



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

Monografía

**“DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD EN LA COMUNIDAD LAS  
LOMITAS, MUNICIPIO DE JALAPA.”**

Para optar al Título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Br. Cristhiam Eduardo Rodríguez Núñez

Br. Katerine Nineth Figueroa Sánchez

**Tutor**

M.sc. Ing. Henry Eduardo Loaisiga

Managua, Septiembre 2022



## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios, por el cual permitirme de llegar hasta donde estoy, a mi familia, pero en especial a mis padres por apoyarme siempre a impulsarme y luchar conmigo para alcanzar mi meta por ser mi pilar y mi inspiración, a mi hija por ser mi motivo de superación y el cual me da la fuerza a seguir siempre luchando para dar un buen futuro.

## **DEDICATORIA**

Primero a Dios que me ha llevado por el buen camino y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia, pero en especial dedico con todo mi corazón mi tesis a mi MADRE, pues sin ella no lo habría logrado, gracias a su apoyo incondicional y motivación contante. No hay palabras suficientes para agradecer todo lo que ha hecho por mi durante toda mi vida y ayudarme siempre a conseguir cualquier meta que me proponga, por ser mi ejemplo de superación a seguir y siempre impulsarme a ser mejor, sin ella este logro no hubiese sido posible.

A mis maestros que creyeron en mí, desde preescolar, primaria, secundaria y universidad, gracias. A mis compañeros y amigos que siempre me apoyaron brindándome sus conocimientos y ayudándome a ser mejor cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a Dios por la salud que nos dio, la fuerza y el entusiasmo a los docentes de la universidad, a los amigos compañeros de clases y a la misma universidad por brindarnos el cupo para estudiar en ella y ser un profesional de éxito.

A la alcaldía municipal de **Jalapa, Nueva Segovia** por apoyarnos en todo lo necesario para realizar nuestra monografía.

Gracia una vez más a docentes y a nuestro tutor de monografía que siempre estuvo atento a nuestras consultas **Ms.c Henry Eduardo Loaisiga**.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La finalidad de este presente documento es realizar el diseño de un sistema de agua potable, que brinde un servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, para la comunidad Las Lomitas, del municipio de Jalapa, Nueva Segovia.

Los parámetros de diseño se definieron de acuerdo con la información básica obtenida de las siguientes actividades previas realizadas en el área contemplada por el proyecto:

- **Encuesta Socioeconómica**
- **Recopilación de Información**
- **Levantamiento Topográfico**

La comunidad en estudio presenta características de dispersión y concentración de su población, abasteciéndose actualmente de agua de pozos excavados a mano y otros métodos de abastecimiento con altos riesgos de contaminación; por lo que actualmente demanda dicha población un sistema de aprovisionamiento de agua que les garantice la salud de sus habitantes.

De acuerdo con los resultados del estudio socioeconómico que se realizaron casa a casa en la comunidad, cada una de las personas proporcionó la información necesaria para la elaboración de este documento. Otro aspecto importante para la ejecución de dicho proyecto es que sus pobladores están dispuestos a participar en las actividades para su realización y garantizar la sostenibilidad de este una vez ejecutado; así como también fortalecer la participación comunitaria, promoción comunal y educación sanitaria.

Según las características topográficas del sitio y la ubicación de la obra de captación se determinó que la conducción del sistema se realice por gravedad.

El presente documento fue estructurado en los siguientes capítulos:

### **Capítulo I. Aspectos generales**

Se dan a conocer los aspectos metodológicos de la investigación como es la introducción a la problemática actual de la zona en estudio, sus antecedentes, la justificación y el planteamiento del problema, los objetivos necesarios para darle solución y las estrategias teóricas para darle salida a los objetivos.

### **Capítulo II. Descripción del área de estudio**

En este capítulo se presentan las generalidades y características del municipio socio económicas, así como también su relieve y climatología.

### **Capítulo III. Marco Teórico**

Contiene información de los estudios fisicoquímicos, bacteriológicos y de caudal, realizados a la fuente de abastecimiento, la proyección geométrica de la población beneficiada y la demanda.

N

### **Capítulo IV. Diseño Metodológico**

Se describen las metodologías de diseño de cada uno de los elementos hidráulicos para el funcionamiento del sistema, donde se detalla de forma general cada una de las redes, ubicación de la fuente y tanque de almacenamiento.

### **Capítulo V. Cálculos y Análisis de Resultados**

En este capítulo se presentan detalladamente los pasos de los cálculos y resultados obtenidos tanto para los estudios básicos como el diseño hidráulico y los correspondientes planos de la red.

## **Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones**

En este capítulo se detallan los aspectos importantes a considerar con este estudio.

## **Anexos**

Contiene información complementaria de los capítulos anteriores



# ÍNDICE GENERAL

## CAPÍTULO I

### Aspectos generales

1.1	Introducción .....	1
1.2	Antecedentes .....	2
1.3	Justificación .....	3
1.4	Objetivos .....	4

## CAPÍTULO II

### Descripcion del sitio

2.1	Descripción del sitio .....	5
2.1.1	Aspectos Políticos .....	7
2.1.2	Topografía .....	8
2.1.3	Recursos Hídricos .....	9
2.1.4	Climatología .....	9
2.1.5	Vías de comunicación y transporte .....	10
2.1.6	Servicios Públicos .....	10
2.1.7	Población .....	14
2.1.8	Aspectos Económicos .....	15

## CAPÍTULO III

### Diseño metodológico

3.1	Inspección física de la ubicación del área en estudio .....	16
3.2	Estudio socioeconómico.....	16
3.3	Levantamiento topográfico.....	16
3.4	Nivel de servicio y cobertura .....	17

3.5 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.....	17
3.6 Elaboración de planos.....	17
3.7 Especificaciones técnicas .....	17
3.8 Estimación de costos y presupuesto.....	17

## **CAPITULO IV**

### **Marco teórico**

4.1 Marco teórico .....	18
4.1.1 Estudio socio económico.....	18
4.2 Procesos de tratamiento y desinfección de la fuente.....	22
4.3 Estudio topográfico .....	24
4.4 Parámetros de Diseño.....	24
4.5 Obras de Captación .....	32
4.6 Línea de conducción .....	32
4.7 Tanque de almacenamiento.....	32
4.8 Red de distribución.....	33
4.9 Tanque de almacenamiento.....	36
4.10 Red de Distribución.....	38
4.11 Costo y Presupuesto.....	41

## **CAPITULO V**

### **Cálculos y resultados**

5.2 Cálculos y Estudios básicos de diseño .....	68
5.3 Población beneficiaria del proyecto.....	71
5.4 Caudal de diseño y consumo .....	71
5.5 Diseño Hidráulico .....	75
<b>5.5.1 Conceptualización del Proyecto.....</b>	<b>75</b>

5.5.2 Obra de Captación.....	76
5.5.3 Línea de conducción.....	89
5.5.4 Tanque de almacenamiento .....	99
5.5.5 Red de Distribución hidráulica .....	100
5.5.6 Determinación de los caudales nodales .....	100
5.6 Costo total del proyecto.....	126
5.6.1 Costo de operación y mantenimiento .....	127
Gastos de Hipoclorito de calcio .....	127
5.6.2 Gastos Administrativos .....	128
5.6.3 Costos de Mantenimiento .....	128
5.6.9 Tarifa de agua potable.....	130
<b>5.7Actividades preliminares .....</b>	<b>132</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	
6.1 Conclusiones.....	158
6.2 Recomendaciones .....	159
<b>Bibliografía .....</b>	<b>160</b>
<b>ANEXOS</b>	

## **CONTENIDO DE TABLAS**

### **CAPÍTULO III**

Tabla No. 1:	Parámetros bacteriológicos
Tabla No. 2:	Parámetros físico – químicos
Tabla No. 3:	Niveles mínimos de calidad exigibles de acuerdo con la categoría de uso a que se destinen
Tabla No. 4:	Parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección
Tabla No. 5:	Dotaciones de agua
Tabla No. 6:	Periodos de Diseño
Tabla No. 7:	Coefficiente de rugosidad (C) de Hazen –Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos

### **CAPÍTULO V**

Tabla No. 8:	Resultados de aforo
Tabla No. 9:	Población y consumo por año
Tabla No. 10:	Presiones de trabajo en tubería PVC
Tabla No. 11:	Resumen tuberías línea de conducción
Tabla No. 11:	Estado de los nudos línea de conducción
Tabla No. 12:	Resultados caudales nodales línea de distribución
Tabla No. 13:	Estado de las líneas red de distribución
Tabla No. 14:	Distribución accesorios del sistema
Tabla No. 15:	Resumen costo del proyecto
Tabla No. 16:	Costos de operación y mantenimiento

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO V

- Gráfico No. 1: Adquisición de la vivienda, en comunidad
- Gráfico No. 2: Tipo de materiales utilizados en paredes de las viviendas
- Gráfico No. 3: Tipo de piso de la vivienda
- Gráfico No. 4: Tipo de techo de la vivienda
- Gráfico No. 5: Estado actual de la vivienda
- 
- Gráfico No.6: Lugar de trabajo de las personas beneficiarias
- Gráfico No. 7: Ingresos mensuales (en córdobas) de familias beneficiarias
- 
- Gráfico No. 8: Actividad económica por familias beneficiarias
- Gráfico No. 9: Principales cultivos por familias beneficiarias
- Gráfico No. 10: Animales domésticos por familias beneficiarias
- 
- Gráfico No. 11: Animales domésticos por familias beneficiarias
- Gráfico No. 12: Consumo agua potable animales domésticos
- Gráfico No. 13: Disponibilidad del Servicio de Agua en beneficiarios del proyecto
- 
- Gráfico No. 14: Quienes transportan el agua a la vivienda
- Gráfico No. 15: Viajes diarios para transportar agua
- Gráfico No. 16: Tipos de recipientes de almacenamiento
- Gráfico No. 17: Calidad del agua en beneficiarios del proyecto
- Gráfico No. 18: Conocimiento de agua potable
- Gráfico No. 19: Necesidad del agua potable
- Gráfico No. 20: Niveles organizativos en beneficiarios
- Gráfico No. 21: Tipos de enfermedades en beneficiarios
- Gráfico No. 22: Proyección Caudal Máximo Diario en 20 años

## **CONTENIDO DE MAPAS**

### **CAPÍTULO II**

Mapa No. 1: Ubicación del Municipio de Jalapa en el departamento

Mapa No. 2: Microrregiones del Municipio

### **CAPÍTULO V**

Mapa No. 3: Ubicación de la fuente que alimenta la obra de captación

## **CONTENIDO DE ILUSTRACIONES**

### **CAPÍTULO V**

Ilustración No. 1: Aforo de fuente

## ACRÓNIMOS

AMUNIC:	Asociación de Municipios de Nicaragua
CAPRE:	Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
ENACAL:	Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados
FISE:	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA:	Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados
INAFOR:	Instituto Nacional Forestal
INEC:	Instituto nacional de estadísticas y censos.
INIDE:	instituto Nacional de Información de Desarrollo
INETER:	Instituto Nacional de Estadísticas Territoriales
INIFOM:	Instituto Nicaragüense de Fomento
MABE:	Mini acueducto por bombeo eléctrico
MAGFOR:	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA:	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
MIFAMILIA:	Ministerio de la familia
MINED:	Ministerio de Educación
MINSA:	Ministerio de Salud
MTI:	Ministerio de Transporte e Infraestructura
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONGs:	Organizaciones no Gubernamentales
As:	Arsénico
°C:	Grados Celsius
Ca:	Calcio
CaCO <sub>3</sub> :	Carbonato de calcio
CO <sub>3</sub> :	Carbonatos

Cl:	Cloruros
E. Coli:	Escherichia coli
Fe 2+:	Hierro total
g.p.p.d:	Galones por persona por día
H°.G°	Hierro galvanizado
H°.F°	Hierro fundido
HCO <sub>3</sub> :	Bicarbonatos
Km:	Kilómetros
lppd:	Litros por persona por día
lps:	Litros por segundo
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
m.c.a:	Metros de columna de agua
ml:	Mililitros
mg/l:	Miligramos por litro
m:	Metros
mm:	Milímetros
Mg:	Magnesio
m/s:	Metros por segundo
NMP:	Número más probable
n:	Número de años que comprende el período de diseño
NO <sub>3</sub> :	Nitratos
NO <sub>2</sub> :	Nitritos



pH:	Potencial de Hidrógeno
Pt-Co:	Escala de color
P <sub>n</sub> :	Población del año “n”
P <sub>o</sub> :	Población al inicio del período de diseño
PVC:	Polivinilo de Cloruro
r:	Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.
UNT:	Unidades de turbidez
VMA:	Valores Máximos Admisibles
μs/cm:	Conductividad Eléctrica
μg/L:	Microgramos por litro

# CAPÍTULO I

## Aspectos Generales

## **1.1 Introducción**

A través del tiempo, en Nicaragua han apoyado, muchos organismos a comunidades rurales con sistemas de agua potable sencillos; sin embargo, no apoyaron a aquellas comunidades que necesitaban de una mayor tecnología, como es el caso de la comunidad Las Lomitas, municipio de Jalapa, **(ver Mapa 1, pág. 6)** que necesitaban mayores recursos económicos para lograr tan necesario proyecto.

Por tal razón, la comunidad Las Lomitas del municipio de Jalapa, será objeto de un estudio técnico, social y económico, para la ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua potable, a través de un mini acueducto por gravedad (MAG). El estudio se elaborará en base a las investigaciones realizadas en dicha comunidad.

Con el diseño de esta red de agua potable se pretende dar respuesta a la demanda planteada por los pobladores de la comunidad a beneficiar, además de incrementar en la comunidad, las capacidades de gestión, ejecución, operación, mantenimiento y administración del sistema de agua potable para lograr la sostenibilidad del mismo, también el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores.

