.9715	1468721.914	1089.1377	63
64	600510.8233	1468745.309	1086.0078	64
65	600516.3046	1468758.945	1086.9463	65
66	600508.9775	1468782.716	1084.3927	66
67	600487.8549	1468817.928	1082.007	67
68	600468.2456	1468860.433	1075.4381	68
69	600434.9916	1468890.81	1064.1327	69
70	600407.0429	1468914.834	1071.1479	70
71	600362.026	1468852.031	1047.5544	71
72	600358.975	1468848.805	1047.6218	72
73	600252.976	1468333.15	1094.5742	73
74	600295.8509	1468351.111	1099.9769	74
75	600367.0922	1468385.668	1103.3778	75
76	600400.8673	1468391.748	1102.2394	76
77	600424.111	1468387.763	1101.6525	77

78	600446.1259	1468383.134	1103.2454	78
79	600486.9084	1468384.388	1106.9681	79
80	600530.4116	1468408.739	1101.7815	80
81	600568.0049	1468422.793	1105.1628	81
82	600611.4068	1468448.137	1097.3874	82
83	600670.9376	1468496.839	1087.0634	83
84	600710.9629	1468531.225	1093.908	84
85	600734.2052	1468538.861	1092.8034	85
86	600784.6136	1468572.412	1083.6885	86
87	600825.0883	1468591.164	1083.7405	87
88	600874.6649	1468617.074	1074.7162	88
89	600875.5836	1468569.376	1075.2989	89
90	600864.7243	1468502.221	1068.9987	90
91	600913.4317	1468489.26	1078.4951	91
92	600969.1883	1468452.96	1070.7632	92
93	601007.0783	1468416.973	1060.7731	93
94	601010.6414	1468391.656	1053.011	94
95	601012.4163	1468371.565	1047.0613	95
96	600991.1718	1468351.947	1035.5901	96
97	600989.5169	1468351.181	1035.5068	97
98	600965.7997	1468336.244	1040.0901	98
99	600978.8093	1468310.347	1039.8974	99
100	599764.0636	1465745.754	1193.4124	100
101	599747.788	1465803.295	1190.6676	101
102	599763.9721	1465845.303	1183.5852	102
103	599805.4596	1465826.808	1186.7043	103
104	599793.5292	1465839.885	1183.6846	104
105	599782.4879	1465847.673	1183.7664	105
106	599783.7505	1465852.699	1184.1292	106
107	599780.4719	1465873.454	1178.3112	107
108	599771.3193	1465881.652	1173.4669	108
109	599747.2137	1465917.986	1173.2304	109
110	599728.4792	1465931.355	1170.0439	110
111	599707.3795	1465933.586	1166.4211	111
112	599687.6773	1465947.643	1154.4273	112
113	599681.8205	1465950.896	1153.4511	113
114	599660.3886	1465980.231	1168.0447	114
115	599657.1407	1466012.285	1171.7921	115
116	599637.4045	1466049.061	1171.2681	116
117	599623.7051	1466057.055	1170.404	117

118	599581.848	1466120	1154.5291	118
119	599569.2324	1466155.449	1154.5522	119
120	599572.3964	1466210.117	1147.3072	120
121	599593.0406	1466234.858	1140.7674	121
122	599589.1216	1466261.961	1134.8869	122
123	599548.6505	1466295.747	1122.6983	123
124	599543.1875	1466299.76	1122.446	124
125	599524.3852	1466304.373	1127.5999	125
126	599486.2085	1466329.197	1136.4309	126
127	599488.0075	1466356.005	1139.2574	127
128	599482.9103	1466372.014	1137.5685	128
129	599476.5729	1466378.16	1136.0768	129
130	599477.9884	1466383.473	1135.9871	130
131	599515.0201	1466380.084	1138.3792	131
132	599540.9017	1466357.578	1142.8248	132
133	599571.6946	1466361.151	1146.0811	133
134	599600.2429	1466386.537	1143.7013	134
135	599622.031	1466405.809	1144.6157	135
136	599628.5819	1466421.205	1144.1798	136
137	599630.3601	1466466.217	1141.6221	137
138	599634.4225	1466475.091	1141.8422	138
139	599648.3542	1466488.374	1143.2007	139
140	599695.1672	1466499.77	1149.9331	140
141	599722.3413	1466576.281	1147.5689	141
142	599728.6295	1466597.641	1145.0942	142
143	599730.9242	1466652.898	1135.3487	143
144	599734.1404	1466708.29	1127.7746	144
145	599743.3402	1466732.382	1123.4231	145
146	599762.3853	1466741.32	1119.5847	146
147	599793.8215	1466747.119	1115.6772	147
148	599828.2774	1466767.638	1110.9266	148
149	599848.6864	1466789.799	1107.2616	149
150	599879.2614	1466840.545	1102.8758	150
151	599916.9458	1466899.262	1094.5725	151
152	599933.5436	1466916.494	1090.6708	152
153	599979.0215	1466945.316	1079.6624	153
154	600013.8792	1466948.45	1073.3535	154
155	600037.3433	1466959.2	1068.7585	155
156	600045.2794	1466983.154	1063.9821	156
157	600046.1077	1467029.55	1056.973	157

158	600062.9292	1467085.741	1048.5537	158
159	600065.6692	1467122.591	1045.9316	159
160	600061.5264	1467144.43	1045.716	160
161	600027.0749	1467185.4	1047.8651	161
162	600026.8143	1467185.734	1047.8662	162
163	599985.0661	1467212.047	1050.1354	163
164	599968.0217	1467265.591	1049.5583	164
165	599960.2322	1467301.455	1044.7681	165
166	599952.4581	1467347.622	1039.6784	166
167	599950.993	1467358.718	1039.6465	167
168	599933.5464	1467405.597	1042.3052	168
169	599904.6846	1467444.869	1048.7354	169
170	599897.7977	1467465.285	1051.9396	170
171	599905.6605	1467491.244	1056.0972	171
172	599923.1752	1467522.149	1060.4759	172
173	599953.8622	1467549.863	1064.9735	173
174	599986.5764	1467565.835	1069.6078	174
175	600007.7533	1467606.857	1064.102	175
176	600013.5929	1467632.616	1060.85	176
177	600013.5423	1467679.296	1058.5601	177
178	600005.046	1467716.306	1056.5881	178
179	599999.0062	1467747.784	1056.0815	179
180	599998.1464	1467753.427	1056.0905	180
181	600989.5819	1468288.671	1041.191	181
182	600997.7872	1468277.266	1040.2333	182
183	601011.9911	1468216.606	1033.3424	183
184	601034.6605	1468289.401	1045.3171	184
185	601059.5071	1468283.149	1047.7839	185
186	601097.2334	1468242.552	1047.8539	186
187	601119.9946	1468230.454	1047.4904	187
188	601139.4969	1468213.653	1042.7016	188
189	601143.1804	1468194.011	1036.936	189
190	600274.8698	1468309.037	1105.8556	190
191	600299.2077	1468287.543	1116.7507	191
192	600343.0051	1468263.858	1128.5604	192
193	601012.1243	1468156.983	1044.1267	193
194	600982.1894	1468150.148	1046.1036	194
195	600941.2176	1468100.898	1047.5241	195
196	600907.3712	1468055.094	1048.6482	196
197	600870.1762	1468010.213	1049.9851	197