## **1.2 Antecedentes**

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que los gobiernos en conjunto con ONG's y las comunidades han unido esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable en las comunidades, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

La distribución de la comunidad tiene rasgos rurales, está formada por un total de 70 viviendas, además, ubicadas a lo largo de 3 kilómetros. Su relieve es variado, presentando alturas sobre el nivel del mar desde 600 msnm hasta 1500 msnm.

La población utiliza actualmente como fuente de abastecimiento un pozo artesanal, el cual se encuentra en condiciones sanitarias inadecuadas, (**ver anexos, pág. I**) es un sistema rústico muy deteriorado, sin ninguna protección higiénica, lo que provoca que el agua que se consume actualmente no sea potable. Dicho lo anterior se propondrá una nueva fuente de agua superficial llamada río La Estancia, la cual se harán estudios físico químicos y bacteriológicos para determinar el grado potabilidad del agua de consumo, así también, se diseñarán los diferentes componentes de la red para su adecuado funcionamiento.

### **1.3 Justificación**

El acceso al abastamiento de agua potable, es un factor que influye en mejorar la calidad de vida en todos los aspectos y edades de la población, sobre todo en los niños, embarazadas y adultos mayores. En la Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud (ENDESA), se averiguó que la fuente de agua que disponían en los hogares, a como se esperaba, la prevalencia de diarrea, fue mayor en los niños que obtienen agua de fuente de mala calidad.

Debido a la falta de tratamiento en el manantial, el agua que consumen los pobladores, actualmente no está en condiciones de máxima potabilidad, así que la única fuente viable para consumo básico es una posible solución al problema, captándola debidamente y darle la protección necesaria. (Alcaldía de Jalapa, 2017).

La fuente que abastece a la comunidad se agota y los pobladores caminan 1 km para realizar labores de lavandería en la quebrada la estancia el agua para tomar la adquieren con vecinos aledaños que han construido pozo de forma artesanal con agua no apta para consumo humano.

Llevando a cabo este proyecto se pretende beneficiar en su totalidad esta comunidad tanto en lo económico como en lo social. Mejorando la calidad de vida principalmente las personas más vulnerables como niños, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad debido a la disminución de enfermedades asociadas al consumo de agua de muy mala calidad.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General.**

- ⦿ Diseñar un mini acueducto por gravedad en la comunidad Las Lomitas, municipio de Jalapa.

### **1.4.2 Objetivo Específico.**

- ⦿ Realizar estudio socio–económico en la comunidad.
- ⦿ Evaluar mediante el caudal y calidad del agua las posibles fuentes de abastecimiento.
- ⦿ Efectuar un levantamiento topográfico para conocer las características del terreno.
- ⦿ Dimensionar las obras hidráulicas del sistema (tuberías, tanque de almacenamiento, etc.).
- ⦿ Realizar el análisis hidráulico de la red de distribución mediante el uso del software EPANET.
- ⦿ Estimar los costos directos de ejecución de la obra.

# CAPÍTULO II

Descripción del área de estudio

## 2.1 Descripción del sitio

Comunidad Las Lomas, Municipio de Jalapa; Departamento de Nueva Segovia  
(ver mapa No. 1, pág. 6)

Limites:

- Al norte : Tastasli.
- Al sur : Casa Roja.
- Al este : Casas Viejas.
- Al oeste : Tastasli.

La división política del municipio está conformada por 5 micro regiones, cada micro región cuenta con diversas comunidades, el municipio está distribuido en 99 comunidades y 12 sectores que conforman el casco urbano (ver mapa No. 2, pág. 7).

1. Micro región Central
2. Micro región Norte
3. Micro región Sur
4. Micro región Sureste
5. Micro región Noreste

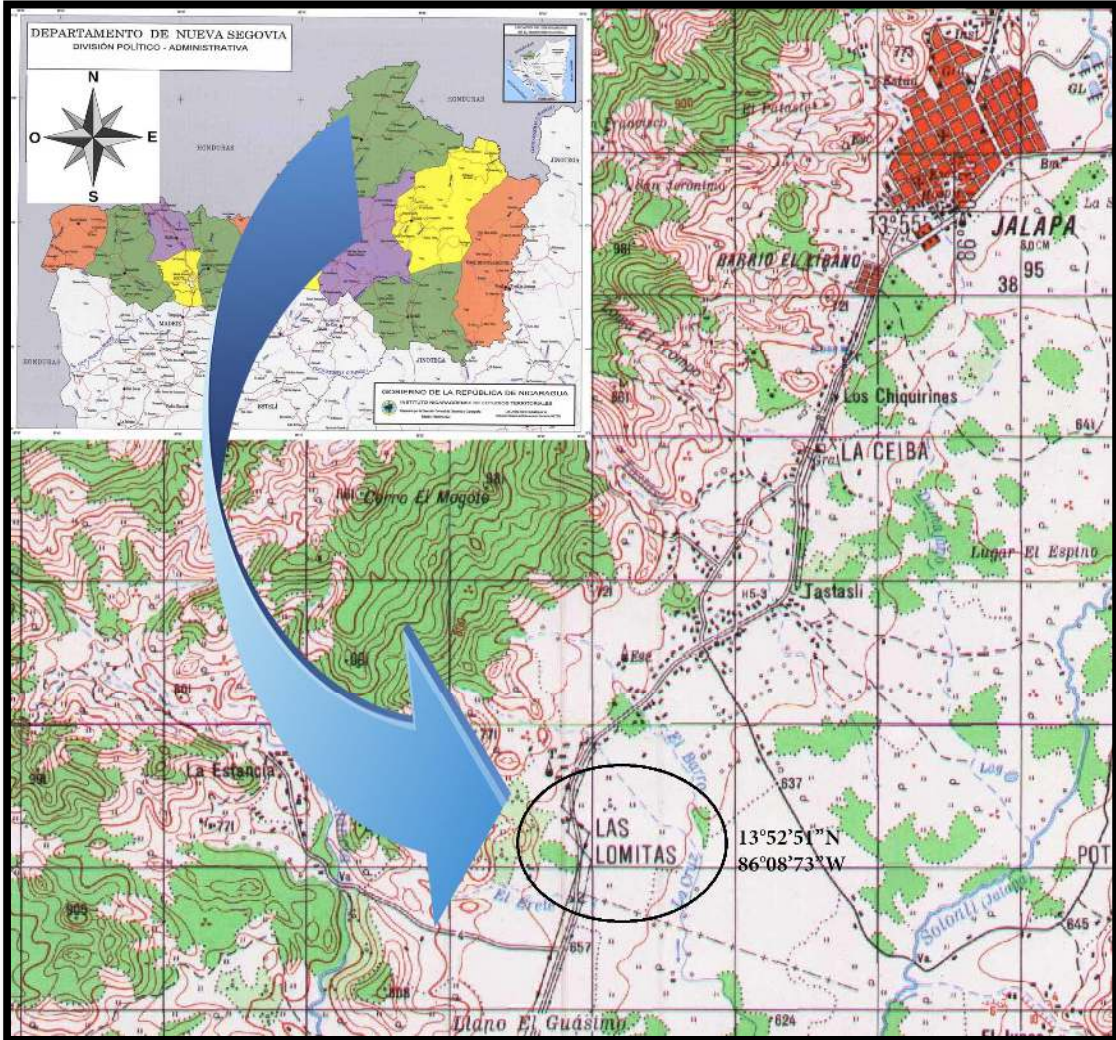
Fue fundado en 1752 tiene una extensión territorial de 154 km<sup>2</sup> la cual corresponde al octavo lugar entre los doce municipios del departamento. Se encuentra entre las coordenadas 13° 55' latitud norte y 86° 07' longitud oeste y entre 600 y 1500 metros sobre el nivel del mar.

Según la caracterización municipal elaborada por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE 2013, está a una distancia de 300 km de Managua y 70 kilómetros al noreste de la ciudad de Ocotal.



## Mapa No.1

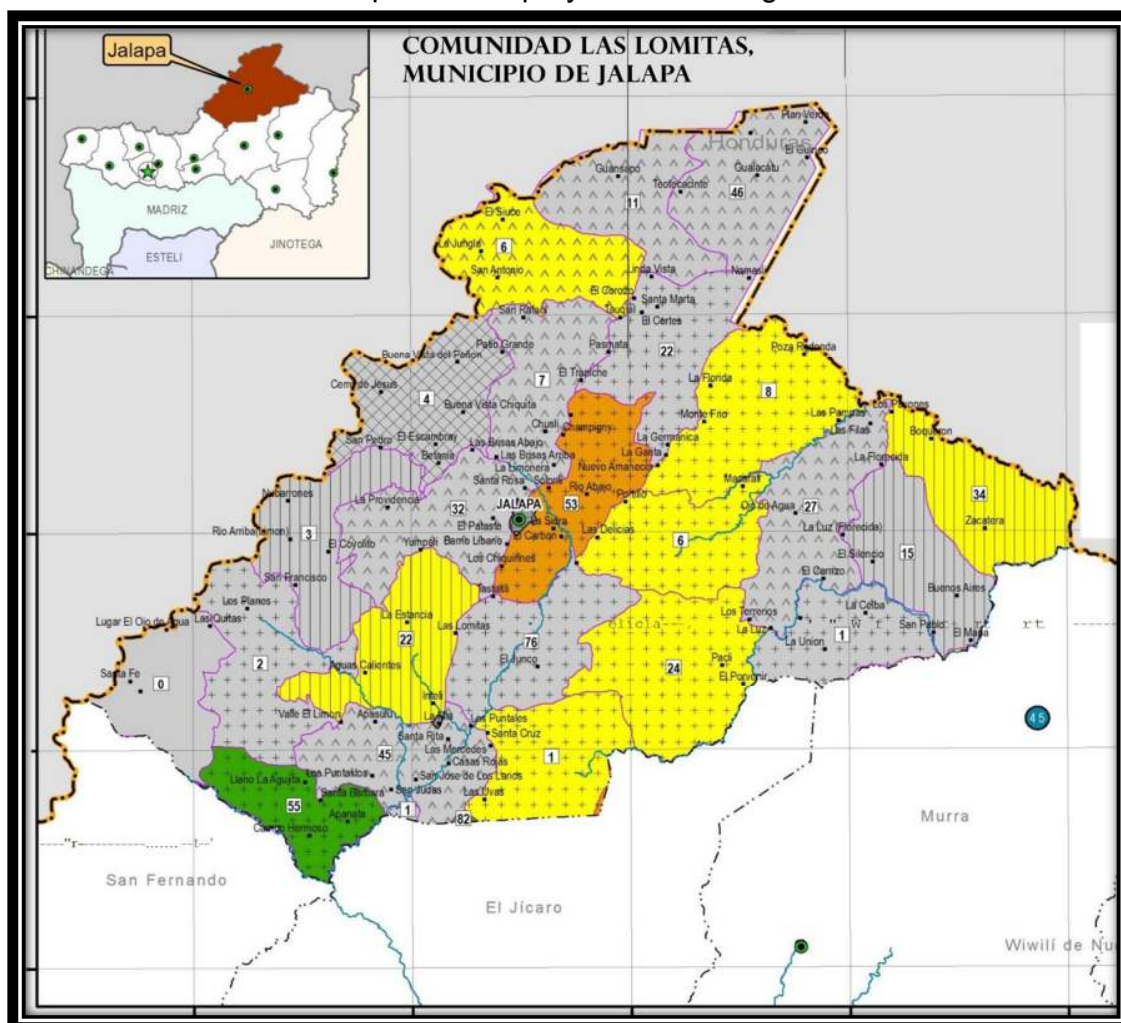
Ubicación del proyecto, Municipio de Jalapa, Comunidad Las Lomitas



Elaboración: Sustentantes

## Mapa No. 2

### Municipio de Jalapa y sus Microrregiones.



*Fuente: Imágenes INIDE, IV Censo Nacional Agropecuario. Mayo 2013.*

### 2.1.1 Aspectos Políticos

Entre las representaciones de entidades del gobierno central: Ministerios y Entes Autónomos, con presencia en el municipio están:

MINSA, Ministerio de Educación (MINED), Ministerio de la familia (MIFAMILIA), Juzgado local, Policía Nacional, Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Instituto Nacional Forestal (INAFOR), Fondo de Inversión Social de Emergencia (NUEVO FISE), Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM),

Asociación de Municipios de Nicaragua (AMUNIC), Ministerio de Hacienda y crédito Público, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

El Gobierno Municipal: (representación de partidos políticos y de los ámbitos urbano y rural y por sexo).

Compuesto por 6 miembros propietarios e igual número de suplentes: 2 mujeres y 4 hombres.

### **2.1.2 Topografía**

La comunidad Las Lomitas morfológicamente pertenece a la unidad terrenos del norte, los cuales presentan las elevaciones más altas del país y se caracterizan por poseer un relieve irregular distinguiéndose geformas del tipo montañas escarpadas.

Hacia el oeste del municipio se observa un sector con elevaciones pequeñas entre los 700 y 750 metros sobre el nivel del mar (msnm) y hacia el sector este, las elevaciones son mayores con vegetación abundante que alcanzan hasta los 1200 msnm. La cabecera municipal se encuentra ubicada a 770 msnm lo cual le otorga el sexto puesto entre las poblaciones urbanas del país.

En el área afloran predominantemente rocas metamórficas originadas en el periodo paleozoico, ubicadas en la porción sur y central del municipio, así como intrusivo magmático del periodo terciario hacia el norte y noreste colindante con el municipio de Dipilto.

Litológicamente estos intrusivos magmáticos están representados por granito alterado y/o erosionado. Las rocas metamórficas son indiferenciadas con texturas esquistas, observándose además rocas del tipo pizarras verdes. Al suroeste del municipio se encuentran los conglomerados rojos sobre yaciendo discordantemente a las pizarras.

Las principales estructuras tectónicas que afectan el área presentan dirección preferencial hacia el noreste y están constituidas por fallas locales de leve o escasa actividad.

### **2.1.3 Recursos Hídricos**

El sistema hidrológico de la cuenca del valle de Jalapa está referenciado a dos subcuencas principales:

La subcuenca del río Jalapa o Solonlí con un área de drenaje de 230.33 Km<sup>2</sup>, ocupa aproximadamente el 54% del área total de la cuenca del valle (425Km<sup>2</sup>). Presenta una orientación noroeste-suroeste y drena la parte central y sur del valle. En su distribución principal se destacan los siguientes ríos y quebradas: Aguas Calientes, Intelí, Tastaslí, El Erete, El Barro, Agua Galana, Las Uvas, El Arenal, El Chorro, Demajago, La Cruz. La subcuenca del río El Estero, drena un área de 91.22 Km<sup>2</sup>. Tiene forma casi circular y presenta una orientación noreste respecto al poblado de JALAPA. Sus principales afluentes lo constituyen los siguientes ríos y quebradas: Pasmata, Chuslí, El Zopilote, El Trapiche, La Tejera, Tauquil, El Corozo, Payalí. Otros ríos importantes del valle de JALAPA es el Poteca, el cual drena la parte más septentrional del área de estudio y recibe las aguas de los ríos: El Limón, Higuero, El Guineo.

### **2.1.4 Climatología**

El clima del municipio es tropical, el mes más seco es marzo, con 20 mm de lluvia. Con un promedio de 241 mm, la mayor precipitación cae en septiembre. En mayo es el mes más cálido del año. La temperatura promedio 25.4° C. en enero tiene la temperatura promedio más baja del año es de 21.2° C.

Hay una diferencia de 221 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos durante el año, las temperaturas medias varían en 4.2°C

### **2.1.5 Vías de comunicación y transporte**

Jalapa es uno de los municipios más alejados de las áreas más desarrolladas del país, esta situación de lejanía es agravada por el hecho de que, a pesar de ser un territorio productivo muy importante, la entrada y salida de sus productos es únicamente a través de la ruta a Ocotal - Estelí careciendo de vinculación a otras ciudades importantes y relativamente próximas como son Jinotega y Matagalpa.

La única vía de acceso al municipio, la constituye, la carretera Ocotal - Jalapa, con un trecho aproximado de 67 km el cual se encuentra adoquinado y en buen estado, esto facilita la comercialización de los productos de la zona. La red vial rural del municipio se expresa por una vía troncal que corresponde al camino de acceso que llega al territorio desde Ocotal y prosigue hasta Teotecacinte pasando hasta la frontera del vecino país de Honduras, esta es la vía primaria, el resto corresponde a la red de caminos secundarios y terciarios. Algunos carecen de sistema de drenaje pluvial y durante el invierno se erosionan dificultando el transporte automotor.

### **2.1.6 Servicios Públicos**

#### **Energía eléctrica:**

El municipio de Jalapa es abastecido de electricidad por la red interconectada nacional. Las líneas de abastecimiento se conectan a la subestación Santa Clara la que dispone de una capacidad de 5 MVA. En los años 80 esta subestación estaba sub-utilizada a pesar de que mediante ella se abastece a Santa Clara, Jícaro, Quilalí, parte del municipio de Ocotal y JALAPA. En los últimos años se llegó a un acuerdo para abastecer también al municipio hondureño de Trojes con lo cual la subestación está pronta a llegar a su nivel de saturación. Las líneas de transmisión son relativamente antiguas lo cual provoca muchas oscilaciones en la señal suministrada poniendo en riesgo los equipos electrodomésticos de la población.

Tipo	Rural	Urbana	Total
N°. Conexiones domiciliarias	1,684	1,957	3,641
Porcentaje en cuanto a viviendas existentes	21.13%	73.93%	41.12%

Fuente: ENATREL. Mayo 2021.

Según los datos reflejados en la tabla anterior, ENATREL (Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica) cubre el 21.13% con respecto a las casas existentes en el área rural, teniendo una cobertura mayor en el área urbana del Municipio del 73.93%; en general en cuanto a conexiones domiciliarias esta empresa sólo abarca el 41.12% con respecto a todas las viviendas existentes en el Municipio de JALAPA.

El alumbrado público cuenta con aproximadamente 145 luminarias de mercurio, localizadas en el área central del casco urbano. Los sistemas se encuentran en regular estado físico, aunque en algunos casos se encuentran al final de su vida útil.

#### **Telecomunicaciones:**

Hasta 1994 el municipio de JALAPA disponía de un sistema telefónico obsoleto consistente en 12 teléfonos remotos dependientes de Ocotol. Los pocos teléfonos instalados en hogares eran atendidos por conmutación manual.

En 1994 se instaló el sistema actual consistente en una central telefónica analógica conectada a la red nacional mediante el sistema de onda portadora con capacidad de 15 canales.

La planta automática central brinda el servicio telefónico a 250 abonados aun cuando su capacidad es para 400 abonados.

Las cuñas libres o disponibles no pueden ser asignadas ya que por la limitación de canales del sistema de onda portadora el acceso a la línea de salida es muy irregular aún para los 250 abonados existentes.

Con relación al servicio de correos, atendido por Correos de Nicaragua, su cobertura se limita al área urbana y funciona diariamente de lunes a viernes enviando y recibiendo correspondencia.

Existen dos emisoras privadas de radio, así como un sistema de antenas parabólicas que distribuye a los hogares que paguen el servicio la señal de TV vía cable.

Existe poca incidencia de los medios nacionales, excepto algunas emisoras de radio y medios de prensa escrito que llegan al municipio diariamente.

#### **Agua potable y Alcantarillado:**

Las fuentes de agua potable y para riego del municipio son de dos tipos: superficiales y subterráneas. Generalmente tanto las aguas subterráneas como las superficiales son abundantes.

El municipio cuenta con varias fuentes de agua a través del río Solonlí o Jalapa, río Aguas Calientes y río Estero, además con corrientes de aguas subterráneas como El Rosario. La calidad del agua tanto superficial como subterránea deben cumplir con las normas de la OMS en cuanto a calidad Fisicoquímica (sólidos disueltos), acidez, dureza total y contenido de sales. Generalmente, el agua de fuentes subterráneas es un poco más duras.

En cuanto a la calidad biológica de las aguas, se ha determinado que tanto las subterráneas como las superficiales están contaminadas por heces fecales humanas y por el vertido de aguas mieles de los beneficios de café y arroz, así como por las aguas grises y descargas provenientes de curtiembres y tenerías. Solamente el acueducto de la ciudad de JALAPA, Tastaslí, El Limón y La Mía son tratados con sistema de cloración.

Según datos de CEBADA (centro de base de datos), para 1999 el municipio cuenta con tres redes de abastecimiento de agua potable con un total de 4,765 instalaciones individuales, de las cuales cerca del 80% se encuentran en el casco urbano. Éstas son abastecidas promedio de bombeo eléctrico.

No obstante, la abundancia del recurso, en el área rural el abastecimiento de agua para consumo humano es deficitario. Siendo los mini-acueductos más importantes los de El Limón con 145 conexiones abastecidas por medio de bombeo eléctrico y el de Tastaslí con 140 conexiones abastecidas por gravedad.

De las restantes 98 comunidades rurales solamente 30 poseen pequeños acueductos en los cuales generalmente no se aplica ningún tipo de tratamiento al agua, 17 comunidades se abastecen mediante pozos y los 51 restantes de los ríos.

### **Aguas Residuales**

En su totalidad la comunidad las Lomitas se hace uso de sumideros y letrinas, dado que no existe alcantarillado sanitario.

### **Letrinificación**

Como se dijo con anterioridad la comunidad carece de alcantarillado sanitario lo que se recurre normalmente al sistema de letrinas y frecuentemente al fecalismo al aire libre.

Durante el censo municipal correspondiente al municipio de Jalapa del año 1999 se tomó una muestra de 5,464 viviendas resultando que 1,556 carecen de letrina o inodoro con lo cual el índice de letrinificación era del 71.52%.

### **Salud:**

Según el MINSA-SILAIS Nueva Segovia, el municipio cuenta con 1 centro de salud de cobertura municipal ubicado en el área urbana, en buen estado físico. Dispone de 22 camas y 3 ambulancias de las cuales una se encuentra en mal



estado y dos en buen estado, que hace el traslado de enfermos hacia el hospital del municipio de Ocotal.

### **Educación:**

Conforme las estadísticas del MED, existen 133 centros educativos, con un total de 12,244 alumnos. El sistema educativo local, en sus tres niveles formales, dispone de un total de 274 aulas distribuidas en los tres niveles educativos de la siguiente forma: preescolar 25, primaria 220 y secundaria 29.

Con relación a la infraestructura disponible, en los centros escolares, ésta es precaria, puesto que en su mayoría (área rural) no dispone de condiciones sanitarias adecuadas ni de energía eléctrica. Esto último reduce drásticamente las posibilidades de utilizar las instalaciones para educación de adultos durante la noche.

#### **2.1.7 Población**

Según INIFOM, en su caracterización del Municipio de Jalapa, los primeros datos de población (estadísticas recolectadas) que se tienen de los habitantes del municipio datan desde inicios de siglo, específicamente en el censo levantado en Nicaragua, (1,906), se enumeraron 1,521 habitantes, aumentando en un 22 por ciento su población, cuarenta y cuatro años después (1,950), con 1,962 personas; para posteriormente aumentar su población en aproximadamente dos veces, desde 1,950 hasta 1,995 (3,698 personas).

Considerando la información histórica con que se dispone, es posible observar las bajas tasas de crecimiento poblacional del municipio, lo que podría estar asociado a la alta movilización social de sus habitantes a Honduras y municipios aledaños forzados por los altos niveles de pobreza y marginalización social, falta de oportunidades de empleo para los profesionales oriundos del lugar característico de este municipio.

De acuerdo con datos estadísticos proporcionados por MINSA la fecundidad es de 12.5%, la natalidad de 20.1% (por cada 1000 HAB.) y la mortalidad se registra el deceso de 13 personas en el año 2009.

### **2.1.8 Aspectos Económicos**

La estructura de la economía de JALAPA está basada mayoritariamente en la actividad agropecuaria y forestal. Los sistemas productivos que influyen su economía son los granos básicos, (maíz, arroz, frijol), ganado de doble propósito, café, tabaco, y la explotación de madera. En el casco urbano de JALAPA, se desarrollan unos 515 micros y pequeños negocios de actividades como la pequeña industria artesanal, el pequeño comercio y los servicios que sirven de apoyo logístico a las necesidades de la producción y satisfacen también las necesidades de productos y servicios de la población del municipio.

En 1999 se realizó en Jalapa un estudio hidrológico, además diagnósticos comunitarios de 3 micro regiones como son la micro región central, norte y sur, con el financiamiento de ADESO Las Segovias.

Con el FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia), se realizó en 1998 un Plan de Inversión para financiarlo durante 4 años.

En 1999 en la Alcaldía Municipal de Jalapa con el financiamiento del SNV (Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo) a CEBADA (Centro de Bases de Datos), se realizó un censo de población y vivienda en todas las comunidades del municipio y así actualizar las bases de datos, concernientes a los aspectos de población, vivienda, producción agropecuaria.

# **CAPÍTULO III**

## **Diseño metodológico**

### **3.1 Inspección física de la ubicación del área en estudio**

La inspección del área en estudio es el inicio de las examinaciones, las características, sus componentes y una serie de especificaciones donde se determinará los detalles para la realización del proyecto.

### **3.2 Estudio socioeconómico**

Se realizó un estudio socioeconómico mediante la aplicación de una encuesta basada en los formatos elaborados por el FISE, este fue modificado para adaptarse a la situación actual de la comunidad, esta permitió conocer las características sociales, económicas, culturales, salud y de género de la población beneficiaria.

El estudio socioeconómico en la comunidad se aplicó en el mes de agosto del año 2021 en la comunidad Las Lomitas del municipio de Jalapa, Nueva Segovia.

Este capítulo consta de dos partes, en la primera se hace una sistematización obtenida de fuentes secundarias (documentos oficiales de la municipalidad, entre otras) para caracterizar el municipio de Jalapa. En la segunda parte se presentan los datos encontrados por fuentes primarias y presentados en tablas y gráficos.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la aplicación de entrevistas haciendo uso de la encuesta como técnica (Ver anexo No. 3), con la participación de los pobladores beneficiarios del proyecto, encuestándose un total de 70 (100%) viviendas de las cuales corresponden a hombres (52.93%) y a mujeres (47.07%). (Ver tabla No. 1).

### **3.3 Levantamiento topográfico**

Se realizó un recorrido de campo con el propósito de identificar los lugares de cobertura del proyecto en coordinación con la alcaldía del municipio, realizándose un levantamiento con GPS de las posibles viviendas beneficiadas, obteniendo con ello la cota topográfica.

Posteriormente se procedió a realizar el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, con apoyo de los líderes comunales, mediante la utilización de cinta, estadal y teodolito.

### **3.4 Nivel de servicio y cobertura**

El 100% de la población total de la Comunidad Las Lomitas será servida mediante conexiones domiciliarias.

### **3.5 Análisis y cálculo hidráulico del sistema**

Para realizar el procesamiento y análisis de cálculos hidráulicos como: demanda, dotación de agua, proyección, dimensionamiento de línea de conducción, dimensionamiento del tanque de almacenamiento y el diseño de la red de distribución. Se realizaron apegándose a las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable (NTON, 09 007 -19) y auxiliándose software como: Microsoft Excel, Word, AutoCAD, CivilCad y EPANET.

### **3.6 Elaboración de planos**

Se elaboraron los planos en AutoCAD según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados en EPANET.