198	600835.2349	1467977.951	1054.0546	198
199	600774.3158	1467941.076	1062.8438	199
200	600591.83	1468342.782	1090.1473	200
201	600620.426	1468264.27	1105.89	201
202	600326.151	1468798.852	1062.7512	202
203	600279.836	1468979.623	1058.26	203
204	600158.7722	1468072.38	1090.8655	C01: MAINOR ANTONIO CASTILLO MEZA
205	600170.6629	1468059.297	1089.9081	C02: DENIS CASTILLO SANCHEZ
206	600172.5815	1468108.472	1095.1489	C03: ARISTEO MOLINA DELGADILLO
207	600167.2186	1468118.22	1095.4959	C04: JOSE ENRIQUE HERNANDEZ GARCIA
208	600159.1788	1468128.603	1095.52	C05: MARTHA CASCO TALAVERA
209	600193.7617	1468109.564	1097.6414	C06: JOHANA HERRERA UBEDA
210	600187.0552	1468112.774	1097.4919	C07: MARIA CRISTINA UBEDA ARAUZ
211	600218.8715	1468091.705	1094.0002	C08: FLORA ERLINDA ESPINALES HERRERA
212	600191.1191	1468098.771	1094.9849	C09: ELISEO HERRERA UBEDA
213	600215.5705	1468166.764	1108.6736	C10: BLADIMIR PINEDA
214	600180.6086	1468220.847	1097.3884	C11: JUAN JOSE PINEDA
215	600145.7616	1468252.825	1097.8925	C12: JUAN CARLOS
216	600183.5011	1468238.324	1097.616	C13: JUAN ENRIQUE VELASQUEZ
217	600237.8813	1468329.815	1093.1765	C14: DENIS RAFAEL INGRAM PASTORA
218	600317.3297	1468267.271	1127.0634	C15: SANTIAGO HERNANDEZ
219	600179.7748	1468392.216	1092.4052	C16: NOEL ZELEDON HERRERA
220	600227.59	1468490.983	1093.3944	C17: DONALD HERRERA
221	600311.7032	1468548.563	1106.4696	C18: IVAN HERRERA ZELEDON
222	600357.2418	1468570.456	1109.5955	C19: GUSTAVO SALGUERA PALACIOS
223	600452.5976	1468625.161	1102.1361	C20: WILFREDO HERRERA
224	600584.5022	1468694.977	1096.7875	C21: DANILO ANTONIO GUTIERREZ VILLAGRA
225	600611.6943	1468703.696	1093.1355	C22: ROBERTO MAIRENA
226	600730.8438	1468739.289	1074.7097	C23: ANTONIO MENDEZ BLANDON
227	600816.0721	1468821.365	1064.2056	C24: JOVANI RIZO
228	600874.8768	1468932.703	1066.1591	C25: CARLOS ORTIZ ROCHA
229	600925.4272	1469001.565	1061.6722	C26: JOSE ESTRADA GONZALEZ
230	600962.8297	1469043.195	1068.7215	C27: RAMON DE JESUS GONZALEZ
231	600953.4121	1469026.064	1071.1768	C28: SILVIA DE JESUS GONZALEZ
232	600996.974	1468987.272	1062.3113	C29: EUSEBIO DE JESUS GONZALEZ MORAN
233	600512.6689	1468705.881	1094.7099	C30: PASTOR CASTILLO CALERO
234	600512.8727	1468786.566	1085.1662	C31: CARLOS RICARDO RIVERA

				HERRERA
235	600282.1821	1468984.038	1067.1903	C32: RONALDO CHAVARRIA ZELEDON
236	600330.4411	1468796.284	1062.7512	C33: JOVANI PASTOR CHAVARRIA ZELEDON
237	600471.8849	1468375.968	1105.6946	C34: JOSE DOLORES GONZALEZ TERCERO
238	600545.5414	1468403.497	1101.2064	C35: ELVIN EVELIO OCHOA GUILLEN
239	600562.3896	1468428.467	1105.8694	C36: JUAN FRANCISCO LANZAS
240	600615.6556	1468262.771	1105.8899	C37: MARIA TERESA PICADO
241	600625.0154	1468447.573	1094.6522	C38: JOSE JESUS GUILLEN MARTINEZ
242	600693.0662	1468477.734	1087.7222	C39: LEONEL PALACIOS
243	600688.6794	1468585.879	1083.688	C40: JOSE FRANCISCO GUTIERREZ ZELEDON
244	600809.3485	1468565.167	1084.8305	C41: MARCELINO DE JESUS GUTIERREZ ZELEDON
245	600860.3642	1468495.132	1069.7742	C42: ANGELA MERCIDIA CASTRO GONZALEZ
246	601002.9543	1468327.304	1036.8159	C43: MAURICIO MERCADO HERRERA
247	600966.2604	1468356.287	1039.7267	C44: VICTOR HERRERA ORDOÑEZ
248	600993.3694	1468185.642	1042.1691	C45: JOSE JESUS PINEDA ORTIZ
249	601104.2398	1468232.381	1049.0405	C46: PAULO LOPEZ PEREZ
250	601118.4475	1468213.463	1047.9482	C47: JULIO CESAR HERNANDEZ HERRERA
251	601125.0339	1468198.529	1044.007	C48: JULIO CESAR HERNANDEZ MARTINEZ
252	601164.2717	1468216.832	1034.2206	C49: JOSE MANUEL HERRERA RUGAMA
253	600809.6947	1467976.199	1157.3267	C50: JOSE DOLORES CASTILBLANCO
254	600778.1438	1467954.537	1161.5631	C51: FELIX ALEXIS CASTILBLANCO
255	601018.6925	1468877.049	1045.2024	CASA: ABANDONADA
256	599627.6757	1466031.811	1172.7691	CASA: MIGUEL ANGEL ARAUZ RODRIGUEZ
257	599990.5965	1467817.748	1059.7121	M01
258	600060.5074	1467866.434	1063.7093	M02
259	600217.5179	1468403.529	1089.6602	M03
260	600294.0888	1468351.051	1100.007	M04
261	600449.8624	1468602.458	1103.0192	M05
262	600479.1256	1468653.36	1095.2159	M06
263	599778.44	1465797.815	1195.1698	M07
264	599794.2037	1465824.2	1191.4006	M08
265	599624.8208	1466474.324	1142.7917	M09
266	599631.5901	1466490.858	1143.0202	M10
267	600000.7733	1467793.388	1058.478	R1