### **3.7 Especificaciones técnicas**

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento (NTON 09 007-19) Y Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

### **3.8 Estimación de costos y presupuesto**

Se realizó el presupuesto por etapa, calculando las cantidades de cada una de las actividades propuestas. Se hicieron memorias de cálculo utilizando el software Microsoft Excel para realizar la estimación de costo (Take off), para materiales y equipos a utilizar. La estimación de los costos de construcción en referencia a precios actualizados del mercado actual y local.

# **CAPITULO IV**

## **Marco teórico**

## **4.1 Marco teórico**

### **4.1.1 Estudio socio económico**

Es un documento que permite conocer el entorno económico y social de una persona en particular o una población, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios de una persona investigada o un conglomerado, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno familiar y social. y nos sirve para poder conocer el ambiente en el cual está inmerso.

Para tal fin fue necesario aplicar una encuesta conteniendo los siguientes datos:

- **Datos censales.**  
Cantidad de personas.
- **Vivienda.**  
Adquisición y condiciones.
- **Situación de salud de las familias**  
Enfermedades padecidas recientemente.
- **Situación económica de las familias.**  
Lugar de trabajo, ingresos mensuales, actividades económicas
- **Saneamiento e higiene ambiental**  
Disponibilidad y estado de las letrinas, destino de las aguas servidas.
- **Recursos y servicios de agua.**  
Disponibilidad del servicio de agua y calidad de agua de consumo.
- **Generalidades del proyecto.**  
Conocimiento y capacidad de pago.

- **Niveles de organización comunitaria.**

### **Censo actual de habitantes.**

Este apartado es de vital importancia para el proyectista por que se toman en cuenta los siguientes datos:

- Datos censales de la localidad y la población flotante en el momento de la visita.

De todo este estudio se pudo determinar la cantidad de beneficiarios, los niveles económicos, la organización comunitaria y capacidad de pago por el servicio de agua, lo cual es importante para prever la sostenibilidad del proyecto.

### **Fuentes de Recolección de datos**

#### **Fuentes primarias**

- Reconocimiento del área en estudio
- Cantidad de agua en un determinado tiempo
- Características del agua
- Situación socioeconómica de cada familia beneficiada
- Identificación de las posibles líneas de conducción y distribución del agua.
- Datos y mapas de la zona en estudio.

#### **Fuentes secundarias**

- Consultas a especialistas en la materia (Alcaldía municipio de Jalapa, ENACAL Jalapa- Nueva Segovia).



**ENACAL:** Visita para obtener información sobre diferentes proyectos de agua potable en la zona.

**Alcaldías:** Obtención de datos generales del municipio.

**INETER:** Para obtener mapa topográfico del municipio de Jalapa, comunidad Las Lomitas, Nueva Segovia.

**FISE:** Visita para consultas.

### **Muestra y muestreo de estudio**

#### **Instrumentos de recolección de datos**

- Encuestas socio- económicas a población beneficiada. (Ver anexo 3).
- Resultado de análisis físico- químico y bacteriológico de las fuentes en estudio
- Levantamiento topográfico para la elaboración de línea de conducción, distribución y el almacenamiento.

#### **Métodos para recolección de datos**

- Observación in situ para analizar condiciones de la zona.
- Entrevistas a personas involucradas en el proyecto.
- Selección de información y bibliografía.

## **Herramientas para recolección de datos**

- Mapas de la zona
- Plano topográfico
- GPS (Garmin)
- Equipo para aforo
- Equipo topográfico
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

## **Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento se realizó con los siguientes programas: Excel, Word, AutoCAD y Epanet.

- Procesamiento de datos obtenidos en la encuesta socio- económica en Microsoft Excel.
- Procesamiento de datos obtenidos del aforo a la fuente con el fin de analizarlos.
- Se seleccionó la información recopilada para redacción de este documento.
- Estudio de manuales de programas a utilizar.
- Digitalización de datos de instrumentos topográficos utilizados.
- Identificación de posibles líneas de distribución del agua.
- Obtención de ecuaciones y normas de diseño.
- Análisis de diferencias de niveles en la topografía.
- Análisis de posibles correcciones del sistema.

## **4.2 Procesos de tratamiento y desinfección de la fuente**

### **Filtración gruesa**

La filtración gruesa es un proceso que se realiza en una estructura de material filtrante que lo constituye únicamente la grava de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, contenida en una caja de concreto, junto al filtro lento, con la finalidad de remover la turbiedad excesiva. El sentido del flujo es descendente.

### **Tratamiento por filtración lenta**

La filtración lenta es un proceso de tratamiento del agua, que consiste en hacerla pasar por un lecho de arena en forma descendente o ascendente y a muy baja velocidad. Un filtro lento de flujo descendente consiste en una caja rectangular o circular que contiene un lecho de arena, un lecho de grava, un sistema de drenaje, dispositivos simples de entrada y salida con sus respectivos controles y una cámara de agua tratada para realizar la desinfección.

La utilización de la filtración lenta es apropiada para pequeñas poblaciones, siendo sus principales ventajas:

- ✓ No hay que utilizar productos químicos (excepto cloro para desinfección)
- ✓ Sencillez del diseño, construcción y operación
- ✓ No requiere energía eléctrica.
- ✓ Facilidad de limpieza (no requiere retro lavado).

### **Desarenadores:**

En los casos en que la fuente de abastecimiento de agua sea del tipo superficial, se hace necesaria la instalación de un dispositivo que permita la remoción de la arena y partículas de peso específico similar (2.65), que se encuentran en suspensión en el agua y son arrastradas por ella.

Esta es la función que cumplen los desarenadores, cuyos componentes principales son los siguientes:

- ✓ Dispositivos de entrada y salida que aseguren una distribución uniforme de velocidades en la sección transversal.
- ✓ Volumen útil de agua para la sedimentación de las partículas, con sección transversal suficiente para reducir la velocidad del flujo por debajo de un valor predeterminado, y con longitud adecuada para permitir el asentamiento de las partículas en su trayectoria.
- ✓ Volumen adicional en el fondo, para almacenar las partículas removidas, durante el intervalo entre limpiezas.
- ✓ Dispositivos de limpieza y rebose.

### **Desinfección**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente 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, por sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación.

Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento.

El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

Dependiendo de los resultados obtenidos en el análisis físico- químico y bacteriológico del agua se proponen diferentes tipos de tratamientos que eliminen o reduzcan los valores alterados en dichas pruebas.

#### **4.3 Estudio topográfico**

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En el diseño de un Sistema de Agua Potable, la topografía sirve de guía para determinar las diferencias de alturas en el terreno, la carga por elevación y los niveles de descarga del agua.

#### **4.4 Parámetros de Diseño**

##### **Consumo Doméstico (CD)**

Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que usted hace en su casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes, regar su jardín.

$$CD = Poblacion. \times Dotacion (lppd)$$

##### **Consumo Promedio Diario (CPD)**

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro sus unidades de medida pueden ser: (m<sup>3</sup>/s, gal/min).

$$CPD = CD + Q_{inst} + Q_{com} + Q_{ind}$$

Donde:

$Q_{inst}$ : Consumo institucional

$Q_{com}$ : Consumo comercial

$Q_{ind}$ : Consumo industrial

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

**Nota:**

La comunidad Las Lomitas se caracteriza por ser una población rural dispersa debido a que posee casas de campo separadas unas de las otras.

No se tomó en cuenta el consumo comercial e industrial debido a que en la zona no hay presencia de estas dado que es rural.

**Tabla N°1:** Dotaciones de agua para población rural dispersa

Nivel de servicio	Dotaciones (lppd)
Conexión domiciliar	80
Puestos públicos o unidades sanitarias	30 a 50
Pozos excavados equipados con bomba manual	20 a 30
Pozos perforados equipados con bomba manual	20 a 30
Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

**Fuente:** Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 10.

l.p.p.d: litros por personas por día

**Pérdidas en el sistema ( $Q_f$ )**

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes.

Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15%.

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

## Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

### Consumo Máximo Diario (CMD)

Día de mayor consumo durante el año

$$CMD = 1.5 (CPD) + Q_f$$

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

El CMD servirá para dimensionar la línea de conducción

### Consumo Máximo Horario (CMH)

Día de mayor consumo durante el año

$$CMH = 2.5 (CPD) + Q_f$$

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 12.

El CMH servirá para dimensionar la red de distribución

### Período de diseño:

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar cuáles son los períodos de estos componentes del sistema, deben satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.

- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

En la siguiente tabla se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**Tabla N°2: Períodos de diseño**

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Período de diseño años</b>
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de Bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC)	20
Filtro Grueso Dinámico (FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 13.

### **Presiones máximas y mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento, se recomienda una presión mínima residual en la red principal y una presión máxima y así mismo se permitirán en puntos aislados presiones estáticas cuando el área de servicio sea de relieve irregular, los valores correspondientes serán siguientes:



**Presión Mínima:** 5.00 metros

**Presión Máxima:** 50.0 metros

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

**Tabla N°3:** Coeficiente de rugosidad (C) en la fórmula de Hazen Williams

Material del conducto	C	
	Nuevos	Existentes
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro fundido cubierto (Interior y exteriormente)	130	100
Hierro Galvanizado	130	100

*Fuente:* Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

### **Velocidades permisibles en tuberías**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

**Velocidad mínima = 0.6 m/s**

**Velocidad máxima = 5.0 m/s.**

Normas INAA, (NTON 09 007 19) pág. 29.

### **Cobertura de tuberías**

Para sitios donde las tuberías colocadas en cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 0.70 metro sobre la corona del tubo.

### **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la red de conducción será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde no se vaya a producir un aumento de densidad poblacional considerado, podrá usarse el diámetro mínimo de 1 pulgada y media (37.5 mm) en longitudes no superiores a 100 m.

### **Diseño de tuberías**

El Diseño está definido por la selección del material, diámetro, resistencia y longitud. Para la selección de tubería de H<sup>o</sup>F<sup>o</sup>D<sup>o</sup> véase la Norma ANSI/AWWA C100 o ISO 2531-1991E.

Para la selección de tuberías de asbesto cemento véase las Normas AWWAC401, STANDARD PRACTICE FOR THE SELECTION OF ASBESTO-CEMENT WATER PIPE: La "clase" coincide exactamente con la presión de operación en libras por pulgada cuadrada, también es de uso corriente la Norma 150-R-160-(E) clase 20 de la Serie II de la International Organización for Standardization (ISO). Para PVC véase la Norma ANSI/AWW C900. El material de los conductos estará en función de las características del terreno en su aspecto de sustentación y de agresividad.

### **Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

Estos parámetros permitieron diseñar adecuadamente las obras hidráulicas del sistema las cuales se analizaron utilizando como herramienta el software

**EPANET**, es un software libre que permite la simulación del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Una red de distribución de agua, además de las propias tuberías de conducción, pueden aparecer elementos como nudos, bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

Con **EPANET**, a través de la introducción de datos para cada uno de los elementos, se podrá seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos, y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación.

Aun cuando en el mercado existe una variedad de programas para el cálculo de sistemas de distribución de agua potable, **EPANET** tiene la gran ventaja de que es un programa gratuito que, además, resulta extremadamente fiable para la modelación de sistemas complejos.

Con **EPANET** se podrá calcular el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque, la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red, el tiempo de permanencia del agua en las tuberías, la procedencia del agua en cada punto de la red. ([www.blogdelagua.com/epanet](http://www.blogdelagua.com/epanet))

### **Golpe de ariete**

Consideraciones generales:

Para cumplir con su objetivo las líneas de conducción se diseñan y operan para un régimen de flujo permanente, sin embargo, en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro. Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo.

Cada arranque o paro de bombas o cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea.

La línea se analizó para los efectos de sobrepresión que ocasiona el cierre de una válvula al final de la conducción

### **Celeridad**

Se trabajó con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión, conocida como Celeridad:

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

Donde:

C: celeridad de la onda de presión (m/s)

D: diámetro interno del tubo en (m)

e: espesor de la tubería (m)

K = coeficiente que tiene en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo

Para tubos plásticos o de PVC, K = 33.33

### **Cálculo de la sobrepresión.**

En el caso de una maniobra rápida ( $T < 2L/C$ ), la sobrepresión máxima será:

$$ha = \frac{c * v}{g}$$

ha: Sobre presión (m.c.a)

C: Celeridad (m/s)

V: Velocidad (m/s)

g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

Es la sobrepresión por golpe de ariete en la tubería, esta debe sumarse a la presión estática máxima de la línea de conducción, para seleccionar la cédula de la tubería.

#### **4.5 Obras de Captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos. El tipo de obra a emplearse es en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud.

#### **4.6 Línea de conducción**

Se determina como la línea de tubería constituida por el conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y accesorios que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución.

Las aguas captadas deben de ser conducidas y distribuidas a la población, se pueden transportar por gravedad o bombeo; a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

#### **4.7 Tanque de almacenamiento**

En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínimas para aprovecharla después en las horas de máxima demanda.

Es preferible instalar estos tanques de almacenamiento a una cota tal que esté por encima de cualquier punto o casa a beneficiar. Esto es así, para efectuar la distribución por gravedad. El tanque deberá estar diseñado para suplir la demanda de agua a lo largo del período de diseño, y además ser capaz de sobrellevar cualquier eventualidad que pueda surgir.

### **Funciones.**

1. Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
2. Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
3. Atender situaciones de emergencia, tales como interrupciones en el servicio por daños de tuberías de conducción.

### **4.8 Red de distribución**

Una red de distribución es el conjunto de tuberías llamada también circuitos troncales o maestras y tuberías secundarias o de relleno, que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias; con el fin de proporcionar agua potable suficiente a los usuarios para consumo doméstico, público.

Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal.

### **Resistencia de las tuberías**

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas y las presiones externas de rellenos.