268	599993.8006	1467789.094	1057.9985	R2
269	600956.6663	1469040.133	1070.6381	R3
270	600954.5005	1469036.467	1071.2338	R4
271	600807.5376	1468561.364	1086.8187	R5
272	600808.175	1468559.254	1086.797	R6
273	599627.7936	1466490.66	1144.5451	R7
274	599632.1251	1466492.632	1144.9411	R8
275	600332.8662	1468256.217	1129.4912	A
276	600351.34	1468254.056	1128.8678	B
277	600351.8904	1468267.691	1130.3135	C
278	600337.9025	1468272.298	1129.1957	D
279	599754.7312	1465798.395	1191.0411	F1
280	599757.8982	1465794.16	1191.1642	F1
281	599759.1096	1465789.007	1191.4003	F1
282	599763.3101	1465784.711	1191.5223	F1
283	599768.0366	1465781.814	1191.6981	F1
284	599772.8428	1465780.572	1191.7563	F1
285	599777.1396	1465776.098	1191.7329	F1
286	599779.2624	1465768.572	1192.14	F1
287	599779.0206	1465760.071	1192.6502	F1
288	599777.8568	1465753.622	1193.1831	F1
289	599776.4736	1465746.758	1193.8715	F1
290	599772.2893	1465745.905	1193.725	F1
291	599765.3298	1465745.574	1193.3054	F1
292	599759.6346	1465742.727	1193.2931	F1
293	599753.3698	1465742.475	1193.3313	F1
294	599790.9637	1465762.092	1196.2394	F1
295	599746.494	1465745.6	1193.1234	F1
296	599741.6183	1465746.876	1193.1602	F1
297	599786.235	1465739.141	1198.4034	F1
298	599739.0818	1465749.677	1192.9514	F1
299	599734.5934	1465746.06	1193.047	F1
300	599771.2386	1465735.737	1198.2543	F1
301	599763.9877	1465739.911	1195.1438	F1
302	599759.4449	1465738.687	1195.4772	F1
303	599744.5294	1465741.545	1194.7631	F1
304	599735.4592	1465743.168	1193.9888	F1
305	599734.6655	1465746.065	1193.07	F1
306	599727.3937	1465750.483	1192.7795	F1
307	599724.7939	1465748.29	1192.881	F1

308	599726.3732	1465755.263	1192.6896	F1
309	599724.8567	1465754.483	1192.9055	F1
310	599729.1974	1465764.696	1192.0111	F1
311	599727.7969	1465765.022	1192.6647	F1
312	599729.3546	1465770.788	1191.7967	F1
313	599725.1428	1465769.324	1192.4031	F1
314	599730.2762	1465781.625	1191.6061	F1
315	599728.0109	1465781.301	1191.6909	F1
316	599732.2681	1465789.525	1191.4437	F1
317	599725.1586	1465789.765	1192.2613	F1
318	599721.78	1465785.889	1193.5058	F1
319	599718.5314	1465779.334	1194.405	F1
320	599738.4542	1465800.167	1191.1224	F1
321	599722.2987	1465805.792	1193.1962	F1
322	599745.622	1465804.812	1191.1742	F1
323	599733.872	1465812.117	1191.4035	F1
324	599748.8952	1465802.653	1190.6516	F1
325	599751.9046	1465802.141	1190.4926	F1
326	599754.3423	1465800.814	1191.1071	F1
327	599746.8984	1465813.496	1190.7503	F1
328	599754.8824	1465799.736	1191.0869	F1
329	599749.4017	1465811.287	1190.4999	F1
330	599751.6904	1465810.375	1190.2618	F1
331	599754.9135	1465808.132	1190.4065	F1
332	599760.162	1465805.898	1192.0713	F1
333	599752.717	1465813.022	1189.7812	F1
334	599802.0899	1465824.619	1188.6545	F2
335	599798.7168	1465823.635	1189.9952	F2
336	599805.3853	1465819.408	1188.5944	F2
337	599803.4539	1465817.541	1190.139	F2
338	599810.3628	1465814.247	1188.8112	F2
339	599808.2075	1465811.986	1190.1244	F2
340	599813.9553	1465807.62	1189.8083	F2
341	599812.608	1465805.976	1190.6629	F2
342	599817.8298	1465801.648	1190.3548	F2
343	599816.0026	1465799.853	1191.2521	F2
344	599823.3076	1465797.169	1190.211	F2
345	599821.4517	1465795.083	1191.4079	F2
346	599831.284	1465795.164	1190.2465	F2
347	599827.9813	1465790.756	1191.61	F2

348	599837.4987	1465793.037	1190.4463	F2
349	599833.9796	1465787.813	1191.8016	F2
350	599846.9244	1465791.459	1190.9074	F2
351	599845.1435	1465784.684	1191.9602	F2
352	599853.2818	1465793.55	1190.9765	F2
353	599854.8274	1465785.6	1191.7757	F2
354	599861.2391	1465790.402	1191.791	F2
355	599863.779	1465799.596	1191.8089	F2
356	599858.3865	1465799.281	1191.3942	F2
357	599853.7556	1465801.462	1191.14	F2
358	599858.2039	1465805.291	1191.7665	F2
359	599849.0759	1465807.884	1191.8855	F2
360	599846.9186	1465801.974	1190.702	F2
361	599843.1159	1465809.85	1191.9499	F2
362	599843.1318	1465809.847	1191.9503	F2
363	599841.3642	1465803.737	1190.4832	F2
364	599837.1393	1465811.555	1191.969	F2
365	599835.9321	1465806.014	1190.3142	F2
366	599832.9082	1465812.59	1191.837	F2
367	599831.0368	1465806.696	1190.0412	F2
368	599825.1939	1465810.265	1189.7906	F2
369	599828.5525	1465814.903	1191.7006	F2
370	599823.8351	1465816.802	1191.2126	F2
371	599820.9037	1465812.379	1189.4617	F2
372	599815.3564	1465814.909	1188.944	F2
373	599818.7638	1465819.364	1190.4969	F2
374	599811.951	1465817.789	1188.3718	F2
375	599815.3123	1465821.763	1190.1459	F2
376	599809.8538	1465820.497	1187.9171	F2
377	599812.2941	1465823.922	1189.6839	F2
378	599807.4666	1465822.138	1187.4693	F2
379	599810.8225	1465826.715	1189.4625	F2
380	599806.7168	1465825.12	1187.0008	F2
381	599808.609	1465828.052	1188.7333	F2
382	599805.991	1465827.698	1186.7242	F2
383	599806.9964	1465829.85	1188.4023	F2
384	599805.5804	1465829.042	1186.2691	F2
385	599805.4784	1465827.767	1186.0304	F2
386	599805.4567	1465826.903	1186.5855	F2
387	599805.533	1465833.44	1187.8795	F2

388	599802.6587	1465837.35	1187.2302	F2
389	599804.4303	1465827.213	1186.6955	F2
390	599804.4836	1465827.633	1186.1999	F2
391	599803.4027	1465828.045	1186.3448	F2
392	599802.51	1465828.057	1186.8564	F2
393	599800.7532	1465828.791	1186.4019	F2
394	599799.3598	1465833.149	1185.2418	F2
395	599802.4279	1465829.942	1185.9523	F2
396	599798.9765	1465832.565	1185.3778	F2
397	599798.5015	1465830.455	1185.5366	F2
398	599798.7918	1465829.949	1186.1435	F2
399	599796.5998	1465830.593	1185.9225	F2
400	599836.964	1465829.088	1195.6129	F2
401	599798.8217	1465828.852	1187.2775	F2
402	599797.1854	1465828.914	1187.7347	F2
403	599794.5606	1465827.939	1189.917	F2
404	599793.0407	1465829.445	1189.3738	F2
405	599790.9967	1465832.83	1189.0734	F2
406	599788.0257	1465830.947	1190.1714	F2
407	599857.989	1465821.337	1195.0287	F2
408	599805.3247	1465798.548	1193.204	F2
409	599827.3713	1465778.821	1194.7275	F2
410	599883.436	1465810.545	1194.7246	F2
411	599882.3203	1465797.192	1192.7664	F2
412	599854.8976	1465767.076	1193.3496	F2
413	599872.3115	1465781.576	1194.0296	F2
414	600351.8462	1468267.637	1128.8115	T
415	600353.002	1468260.915	1128.1741	T
416	600338.0269	1468272.099	1127.8533	T
417	600344.4256	1468273.906	1127.7547	T
418	600335.2243	1468266.031	1128.4205	T
419	600351.1213	1468254.22	1127.0499	T
420	600340.4782	1468253.149	1127.2523	T
421	600333.0093	1468256.183	1127.8579	T
422	600351.351	1468247.994	1125.3607	T
423	600323.1966	1468244.367	1125.609	T
424	600360.5875	1468257.106	1127.2189	T
425	600317.6261	1468250.554	1127.2624	T
426	600367.0516	1468271.532	1128.3023	T
427	600360.0081	1468279.406	1127.0243	T

428	600318.6006	1468266.675	1127.2222	T
429	600323.8876	1468273.105	1126.0836	T
430	600345.7331	1468285.743	1124.4952	T
431	600332.2145	1468278.711	1125.6651	T
432	600341.9634	1468250.059	1126.2038	T
433	599989	1467808	1058	INICIO
434	599989.0001	1467813.748	1058.5622	NF
435	599989.7796	1467751.654	1056.5604	ALC-PAZ
436	599989.1298	1467756.598	1056.5849	ALC-PAZ
437	600152.0839	1468038.848	1086.4229	PC-1
438	600153.3284	1468109.111	1093.8835	PC-2
439	600150.404	1468146.088	1095.8014	PC-3
440	600153.6584	1468151.741	1096.1829	PC-4
441	600199.4022	1468134.855	1103.8601	PC-CAFE
442	600169.1561	1468190.678	1097.6768	PC-5
443	600179.1404	1468250.049	1096.1839	PC-6
444	600207.9679	1468292.602	1096.5204	PC-7
445	600255.7313	1468334.168	1094.8341	PC-8
446	600276.1234	1468507.559	1098.5623	PC-9
447	600318.8467	1468530.878	1103.6617	PC-10
448	600388.0065	1468558.864	1104.9563	PC-11
449	600404.3035	1468578.343	1104.2645	PC-12
450	600451.8347	1468604.411	1102.7109	PC-13
451	600474.0184	1468643.026	1096.4107	PC-14
452	600489.6934	1468697.784	1088.5944	PC-CONCORDIANOS
453	600498.0567	1468669.621	1092.4063	PC-15
454	600566.9694	1468696.902	1097.5792	PC-16
455	600610.117	1468708.482	1093.4285	PC-17
456	600677.3802	1468690.025	1078.4277	PC-18
457	600717.2191	1468687.577	1073.201	PC-19
458	600737.8715	1468740.442	1072.4325	PC-20
459	600792.6069	1468822.003	1063.1876	PC-21
460	600798.6814	1468858.554	1069.7164	PC-22
461	600785.5327	1468801.83	1061.1074	PC-BENEFICIO
462	600834.5998	1468898.033	1073.2093	PC-23
463	600860.1273	1468912	1069.3192	PC-24
464	600932.0655	1468994.173	1061.8202	PC-25
465	600943.2854	1469027.377	1068.7886	PC-26
466	600949.8179	1469035.913	1069.6531	PC-27
467	600968.0289	1469026.561	1071.2774	PC-28