### **Tipos de redes**

Una clasificación de las redes de abastecimiento puede contemplar numerosos puntos de vistas puede analizarse aspectos como el uso final que puede tener el agua, la propia tipología o distribución de la red, la influencia que tiene el sistema

en cuanto a su fuente de suministro. (Valencia, 2003)<sup>1</sup>, dependiendo de la distribución en planta que presenten las redes de distribución de agua pueden ser de tipo ramificada, malladas o mixta.

### **Tipos ramificados**

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que puedan constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos todas estas a partir de una línea principal.

La red abierta puede aplicarse en poblaciones semi-dispersas y dispersas o cuando por razones topográficas o de conformación de la población no es posible un sistema cerrado.

### **Tipos malladas**

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se trata siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

### **Carga hidráulica disponible**

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

### **Sobrepresión o depresión**

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

---

## **Válvulas y estructuras complementarias**

**Válvula de compuerta:** Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco. Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

**Válvula de globo:** El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

**Válvulas de admisión y expulsión de aire:** Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento.

Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

### **Cámara de válvula de aire:**

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.

### **Cámara de válvula de purga:**

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con relieve accidentado, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.



#### **4.9 Tanque de almacenamiento**

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

Se deberá instalar medidores a la salida de los tanques de almacenamiento.

En los sistemas donde existan o se proyecten hidrantes para combatir incendios, se deben almacenar los volúmenes de agua considerando como mínimo 2 horas para enfrentar estas circunstancias.

#### **La Capacidad Mínima Debe estar compuesta por:**

Volumen compensador. Debe compensar las variaciones horarias del consumo.

En este caso se debe almacenar para:

- a. Poblaciones menores de 20000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario más pérdidas (CPD)
- b. Poblaciones mayores de 20000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

**Reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen debe ser igual al 15% del consumo promedio diario (CPD).**

**Reserva para combatir incendios. La reserva para incendio se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.**

#### **4.9.1 Altura y Diámetro del tanque**

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta.

A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales.

Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{vol}{3} * k$$

h: Altura en m.

Vol.: Volumen del tanque/100.

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos

La base del tanque puede ser calculada considerando una sección cuadrada, a través de la ecuación:

$$L = \sqrt{\frac{vol}{h}}$$

Donde:

L: Longitud de tanque (m)

H: altura de tanque (m)

Vol.: Volumen del tanque

**Si el dimensionamiento del tanque es cilíndrico se utilizará la siguiente ecuación:**

Se determina una altura a criterio del Diseñador y se calcula el radio con la siguiente ecuación:

$$r = \sqrt{\frac{v}{\pi * h}} \quad D = 2 * r$$

Donde:

r: radio del circuito de tanque (m).

v: volumen de Diseño (m<sup>3</sup>).

h: altura propuesta (m).

D: diámetro.

#### 4.9.2 Accesorios para tanques

**Tubo de entrada:** El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada.

**Tubería de salida:** El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y debe estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

**Tubería de limpieza:** La tubería de limpia debe tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

**Tubería de rebose:** La tubería de rebose se conecta con descarga libre a la tubería de limpia y sin ser provista de válvula de compuerta, permitiendo la descarga de agua en cualquier momento.

#### 4.10 Red de Distribución

El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño.

Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.

Para el cálculo de las pérdidas se utilizará la fórmula de HAZEN-WILLIAMS:

Que está dada por la siguiente ecuación:

Formula de Hazen Williams

$$hf = 10.675 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85} \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

Donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

L = longitud de tubería (m)

C = coeficiente de rugosidad Hazen-Williams

Ø = diámetro interno de la tubería (m)

hf = pérdidas de carga (m)

#### **4.10.1 Caudales nodales**

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, de entre estos sobresale el método de la longitud unitaria, por su fiabilidad, sencillez y fácil aplicación.

El método consiste en calcular un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red. Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

La expresión característica del método es la siguiente:

$$Q_i = q * L_i$$

Donde:

Q: caudal unitario por metro lineal de tubería (l/s/m)

Q<sub>i</sub>: Caudal en el tramo "i" (l/s).

CMH: Consumo máximo horario (l/s).

L<sub>t</sub>: Longitud total de tubería del proyecto (m).

L<sub>i</sub>: Longitud del tramo "i" (m).

Los caudales nodales resultan de la repartición en partes iguales de los caudales por tramo, a los nudos de sus extremos (el caudal en un nudo será la suma de los Caudales de los tramos medios adyacentes).

$$q = \frac{CMH}{L_t}$$

#### 4.10.2 Cobertura de tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

#### 4.10.3 Accesorios y obras complementarias de la red de distribución

**Válvulas de pase:** Deben espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Son instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y deben ser protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

**Válvulas de limpieza:** Estos dispositivos permiten las descargas de los sedimentos acumulados en las redes, deben instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

### **Válvula reductora de presión y cajas rompe presión:**

Deben diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

### **4.11 Costo y Presupuesto**

(FISE, 2021) Para abordar este tema es necesario tener como base una fuente de información que sea confiable y eficiente, en nuestro país mejor que ninguna otra es la Guía de costos del fondo de inversiones del cual se extrajeron los siguientes conceptos fundamentales:

#### **Presupuesto de Construcción:**

Es el cálculo anticipado a la ejecución, en una fecha dada, del costo de una obra a partir de un diseño técnico y sus especificaciones técnicas de construcción. Este presupuesto se elabora haciendo un seguimiento de cada una de las etapas y subetapas constructivas de la obra.

#### **Costos unitarios:**

Es un sistema de cálculo que permite valorar a partir de rendimientos, obtener el costo de una actividad a realizar por unidad de medida.

#### **Take-off**

Vocablo del idioma inglés utilizado en el lenguaje del sector construcción para definir el cálculo de cantidades de obras de las actividades de un proyecto con sus correspondientes unidades de medida.

Se analizará detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del tipo MAG.

# **CAPITULO V**

## **Cálculos y resultados**

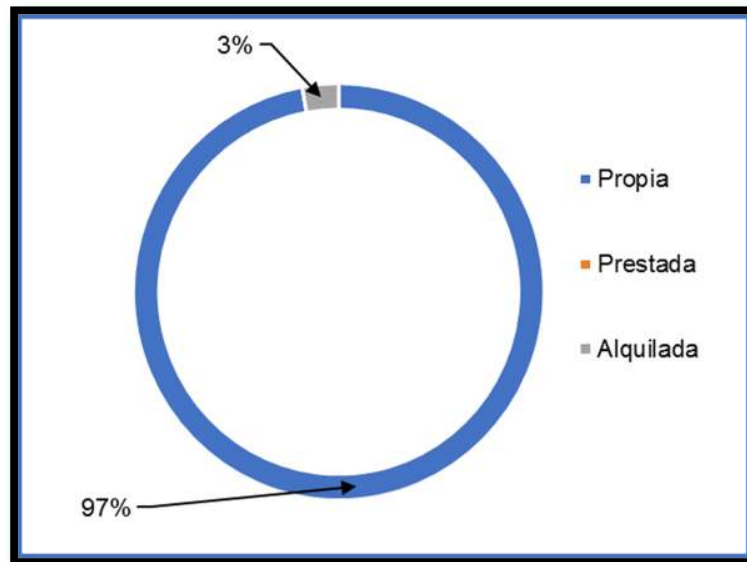
## 5.1 Estudio Socioeconómico

A partir de la información primaria recolectada, se obtuvieron los siguientes resultados:

### Vivienda

De las 70 viviendas sujetas a estudio, se encontró que la mayoría (97%) son propias. El resto que son 2 (3%) se refiere a que son alquiladas (Ver Gráfico No. 1).

Gráfico No. 1



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

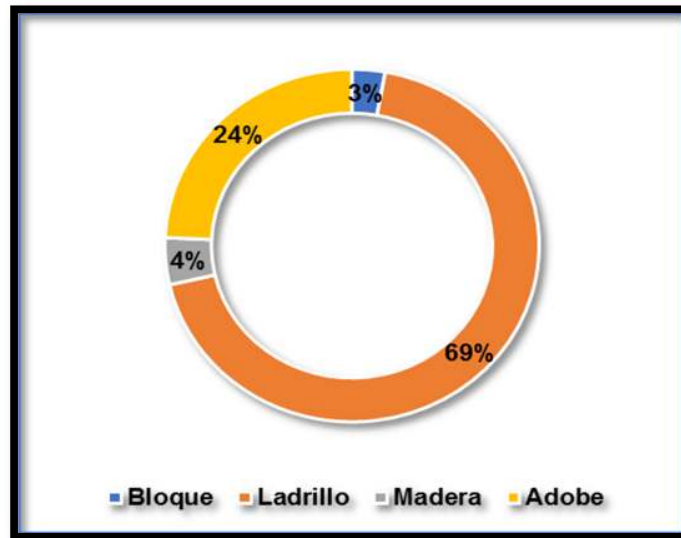
### Condiciones de la vivienda:

#### Paredes

En los materiales utilizados para la construcción de las paredes, se observa en el Gráfico No. 2 que el mayor porcentaje 69% (48 viviendas) tienen paredes de Ladrillo, un 24 % están construidas de adobe, estos dos tipos de materiales son característico en la zona norte del país. en menor escala otros materiales de construcción como la madera (4%) y el bloque (3%). (Ver Gráfico No. 2).



**Gráfico No. 2**

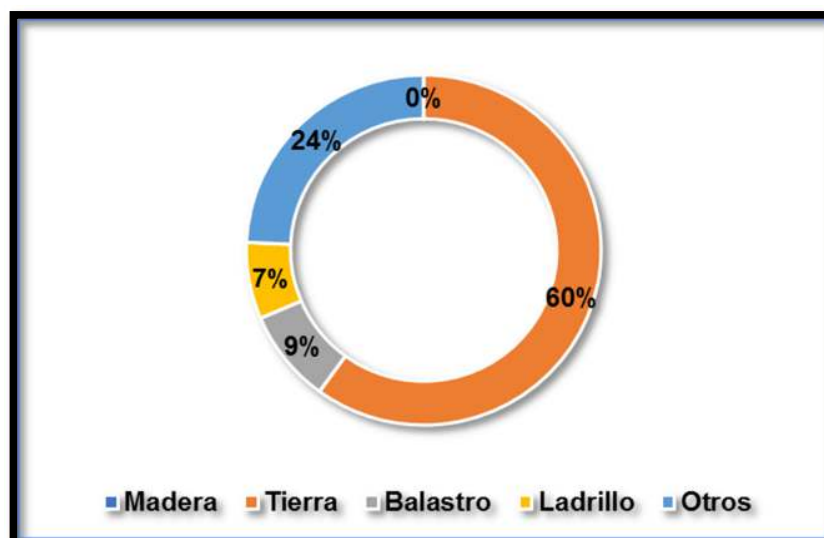


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

### **Pisos**

Entre los materiales utilizados para los pisos de las viviendas beneficiarias del proyecto, predominan los pisos de suelo natural (60 %), el (24%) corresponde a otros, que se refiere a pisos con cascote o embaldosado (Cemento, arena y grava) y en menor porcentaje están los pisos de ladrillo (9%).

**Gráfico No. 3**

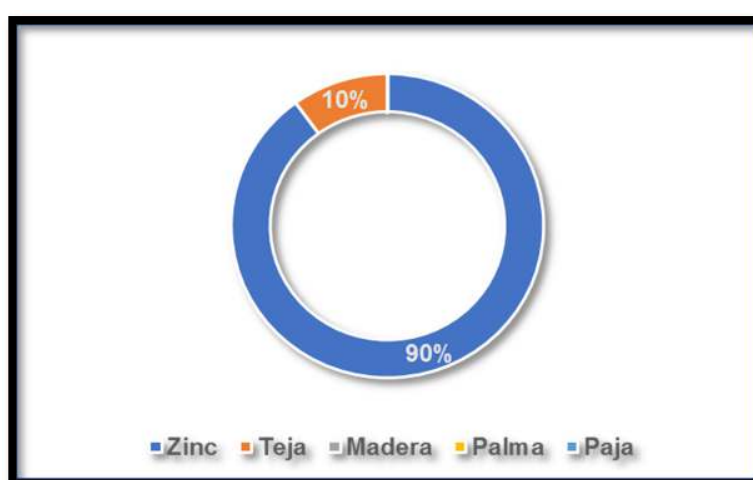


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

## Techos

Dentro de los materiales utilizados para las cubiertas de techo de las viviendas beneficiarias del proyecto, en su mayoría predominan los techos de zinc corrugado (90 %), el (10%) son de tejados, siendo estos materiales los de mayor uso, debido a la mejor opción para cubrirse ante los agentes climáticos, es importante mencionar que madera, palma y paja no tienen uso en la comunidad

**Gráfico No. 4**

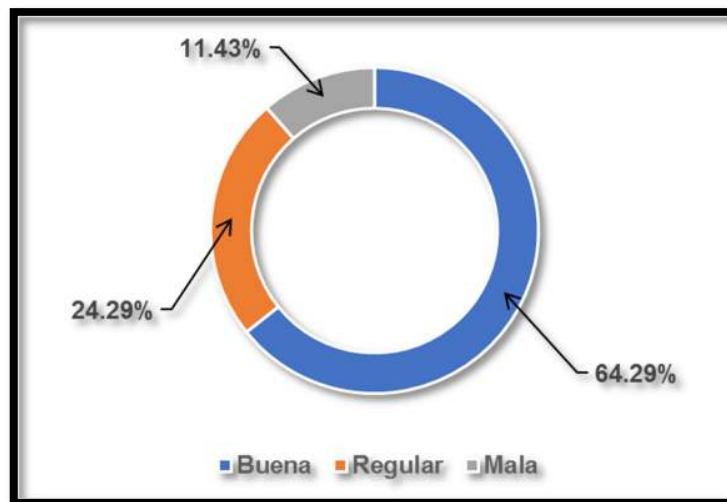


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

## Estado actual de la vivienda

De acuerdo con la información obtenida el estado actual de las viviendas, el (64.29%), que corresponden a la cantidad de (45 viviendas) se puede observar que se encuentran en buen estado, el (11.43%), que corresponde a (8 viviendas), manifiestan que sus viviendas están en mal estado, (Ver gráfico No. 5).