468	600499.304	1468716.694	1091.1154	PC-29
469	600469.8674	1468847.875	1077.9447	PC-30
470	600381.0457	1468384.609	1104.1738	PC-31
471	600487.5446	1468382.242	1106.927	PC-32
472	600568.3547	1468421.646	1105.1169	PC-33
473	600617.0023	1468449.553	1096.643	PC-34
474	600708.1357	1468530.051	1093.751	PC-35
475	600733.2959	1468536.272	1093.0625	PC-36
476	600756.6685	1468549.166	1088.1182	PC-37
477	599778.3151	1465802.039	1195.1856	NF2
478	599805.2726	1465846.159	1188.0556	PC-271
479	599721.4476	1465921.913	1173.3855	PC-ESPINO
480	599645.9981	1465998.191	1169.9209	CERCO
481	599616.0015	1466047.133	1171.9466	PC
482	599575.8769	1466214.766	1146.0375	PC-TROCHA
483	599591.7894	1466256.158	1136.3794	PC
484	599459.1084	1466334.228	1142.3972	PC-REPOLLO
485	599495.4065	1466385.697	1136.923	PC-TR
486	599514.3934	1466381.722	1138.389	PC
487	599547.0483	1466356.829	1142.7855	PC
488	599578.5772	1466365.598	1145.7839	PC
489	599625.7846	1466415.604	1144.483	PC
490	599629.9283	1466481.479	1142.8125	PC-EMPALME T-C
491	599702.2456	1466511.209	1149.7846	PC-MANGO
492	599721.1731	1466576.706	1147.6219	PC
493	599739.6978	1466737.485	1123.9922	PC
494	599827.5741	1466767.271	1110.9608	PC
495	599908.7458	1466893.69	1096.3995	PC
496	599927.9501	1466923.686	1091.0279	PC
497	599984.8591	1466947.413	1078.6563	PC
498	600039.4731	1466961.789	1068.0949	PC
499	600052.6972	1467058.078	1053.3604	PC
500	600065.6802	1467133.398	1045.6023	PC
501	599977.6402	1467240.53	1051.8731	PC
502	599965.138	1467251.989	1050.6417	PC
503	599901.8896	1467483.831	1054.8996	PC
504	599930.9777	1467536.439	1062.3056	PC
505	599992.2253	1467575.19	1069.3544	PC
506	600013.8117	1467676.417	1058.7021	PC
507	599983.0906	1467816.076	1059.6786	PC

508	600746.4675	1468513.776	1086.9885	PC
509	600839.0214	1468584.16	1084.8012	PC
510	600988.0163	1468285.001	1041.0055	PC
511	600997.0831	1468275.545	1040.081	PC-EMPLAME
512	601050.4701	1468286.388	1046.8564	PC-CUESTA
513	601077.0248	1468264.787	1048.2618	PC
514	601106.4819	1468235.894	1047.7217	PC
515	601129.337	1468223.419	1045.5952	PC
516	601143.5026	1468202.755	1039.9109	PC
517	601139.7218	1468193.739	1037.0276	POSTE
518	600317.5498	1468267.893	1127.045	PC
519	600061.2302	1467876.645	1073.8172	PTE-SN
520	600066.6287	1467863.666	1073.7809	PTE-SN
521	600003.572	1467811.506	1066.366	PTE-SN
522	599984.5974	1467854.178	1071.0415	PTE-SN
523	599978.583	1467798.764	1068.3905	PTE-SN
524	600157.4952	1468078.458	1100.3005	PTE-SN
525	600143.5587	1468007.707	1091.7368	PTE-SN
526	600168.1943	1468206.554	1105.4765	PTE-SN
527	600185.5113	1468262.158	1104.375	PTE-SN
528	600224.6283	1468311.171	1105.1755	PTE-SN
529	600254.448	1468328.345	1103.4202	PTE-SN
530	600294.6764	1468353.159	1106.6042	PTE-SN
531	600215.9361	1468401.525	1098.324	PTE-SN
532	600247.6649	1468484.432	1102.5111	PTE-SN
533	600304.286	1468524.933	1111.6725	PTE-SN
534	600369.1909	1468547.517	1113.8094	PTE-SN
535	600425.3763	1468587.571	1112.8755	PTE-SN
536	600461.5627	1468613.187	1109.6118	PTE-SN
537	600484.1793	1468647.429	1107.1704	PTE-SN
538	600493.976	1468669.322	1099.5864	PTE-SN
539	600493.9386	1468669.328	1099.5899	PTE-SN
540	600668.6516	1468688.154	1085.3092	PTE-SN
541	600717.8599	1468684.408	1079.95	PTE-SN
542	600736.0675	1468743.415	1073.8914	PTE-SN
543	600788.9367	1468796.308	1068.3989	PTE-SN
544	600798.2905	1468862.009	1072.9504	PTE-SN
545	600834.1464	1468899.588	1080.8424	PTE-SN
546	600876.2833	1468925.131	1074.4205	PTE-SN
547	600490.2341	1468718.497	1095.7341	PTE-SN

548	600519.1637	1468769.749	1093.8741	PTE-SN
549	600492.6896	1468822.168	1089.6393	PTE-SN
550	600462.0923	1468853.827	1082.9134	PTE-SN
551	600403.5966	1468914.165	1078.7128	PTE-SN
552	600421.3471	1468381.243	1111.2446	PTE-SN
553	600487.7896	1468381.09	1108.3561	PTE-SN
554	600632.2318	1468460.61	1101.2757	PTE-SN
555	600687.1713	1468516.919	1098.0066	PTE-SN
556	600709.6833	1468532.803	1101.183	PTE-SN
557	599596.1327	1466473.923	1150.8021	PTE-SN
558	599694.8641	1466499.48	1151.7535	PTE-SN
559	599723.2777	1466575.993	1147.8853	PTE-SN
560	599733.3918	1466652.97	1135.8301	PTE-SN
561	599732.3334	1466732.429	1126.3454	PTE-SN
562	599829.0679	1466766.394	1111.0826	PTE-SN
563	599782.2071	1466753.843	1123.6351	PTE-SN
564	599858.9739	1466822.076	1105.6984	PTE-SN
565	599891.6755	1466874.574	1105.1487	PTE-SN
566	599931.9099	1466926.376	1091.2305	PTE-SN
567	599891.8966	1466874.844	1103.8271	PTE-SN
568	599981.7622	1466941.752	1082.9792	PTE-SN
569	600042.9915	1466960.343	1068.5528	PTE-SN
570	600066.1325	1467084.763	1054.4878	PTE-SN
571	600038.013	1467025.434	1061.4022	PTE-SN
572	600062.7296	1467144.759	1048.6662	PTE-SN
573	599962.8701	1467302.204	1046.4803	PTE-SN
574	599965.8551	1467223.339	1055.933	PTE-SN
575	599937.207	1467407.58	1043.5728	PTE-SN
576	599908.3949	1467512.242	1060.7416	PTE-SN
577	599889.9248	1467464.747	1054.1748	PTE-SN
578	600011.5448	1467605.319	1066.3338	PTE-SN
579	599973.0948	1467556.096	1070.7241	PTE-SN
580	600015.4518	1467679.789	1059.9637	PTE-SN
581	600016.7913	1467730.96	1059.6853	PTE-SN
582	600008.7433	1467717.301	1062.1702	PTE-SN
583	599978.5026	1467798.593	1059.4018	PTE-SN