**Gráfico No. 5**



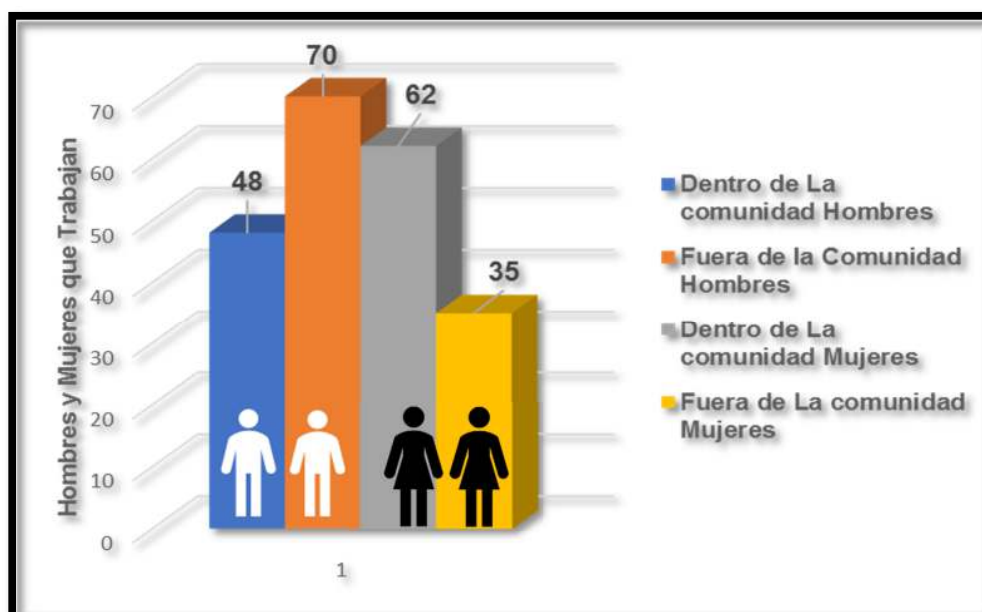
*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

## **Situación económica de las familias**

### **Lugar de trabajo**

De las 244 personas registradas en la encuesta, 215 trabajan, de los cuales 118 (54.88%) son hombres y 97 mujeres (45.12%). Del total de hombres, el 32.56% trabajan fuera de la comunidad, del total de mujeres, el 16.28% trabajan fuera de la comunidad. De esto podríamos concluir que del 100% de hombres que trabajan, el 40.68% trabaja en actividades agrícolas en la comunidad y del 100% de mujeres, el 63.92% se dedica a las actividades del hogar.

**Gráfico No.6**



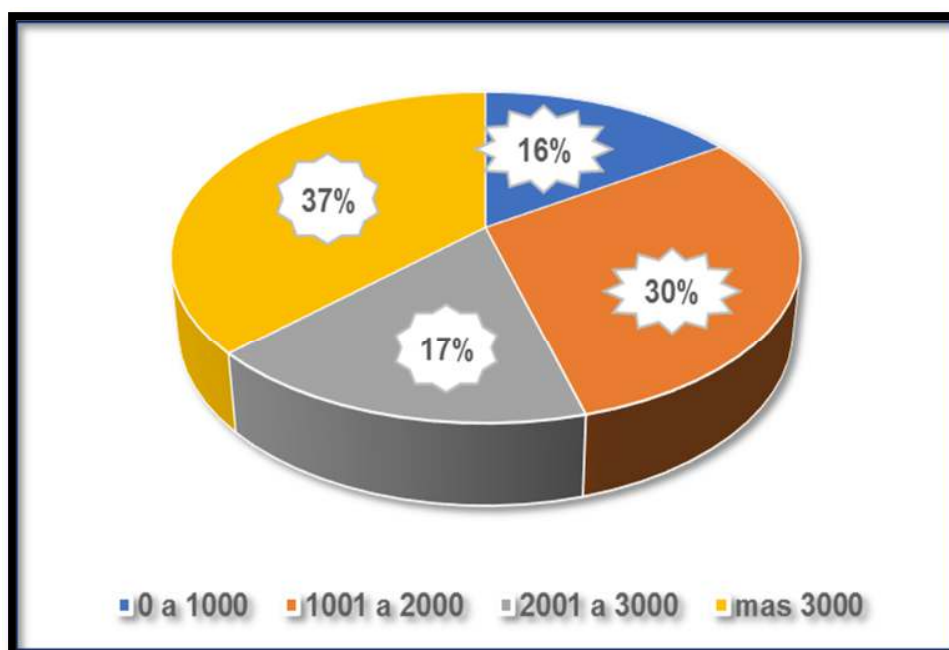
*Fuente: Encuesta Socioeconómica. Agosto 2021*

### **Ingresos mensuales (en córdobas)**

De las 70 viviendas encuestadas, se encontró que el 30% de sus habitantes tiene un ingreso mensual en córdobas entre 1,000 - 2,000. El 37% de esta población tiene ingresos mensuales que superan los tres mil córdobas (C\$3,000.00). Sólo el 33% de sus beneficiarios refiere tener ingresos mensuales por debajo de los dos mil córdobas (C\$2000.00)

Estos resultados permiten conocer que las comunidades beneficiarias del proyecto son de escasos recursos económicos (Ver gráfico No. 7)

**Gráfico No. 7**



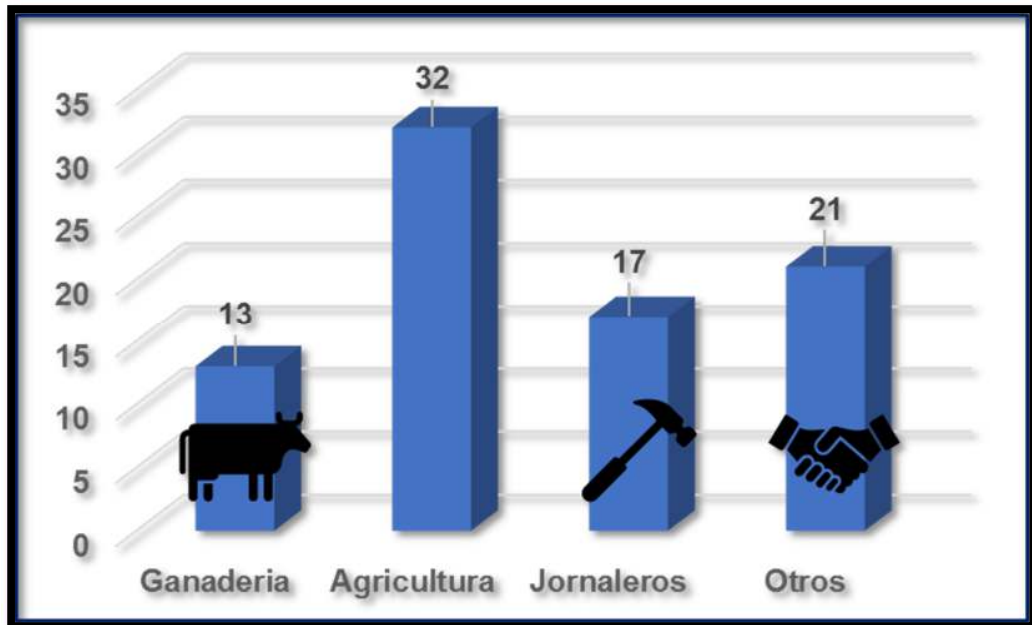
*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

### **Actividad económica de los beneficiarios**

Las actividades económicas de las familias beneficiarias son un aspecto de mucha importancia para el desarrollo de la comunidad, siendo la agricultura la de mayor practica la cual corresponde a 32 viviendas (45.71%) y en un menor porcentaje esta la ganadería 13 viviendas (18.57%).

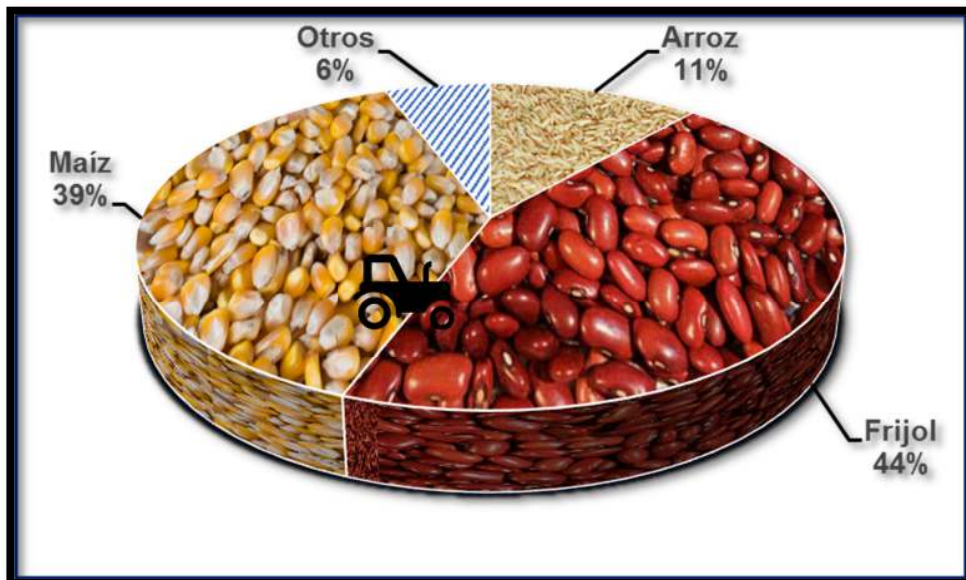
Recalcando a los datos antes mencionados, que la agricultura es la principal actividad desarrollada por los habitantes de la comunidad, (Ver gráfico No. 8), son los cultivos del frijol (44%) y maíz (39%) los más practicados por las familias beneficiarias del proyecto de agua potable. (Ver gráfico No. 9)

**Gráfico No. 8**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

**Gráfico No. 9**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

### **Animales domésticos**

Por inspección personal en el sitio, se observó que en cada una de las viviendas encuestadas había animales domésticos, (ver gráfico No. 10), y corroborando lo antes expuesto en los resultados de las encuestas dan fe de tal hecho, concluyendo de esta manera, de los 104 animales domésticos, la mayoría son aves de corral (65.38%) de las cuales del total 68 (100%) un total de 49 (72%) están sueltas y el resto en corrales. Otro animal de característico dentro de la comunidad que conviven con las familias son los cerdos 36 (100%), 29 se encuentran en corral (80.55%) y el resto permanecen sueltos.

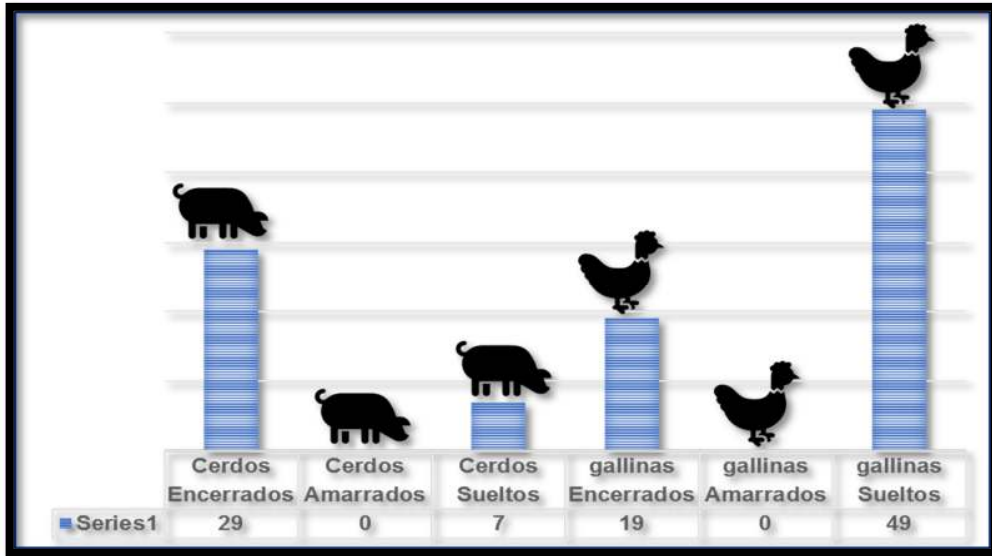
De lo anterior podemos concluir que de al menos hay una gallina por cada vivienda encuestada y que están sueltas y que en la mitad de las viviendas hay un cerdo y que está dentro de un corral. (ver gráfico No. 10).

**Gráfico No. 10**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

**Gráfico No. 11**

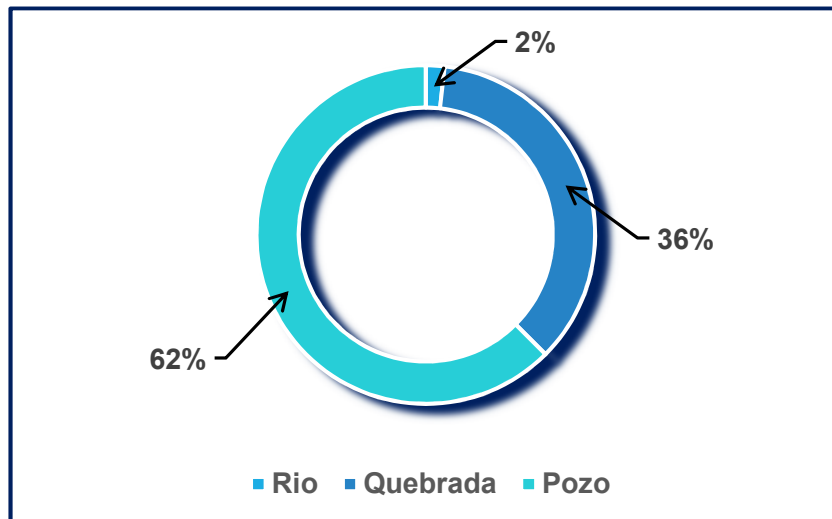


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

**Animales domésticos se abastecen de agua potable**

En el siguiente grafico podemos observar que la mayoría de los animales se abastecen del agua de pozo que acarrean los habitantes de las viviendas, esto aumenta el trabajo de los habitantes por lo que necesitan más agua para el consumo en el hogar.