Anexo 8 Proyección de consumo

200			CD	CP	CPD	Hf	CMD	CMH	Dosificación
0	2019	200	0.139	0.0097	0.1486	0.0297	0.2526	0.4013	2.0600
1	2020	205	0.142	0.0100	0.1523	0.0305	0.2590	0.4113	2.0100
2	2021	211	0.147	0.0103	0.1568	0.0314	0.2665	0.4233	1.9500
3	2022	216	0.150	0.0105	0.1605	0.0321	0.2729	0.4334	1.9100
4	2023	221	0.153	0.0107	0.1642	0.0328	0.2792	0.4434	1.9700
5	2024	227	0.158	0.0110	0.1687	0.0337	0.2867	0.4554	1.8200
6	2025	232	0.161	0.0113	0.1724	0.0345	0.2931	0.4655	2.3700
7	2026	238	0.165	0.0116	0.1768	0.0354	0.3006	0.4775	2.3100
8	2027	244	0.169	0.0119	0.1813	0.0363	0.3082	0.4895	2.2500
9	2028	250	0.174	0.0122	0.1858	0.0372	0.3158	0.5016	2.2000
10	2029	257	0.178	0.0125	0.1910	0.0382	0.3246	0.5156	2.1400
11	2030	263	0.183	0.0128	0.1954	0.0391	0.3322	0.5276	2.0900
12	2031	269	0.187	0.0131	0.1999	0.0400	0.3398	0.5397	2.0400
13	2032	276	0.192	0.0134	0.2051	0.0410	0.3486	0.5537	1.9900
14	2033	283	0.197	0.0138	0.2103	0.0421	0.3575	0.5678	1.9400
15	2034	290	0.201	0.0141	0.2155	0.0431	0.3663	0.5818	1.9000
16	2035	297	0.206	0.0144	0.2207	0.0441	0.3752	0.5959	2.3100
17	2036	305	0.212	0.0148	0.2266	0.0453	0.3853	0.6119	2.2500
18	2037	312	0.217	0.0152	0.2318	0.0464	0.3941	0.6260	2.2000
19	2038	320	0.222	0.0156	0.2378	0.0476	0.4042	0.6420	2.1500
20	2039	328	0.228	0.0159	0.2437	0.0487	0.4143	0.6581	2.1000

Anexo 9 Costo y presupuesto

ED T	DESCRIPCION	UNI DA D	CAN TIDA D	COSTOS UNITARIOS (C\$)		COSTO TOTAL (C\$)		TOTA L
				MATE RIALE S	MANO DE OBRA	MATE RIALE S	MANO DE OBRA	
31 0- 00	PRELIMINARES			C\$430	C\$70	C\$11,4 40	C\$120,6 15	C\$132 ,055
1	LIMPIEZA INICIAL							
1.1	LIMPIEZA MANUAL DEL PREDIO DE CAPTACION	M ²	200	C\$0.00	C\$10.00	C\$0.00	C\$2,000	C\$2,0 00
1.2	LIMPIEZA MANUAL DE LA LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION	M ²	8446. 7	C\$0.00	C\$10.00	C\$0.00	C\$84,46 7	C\$84, 467
1.3	LIMPIEZA DEL PREDIO DEL TANQUE	M ²	400	C\$0.00	C\$10.00	C\$0.00	C\$4,000	C\$4,0 00
2	TRAZO Y NIVELACION							
2.1	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE	ML	8446. 7	C\$0.00	C\$3.00	C\$0.00	C\$25,34 0	C\$25, 340

2.2	TRAZO DE EJE DE CASSETAS	ML	14	C\$0.00	C\$15.00	C\$0.00	C\$210	C\$210
2.3	NIVELETAS SENCILLAS DE 1.50M	C/U	188	C\$15.00	C\$0.00	C\$2,820.00	C\$0	C\$2,820
2.4	NIVELETAS DOBLES DE 1.50M	C/U	21	C\$20.00	C\$0.00	C\$420.00	C\$0	C\$420
2.5	PIEZA DE PINO DE 2" x 2" - 5 VRS	PIEZA	35	C\$120.00	C\$0.00	C\$4,200.00	C\$0	C\$4,200
2.6	PIEZA DE PINO DE 1" x 3" - 5 VRS	PIEZA	7	C\$100.00	C\$0.00	C\$700.00	C\$0	C\$700
2.7	CLAVOS CORRIENTES DE 2"	LB	12	C\$25.00	C\$0.00	C\$300.00	C\$0	C\$300
2.8	LIENZA	ROLLO	20	C\$150.00	C\$0.00	C\$3,000.00	C\$0	C\$3,000
2.9	COLOCACION DE NIVELETAS	C/U	209	C\$0.00	C\$13.00	C\$0.00	C\$2,717	C\$2,717
2.10	QUITAR NIVELETAS	C/U	209	C\$0.00	C\$9.00	C\$0.00	C\$1,881	C\$1,881
340-00	FUENTES Y OBRAS DE TOMA			C\$66,457	C\$26,245	C\$71,817	C\$26,562	C\$138,792.58
1	OBRA DE CAPTACION							
	CONTRUCCION DE CAJA DE CONCRETO DE 3000 PSI REFORADO 1.05X1.05X1.2	C/U	1	C\$42,565.00	C\$18,291.90	C\$42,565.00	C\$18,291.90	C\$60,856.90
	VALVULA DE PASE EXTREMO BLINDADO 2"	C/U	1	C\$6,338.90	C\$2,613.14	C\$6,338.90	C\$2,613.14	C\$8,952.04
	VALVULA DE LIMPIEZA DE 2"	C/U	1	C\$9,580.00	C\$4,181.02	C\$9,580.00	C\$4,181.02	C\$13,761.02
	TAPA METALICA DE 1.1X1.1	C/U	1	C\$1,300.00	C\$522.63	C\$1,300.00	C\$522.63	C\$1,822.63
	TAPA METALICA DE 0.40X0.40	C/U	1	C\$855.00	C\$261.35	C\$855.00	C\$261.35	C\$1,116.35
2	ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA							
2.1	BACTERIOLOGICO (COLIFORME FECAL Y TOTAL), FISICOQUIMICOS (TURBIDEZ, PH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, SOLIDOS TOTALES DISUELTOS, COLOR VERDADERO, SODIO, POTASIO, MAGNESIO, CALCIO, CLORURO, NITRATO, SULFATOS, CARBONATO, BICARBONATO, DUREZA TOTAL, ALACALINIDAD TOTAL, ALACALINIDAD A LA FENOLFTALEINA, SILICE REACTIVO DISUELTO, NITRITO, HIERRO TOTAL, FLUORURO, AMONIO, BALANCE IONICO Y ARSENICO TOTAL).	GBL	1	C\$3,808.00	C\$0.00	C\$3,808.00	C\$0.00	C\$3,808.00
3	CASETA DE CONTROL							
3.1	FUNDACIONES (CORTE Y RELLENO)	M³	6	C\$0.00	C\$45.00	C\$0.00	C\$270.00	C\$270.00
3.2	FORMALETA (TABLA 6VRS X 12")	C/U	7	C\$270.00	C\$10.00	C\$1,890.00	C\$70.00	C\$1,960.00
3.3	CONCRETO DE 3,000 PSI PARA FUNDACIONES (MEZCLADO A MANO)	M³	1.10	C\$0.00	C\$320.00	C\$0.00	C\$352.00	C\$352.00
3.4	GRAVA	M³	1	C\$850.00	C\$0.00	C\$850.00	C\$0.00	C\$850.00
3.5	ARENA	M³	1	C\$550.00	C\$0.00	C\$550.00	C\$0.00	C\$550.00
3.6	CEMENTO	C/U	12	C\$340.00	C\$0.00	C\$4,080.00	C\$0.00	C\$4,080.00
3.7	ACERO, VARILLA #3	QQ	0.83	C\$1,480.00	C\$0.00	C\$1,228.40	C\$0.00	C\$1,228.40

3.8	ACERO, VARILLA #2	QQ	0.66	C\$1,35 0.00	C\$0.00	C\$891. 00	C\$0.00	C\$891. .00
3.9	ALAMBRE DE AMARRE	LB	8	C\$22.0 0	C\$0.00	C\$176. 00	C\$0.00	C\$176. .00
3.1 0	CONCRETO DE 3,000 PSI PARA ESTRUCTURA (MEZCLADO A MANO)	M³	2.71	C\$0.00	C\$320.0 0	C\$0.00	C\$867.2 0	C\$867. .20
3.1 1	GRAVA	M³	2.50	C\$850. 00	C\$0.00	C\$2,12 5.00	C\$0.00	C\$2,1 25.00
3.1 2	ARENA	M³	2.5	C\$550. 00	C\$0.00	C\$1,37 5.00	C\$0.00	C\$1,3 75.00
3.1 3	CEMENTO	C/U	29	C\$340. 00	C\$0.00	C\$9,86 0.00	C\$0.00	C\$9,8 60.00
3.1 4	ACERO, VARILLA #3	LB	269	C\$14.0 0	C\$0.00	C\$3,76 6.00	C\$0.00	C\$3,7 66.00
3.1 5	ACERO, VARILLA #2	LB	151	C\$13.0 0	C\$0.00	C\$1,96 3.00	C\$0.00	C\$1,9 63.00
3.1 6	ALAMBRE DE AMARRE	LB	15	C\$22.0 0	C\$0.00	C\$330. 00	C\$0.00	C\$330 .00
3.1 7	PAREDES BLOQUE	M²	25.2	C\$280. 00	C\$33.97	C\$7,05 6.00	C\$856.0 4	C\$7,9 12.04
3.1 8	INSTALACION DE TECHO	GB L	1	C\$0.00	C\$450.0 0	C\$0.00	C\$450.0 0	C\$450 .00
3.1 9	VIGAS DE MADERA PARA TECHO	C/U	11	C\$300. 00	C\$20.00	C\$3,30 0.00	C\$220.0 0	C\$3,5 20.00
3.2 0	CUBIERTA ZINC CALIBRE 26	C/U	5.0	C\$410. 00	C\$0.00	C\$2,05 0.00	C\$0.00	C\$2,0 50.00
3.2 1	FLASHING DE ZINC LISO 4X8	C/U	1.0	C\$500. 00	C\$0.00	C\$500. 00	C\$0.00	C\$500 .00
3.2 2	CLAVOS PARA TECHO	LB	7.0	C\$30.0 0	C\$0.00	C\$210. 00	C\$0.00	C\$210 .00
3.2 3	PISOS CONCRETO 3000 PSI	M³	0.6	C\$0.00	C\$1,100 .00	C\$0.00	C\$660.0 0	C\$660 .00
3.2 4	GRAVA	M³	0.5	C\$850. 00	C\$0.00	C\$425. 00	C\$0.00	C\$425 .00
3.2 5	ARENA	M³	0.5	C\$550. 00	C\$0.00	C\$275. 00	C\$0.00	C\$275 .00
3.2 6	CEMENTO	C/U	5.0	C\$340. 00	C\$0.00	C\$1,70 0.00	C\$0.00	C\$1,7 00.00
3.2 7	LIMPIEZA Y ENTREGA	M²	13.0	C\$0.00	C\$10.00	C\$0.00	C\$130.0 0	C\$130 .00
32 0- 00	LINEA DE CONDUCCION			C\$66,3 44	C\$974	C\$693, 556	C\$616,4 00	C\$426 ,251.6 4
1	EXCAVACION PARA TUBERIA							
1.1	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN TERRENO NATURAL, ANCHO DE 0.50M Y 1M DE PROFUNDIDAD	M³	1556. 015	C\$0.00	C\$100.0 0	C\$0.00	C\$155,6 01.50	C\$155 ,601.5 0
4	RELLENO Y COMPACTACION							
4.1	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	1556. 015	C\$0.00	C\$23.81	C\$0.00	C\$37,04 8.72	C\$37, 048.72
8	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO							
8.1	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	518.6 7	C\$140. 00	C\$25.30	C\$72,6 14.03	C\$13,12 2.39	C\$85, 736.43
24	VALVULAS Y ACCESORIOS							
24. 1	CODO PVC DE 2" X 45°	C/U	10	C\$29.0 0	C\$0.00	C\$290. 00	C\$0.00	C\$290 .00
24. 2	CODO PVC DE 90° DE 2"	C/U	3	C\$33.0 0	C\$0.00	C\$99.0 0	C\$0.00	C\$99. 00
24. 3	VALVULA DE LIMPIEZA DE 2"	C/U	5	C\$8,00 0.00	C\$0.00	C\$40,0 00.00	C\$0.00	C\$40, 000.00