**Gráfico No. 12**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

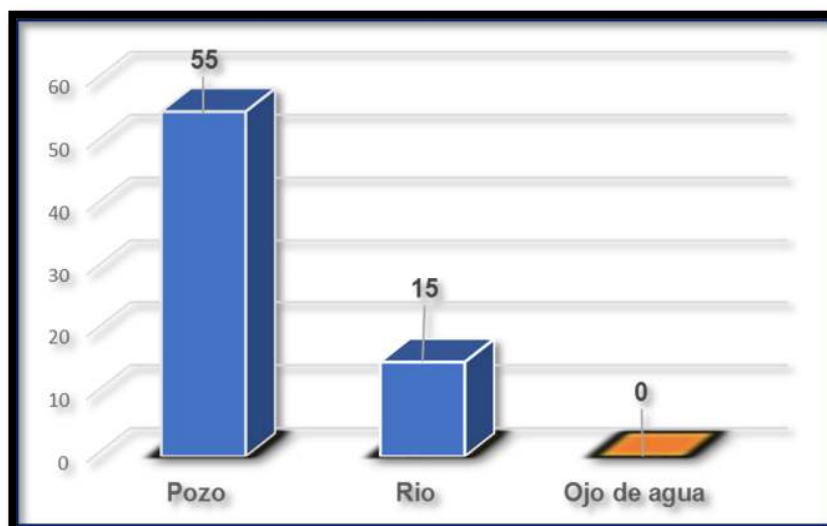


## Recursos y servicios de agua

### Disponibilidad del servicio de agua potable

De las 70 viviendas seleccionadas, que corresponden al (100%), los habitantes manifiestan que no poseen con un servicio de agua potable como tal, no obstante, el vital líquido lo obtienen la mayoría por medio de pozos artesanales excavados manualmente y en ocasiones del Rio La Estancia.

Gráfico No. 13

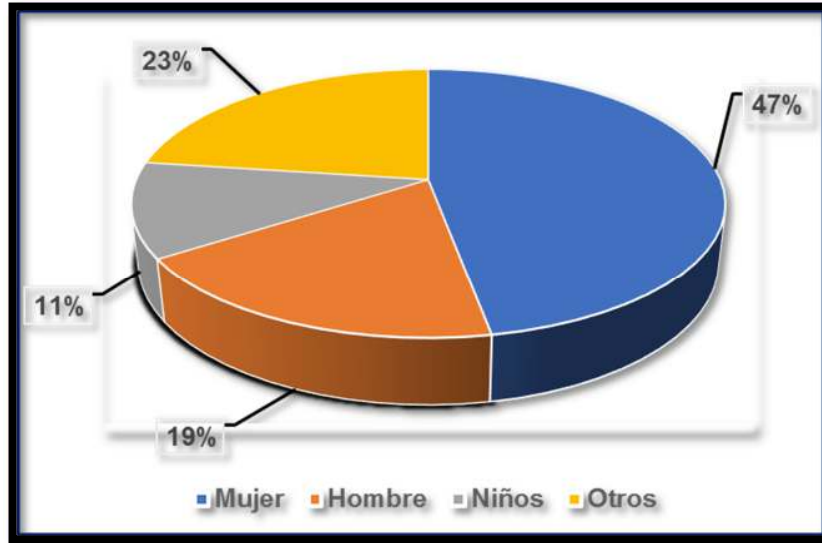


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021*

### Quienes buscan o acarrear el agua para el hogar

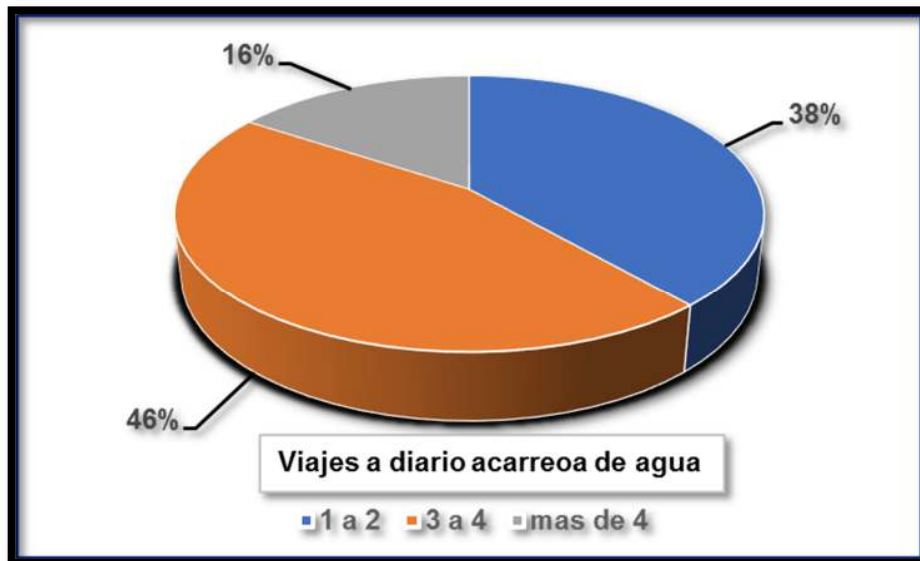
De acuerdo con los datos obtenidos por medio de la encuesta, podemos observar que quienes se encargan del suministro o acarreo del agua a los hogares en la comunidad la mayoría son mujeres (47%), y un (19%) es realizado por hombres, (Ver Gráfico No. 14)

**Gráfico No. 14**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

**Gráfico No. 15**

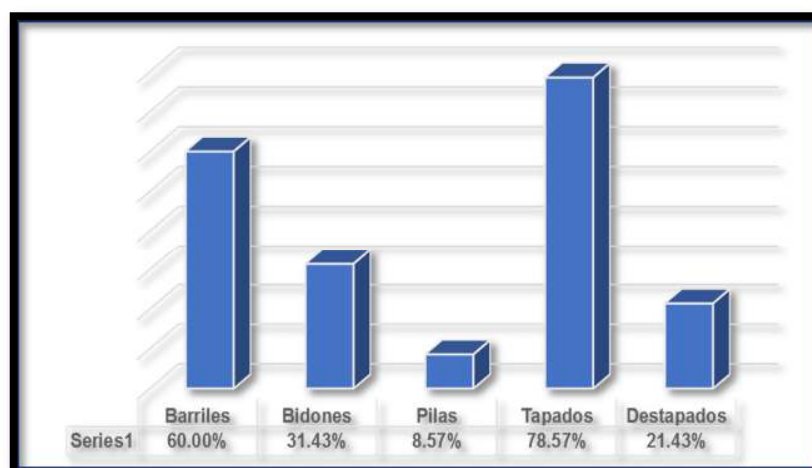


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021*

### Tipo de recipiente para almacenar agua

Según la información suministrada por los habitantes, las tres formas de almacenar el agua potable que acarrean, ya sea de pozos o quebradas, lo hacen en barriles, bidones y pilas de concreto, siendo los barriles los de mayor uso (60%) y bidones (31.43%), esto se debe por su forma fácil de obtener, debido al bajo costo que tiene en el mercado, y una minoría tiene pilas de concreto (8.57%), dado al alto costo de construcción con respecto a los barriles y bidones, cabe señalar que la mayoría los conserva tapados (78.57%), lo cual manifiestan que es el agua que usan para consumo (para beber) y los que son para los quehaceres cotidianos en ocasiones permanecen destapados (21.43%). Ver (grafico No. 16).

Gráfico No. 16

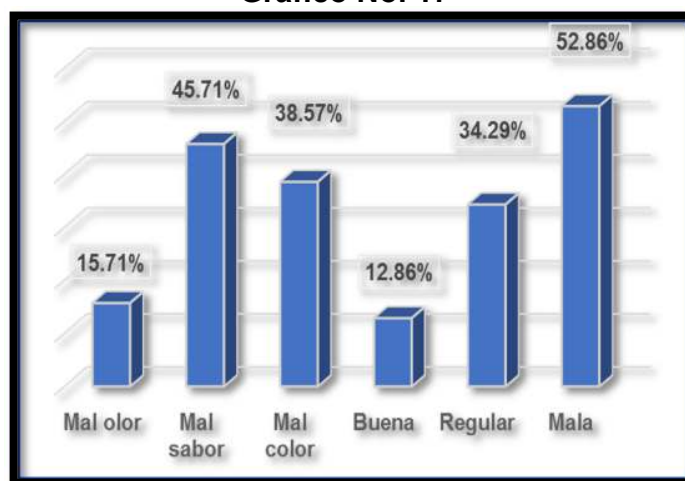


Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021

### Condiciones del agua que consumen los beneficiarios

Con respecto a las condiciones de calidad del agua para el consumo humano de las familias (34.29%) manifiestan que la calidad es regular, el (12.86%) que es buena y el (52.86%) de los beneficiarios refieren que es de mala calidad. Quienes hacen referencia a la mala y regular calidad del agua, lo hacen en base a sus características relacionadas con el mal sabor y mal color. (Ver Gráfico No. 17)

**Gráfico No. 17**



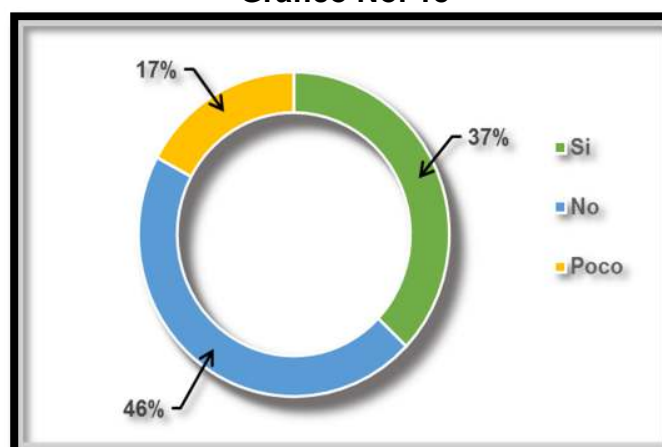
*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021.*

### **Programa de agua potable rural (PAR)**

#### **Conoce el programa de agua potable**

De 70 familias encuestadas (100%), el (46%) los beneficiarios manifestaron que desconocían el proyecto, solo (37%) lo conocían y (17%) que conocían poco sobre el proyecto. No obstante, el nivel de conocimiento del proyecto, en todas las familias beneficiarias es más del 50%, entre las que, si conocen y las que poco conocen, esto quiere decir que un poco más de la mitad de las familias conoce del proyecto. (Ver Gráfico No. 18)

**Gráfico No. 18**

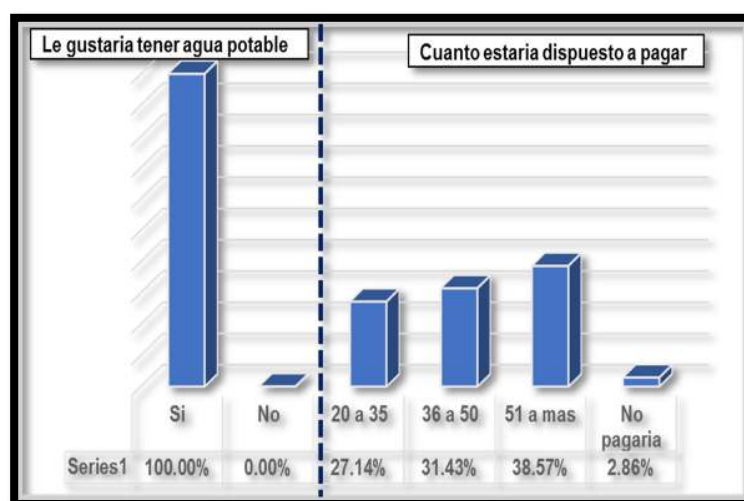


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021*

### Capacidad de pago mensual en córdobas por los beneficiarios

En el Gráfico No. 19 se puede observar que 19 familias (27.14%) estarían dispuestas a pagar por el servicio de agua de forma mensual entre C\$ 20 – 35. Entre las que estarían dispuestas a pagar entre C\$ 50 – a más 27 viviendas (38.57%) y los que no estarían dispuestos a pagar por este servicio es un porcentaje menor (2.86%).