24.4	VALVULA DE AIRE	C/U	4	C\$24,000.00	C\$0.00	C\$96,000.00	C\$0.00	C\$96,000.00
24.5	VALVULA ROMPA PRESION	C/U	1	C\$1,476.00	C\$0.00	C\$1,476.00	C\$0.00	C\$1,476.00
24.6	VALVULA REDUCTORA DE CAUDAL	C/U	1	C\$10,000.00	C\$0.00	C\$10,000.00	C\$0.00	C\$10,000.00
33-5-00	TANQUE DE ALMACENAMIENTO			C\$5,712	C\$299	C\$24,989	C\$726	C\$58,650.82
1	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE							
1.1	CORTE MANUAL DE TERRENO	M³	4.5	C\$0.00	C\$58.59	C\$0.00	C\$263.66	C\$263.66
1.2	CEMENTO	C/U	23	C\$340.00	C\$0.00	C\$7,820.00	C\$0.00	C\$7,820.00
1.3	MEZCLA MANUAL DE SUELO CEMENTO PROPORCIÓN 1:10 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 10 DE SUELO)	M³	4.5	C\$600.00	C\$60.00	C\$2,700.00	C\$270.00	C\$2,970.00
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA							
2.1	Fundaciones							
2.1.1	FORMALETA (TABLA 6VRS X 12")	C/U	5	C\$180.00	C\$10.00	C\$900.00	C\$50.00	C\$950.00
2.1.2	EXCAVACION DE FUNDACION	M³	0.39	C\$0.00	C\$120.00	C\$0.00	C\$46.80	C\$46.80
2.1.2	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	2.09	C\$0.00	C\$45.00	C\$0.00	C\$94.05	C\$94.05
2.1.3	ACERO, VARILLA #3	QQ	0.5	C\$1,480.00	C\$2.86	C\$740.00	C\$1.43	C\$741.43
2.1.4	ACERO, VARILLA #2	QQ	0.052	C\$1,350.00	C\$2.86	C\$70.20	C\$0.15	C\$70.35
2.1.5	GRAVA	M³	2	C\$850.00	C\$0.00	C\$1,700.00	C\$0.00	C\$1,700.00
2.1.6	ARENA	M³	1.5	C\$550.00	C\$0.00	C\$825.00	C\$0.00	C\$825.00
2.1.7	CEMENTO	C/U	29	C\$340.00	C\$0.00	C\$9,860.00	C\$0.00	C\$9,860.00
2.1.8	ALAMBRE DE AMARRE	LB	17	C\$22.00	C\$0.00	C\$374.00	C\$0.00	C\$374.00
2.1.9	AGUA	LTS	520	C\$3.00	C\$0.00	C\$1,560.00	C\$0.00	C\$1,560.00
2.2	MAMPOSTERIA							
2.2.1	FORMALETA (TABLA 2VRS X 12")	C/U	12	C\$120.00	C\$10.00	C\$1,440.00	C\$120.00	C\$1,560.00
2.2.2	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	3.9856	C\$0.00	C\$45.00	C\$0.00	C\$179.35	C\$179.35
2.2.3	ARENA	M³	2.3	C\$550.00	C\$0.00	C\$1,265.00	C\$0.00	C\$1,265.00
2.2.4	CEMENTO	C/U	31	C\$340.00	C\$0.00	C\$10,540.00	C\$0.00	C\$10,540.00

2.2 .5	GRAVA	M³	3.4	C\$850.00	C\$0.00	C\$2,890.00	C\$0.00	C\$2,890.00
2.2 .6	AGUA	LTS	718.00	C\$3.00	C\$0.00	C\$2,154.00	C\$0.00	C\$2,154.00
2.2 .7	ACERO, VARILLA #3	QQ	5.50	C\$1,480.00	C\$2.86	C\$8,140.00	C\$15.73	C\$8,155.73
2.2 .8	ALAMBRE DE AMARRE	LB	28	C\$22.00	C\$0.00	C\$616.00	C\$0.00	C\$616.00
2.2 .9	REPELLO CORRIENTE	M2	23.69	C\$78.50	C\$0.00	C\$1,859.67	C\$0.00	C\$1,859.67
2.2 .10	REPELLO FINO	M2	23.69	C\$91.00	C\$0.00	C\$2,155.79	C\$0.00	C\$2,155.79
33 0- 00	RED DE DISTRIBUCION			C\$7,704	C\$169	C\$390,478	C\$408,860	C\$799,337.87
1	EXCAVACION PARA TUBERIA							
1.1	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA EN TERRENO NATURAL, ANCHO DE 0.50M Y 1M DE PROFUNDIDAD	M³	2687.335	C\$0.00	C\$120.00	C\$0.00	C\$322,480.20	C\$322,480.20
4	RELLENO Y COMPACTACION							
4.1	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	2687.335	C\$0.00	C\$23.81	C\$0.00	C\$63,985.45	C\$63,985.45
9	TUBERIA DE "1 1/2" DE DIAMETRO							
9.1	TUBERIA DE PVC Diám.=1 1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	C/U	895.78	C\$380.00	C\$25.00	C\$340,395.77	C\$22,394.46	C\$362,790.23
25	VALVULAS Y ACCESORIOS							
25. 1	VALVULA YEE PVC DE 1 1/2"	C/U	2	C\$35.00	C\$0.00	C\$70.00	C\$0.00	C\$70.00
25. 2	INJERTOS DE TUBOS DOBLES A ESCUADRA DE 45	C/U	1	C\$95.00		C\$95.00	C\$0.00	C\$95.00
25. 3	VALVULA TEE PVC DE 1 1/2"	C/U	2	C\$32.00	C\$0.00	C\$64.00	C\$0.00	C\$64.00
25. 4	CODO PVC DE 1 1/2" X 45°	C/U	3	C\$29.00	C\$0.00	C\$87.00	C\$0.00	C\$87.00
25. 5	VALVULA DE LIMPIEZA DE 1 1/2"	C/U	7	C\$7,100.00	C\$0.00	C\$49,700.00	C\$0.00	C\$49,700.00
25. 6	CODO PVC DE 1 1/2" X 90°	C/U	2	C\$33.00	C\$0.00	C\$66.00	C\$0.00	C\$66.00
37 0- 00	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA			C\$0	C\$10	C\$0	C\$6,000	C\$6,000.00
	LIMPIEZA FINAL	M²						
	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M²	600	C\$0.00	C\$10.00	C\$0.00	C\$6,000	C\$6,000.00

Anexo 10 Proyecto



Descripción: Aplicación de encuestas



Descripción: Recolección de muestras



Descripción: Recolección de muestras



Descripción: Aplicación de encuestas



Descripción: Toma de muestras de agua



Descripción: Visita al sitio de proyecto

5.18. Planos

“Diseño De Un Mini Acueducto Por Gravedad (MAG) En El Sector De Los Desmovilizados, Comunidad El Diamante-San Rafael Del Norte, Jinotega”

Indice de planos

Plano 1 Macro y micro localizacion

Plano 2 Curvas de nivel

Plano 3 Sistema de agua

Plano 4 Obra de captacion

Plano 5 Detalle caseta de mantenimiento para fuente de captación

Plano 6 Detalle caseta de mantenimiento para fuente de captación

Plano 7 Tanque de almacenamiento detalle de cimentaciones

Plano 8 Tanque de almacenamiento

Plano 9 Tanque de almacenamiento detalle de tapadera