Gráfico No. 19

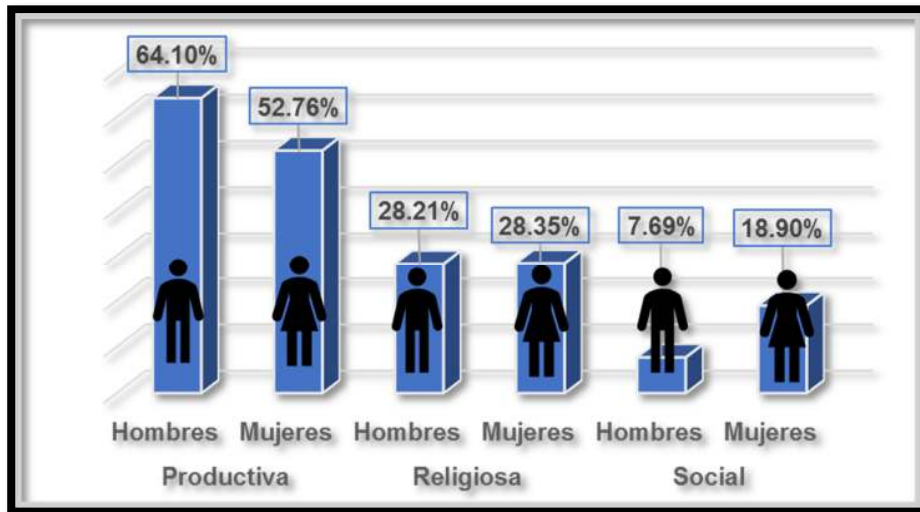


Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021

### Organización comunitaria

Del total de 244 habitantes encuestados, (100%) están organizadas en diferentes instancias, principalmente iglesias de diferentes denominaciones, en lo productivo, social, de las cuales 127 (52.05%) son mujeres y 117 (47.95%) son hombres. Debido a estas características de la población hacen referencia a su compromiso de trabajar por el proyecto de agua.

**Gráfico No. 20**

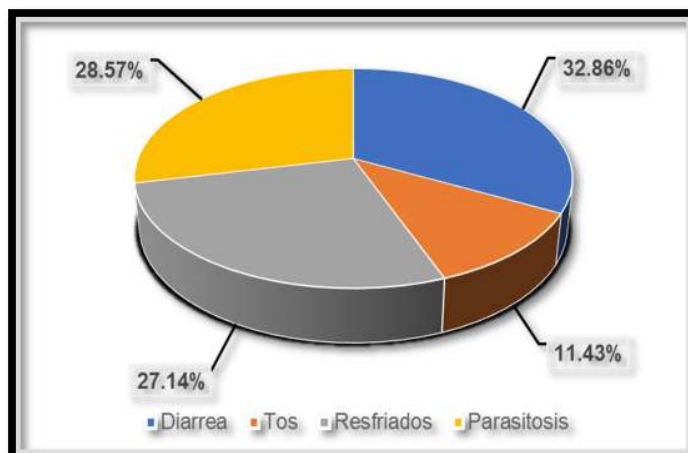


*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021*

### Situación de salud en la vivienda

Dentro de la comunidad los habitantes encuestados manifestaron que presentaron más de algún tipo de enfermedades de las cuales (28.2%) están organizadas en diferentes instancias, principalmente iglesias de diferentes denominaciones, en lo productivo, social, de las cuales 197 (57%) son mujeres y 148 (43%) son hombres. agua.

**Gráfico No. 21**



*Elaboración: Encuesta Socioeconómica. agosto 2021*

## **5.2 Cálculos y Estudios básicos de diseño**

Este capítulo está dividido en tres partes producto de la observación y análisis del área de influencia del proyecto, en el podemos encontrar los estudios importantes que permitieron el diseño de las obras hidráulicas que requiere este sistema para facilitar la distribución del agua potable a estas familias.

### **5.2.1 Calidad del agua**

Este estudio es basado en las características físico- químicas y bacteriológicas, de la fuente La Estancia, con el objetivo de determinar si ésta es apta o no para consumo humano y con ello sugerir los diferentes tratamientos que se le pueden realizar para que sea potable.

De los 3 componentes, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos de filtros y desinfección, no obstante, los aspectos químicos no se pueden modificar por tal razón se debe de tener sumo cuidado.

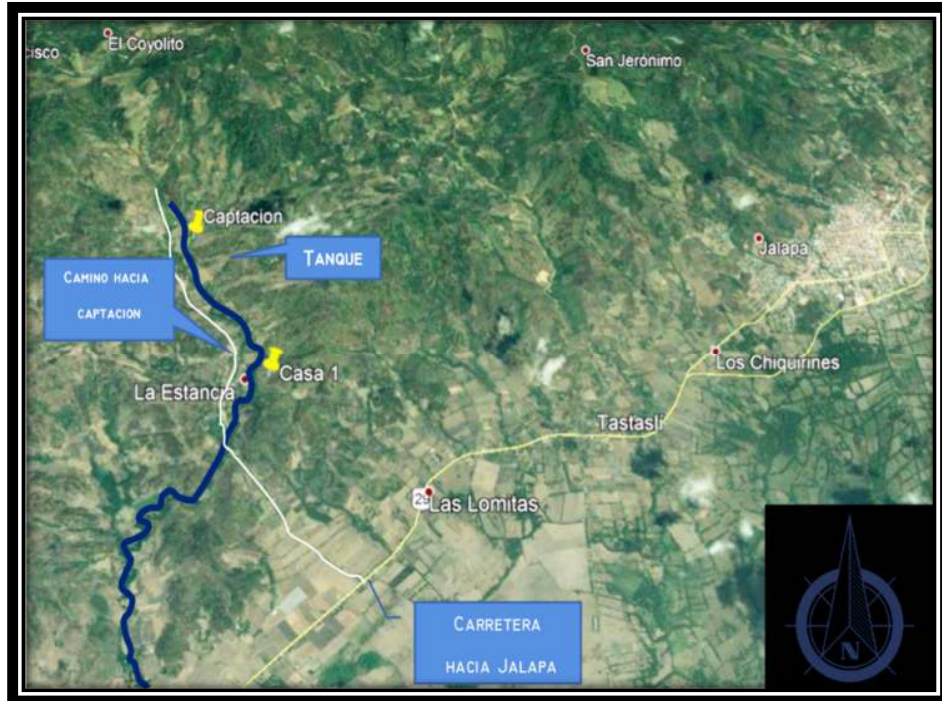
### **5.2.2 Características de la fuente**

La fuente está ubicada en la micro- cuenca - Nueva Segovia, uno de los puntos más altos con relación al área urbana a 792.709 msnm y en el cuadrante 16P con coordenadas en X= 588,859.830 y en Y= 1,535,614.545

La obra de captación se ubicará dónde nace el rio la Estancia. (Ver mapa No. 3). Es de fácil acceso ya que existe una trocha que parte de la comunidad Las Lomitas. La cual nos lleva a la fuente y empalma con la carretera principal hacia el área urbana del municipio, tiene una distancia aproximada de 1.5 km. En la zona predominan los suelos areno- arcilloso y talpetate favoreciendo esto al tipo de vegetación antes mencionado.

### Mapa No. 3

Ubicación de la fuente que alimentan la obra de captación



*Fuente: Google Earth.*

#### 5.2.3 Resultados de la calidad del agua

La fuente llamada la Estancia ha sido vista como una posible solución al problema de escasez de agua potable en la comunidad, es por ello que la alcaldía municipal de Jalapa en conjunto con ENACAL Nueva Segovia le realizaron estudios físico- químico y bacteriológicos en el mes de junio 2021

➤ **Calidad Físico- químico:**

El análisis físico- químico realizado en junio 2021, reflejó turbidez con 3.6 UNT (tomada in situ), determinada en el laboratorio 3.52 UNT, hierro con 0.21 mg/l, dentro del rango de las normas CAPRE (5.0 UNT, 0.3 mg/l). (Ver anexo No. 7)

➤ **Calidad Bacteriológico:**

Las muestras para este estudio se recolectaron en el mes de junio 2021 directamente donde se construirá la obra de captación.



En estas pruebas se incluyó el análisis del arsénico ya que es uno de los principales problemas en las fuentes de agua en la zona. Debido a la relevancia que tiene el arsénico es importante destacar que en esta fuente el valor encontrado (3 µg/L) está dentro de los rangos permitidos por las normas CAPRE para que sea consumible (10 µg/L). (Ver anexo No. 7)

#### **Clasificación del agua:**

Debido a que este tipo de agua necesita un tratamiento específico para poder ser potable, se seleccionó esta categoría (1B) ya que los parámetros alterados están en los rangos permisibles de la misma. (Véase tabla No. 4).

La desinfección se hará directamente en el tanque de almacenamiento por medio de la solución de hipoclorito de calcio o sodio (13% de cloro activo), siendo este último el más recomendado el cuál se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante. (ver Imagen Anexo No.8)

Para calcular el volumen de cloro líquido a aplicar a un volumen de agua para consumo humano se utiliza la siguiente formula:

$$V_{cloro} = \frac{V_{agua} \times C_{agua}}{C_{cloro}}$$

V cloro: Volumen de cloro que se agregará (litros)

V agua: Volumen de agua a desinfectar (litros)

C agua: Concentración a desinfectar de agua.

C cloro: Solución madre, expresada en % o partes por millón (ppm)

Para la dosificación se aplicará la solución de cloro 1mg/l a partir de una solución madre 1%

$$V_{cloro} = \frac{18,83 \times 1gm/lt}{10,000 mg/lt}$$

Como resultado se obtiene que para desinfectar 18,83 litros que almacena el tanque se utilizará 1.883 litros de hipoclorito de sodio

### 5.3 Población beneficiaria del proyecto

#### Cálculo de Población y tasa de crecimiento:

De los datos extraídos de los censos nacionales de 1995 y 2005 proporcionados por el INIDE para el municipio de Jalapa la tasa de crecimiento proyectada para el año 2020 es del 1.1%, lo cual no cumple con la tasa mínima de crecimientos utilizadas por el INAA en su norma NTON 09 007 19 que corresponde al 2.5% como mínimo y un máximo de 4%, debido a eso se adoptó el 2.5%

Datos:

- Población total beneficiaria ( $P_0$ ): 244 habitantes
- Tasa de crecimiento adoptada ( $r$ ): 2.5%
- Período de diseño ( $n$ ): 20 años
- Población futura:  $P_n$

**Tabla N°4.** Proyección de la población

Población inicial	244 hab.
Tasa de crecimiento	2.5%
Intervalo de tiempo	20 años
	<b>400 hab.</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.4 Caudal de diseño y consumo

Se realizó un aforo en el mes de enero 2021 (Ver tabla No.8, pág. 73) para determinar la capacidad de la fuente de captación por el método volumétrico en el que se utilizó un recipiente con capacidad de 20 lts, cronómetro y un tubo de PVC de 2 pulgadas. (Ver ilustración No. 1, pág. 72).

**Ilustración No. 1: Aforo de fuente**



*Elaboración: propia.*

**Tabla N°5. Resultados de aforo**

<b>No</b>	<b>Volumen Recipiente</b>	<b>Tiempo de llenado</b>	<b>Caudal Aproximado</b>
1	20 lts	10.96 seg	1.825 lts/seg
2	20 lts	12.78 seg	1.565 lts/seg
3	20 lts	11.45 seg	1.747 lts/seg
4	20 lts	10.95 seg	1.826 lts/seg
5	20 lts	11.72 seg	1.706 lts/seg
<b>Promedio Promedio</b>			<b>1.734 lts/seg</b> <b>27.483 gal/min</b>

*Elaboración propia: Aforo de fuente. Enero 2021*

#### 5.4.1 Cálculo de los caudales de diseño

##### Estimación de la dotación:

Basados en el valor de proyección para poblaciones rurales dispersas y partiendo de la dotación establecida por el INAA en la norma para el diseño de abastecimiento para el medio rural se asignará un caudal 80 litros por persona por día (lppd), siempre y cuando no haya saneamiento por arrastre hidráulico.

**Tabla N°6:** Dotaciones de agua para poblaciones dispersas

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Dotación lppd</b>
Conexión domiciliar	80
Puestos públicos ó unidades sanitarias	30 a 50
Pozos excavados equipados con bomba manual	20 a 30
Pozos perforados, equipados con bomba manual	20 a 30
Captación individual de agua de lluvia (CALL)	10

*Fuente: NTON 09 007 19, pág. 10*

A continuación, se presenta la proyección de población y consumo al final de los 20 años y representado por cada año se puede apreciar en la siguiente tabla

**Tabla N°7: Proyección y consumo de la población**

n	Año	Proyección de población	Consumo Doméstico (CD)	Consumo Público (CP)	Consumo Promedio Diario (CPD)	Perdidas en el sistema 15%	Consumo Máximo Día (CMD)	Consumo Máximo Hora (CMH)
			(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)	(LPS)
0	2021	244 hab.	0.226	0.016	0.242	0.036	0.399	0.641
1	2022	250 hab.	0.231	0.016	0.248	0.037	0.409	0.656
2	2023	256 hab.	0.237	0.017	0.254	0.038	0.418	0.672
3	2024	263 hab.	0.244	0.017	0.261	0.039	0.430	0.690
4	2025	269 hab.	0.249	0.017	0.267	0.040	0.440	0.706
5	2026	276.000	0.256	0.018	0.273	0.041	0.451	0.725
6	2027	283 hab.	0.262	0.018	0.280	0.042	0.463	0.743
7	2028	290 hab.	0.269	0.019	0.287	0.043	0.474	0.761
8	2029	297 hab.	0.275	0.019	0.294	0.044	0.486	0.780
9	2030	305 hab.	0.282	0.020	0.302	0.045	0.499	0.801
10	2031	312.000	0.289	0.020	0.309	0.046	0.510	0.819
11	2032	320 hab.	0.296	0.021	0.317	0.048	0.523	0.840
12	2033	328 hab.	0.304	0.021	0.325	0.049	0.536	0.861
13	2034	336 hab.	0.311	0.022	0.333	0.050	0.549	0.882
14	2035	345 hab.	0.319	0.022	0.342	0.051	0.564	0.906
15	2036	353.000	0.327	0.023	0.350	0.052	0.577	0.927
16	2037	362 hab.	0.335	0.023	0.359	0.054	0.592	0.950
17	2038	371 hab.	0.344	0.024	0.368	0.055	0.606	0.974
18	2039	381 hab.	0.353	0.025	0.377	0.057	0.623	1.000
19	2040	390 hab.	0.361	0.025	0.386	0.058	0.638	1.024
20	2041	400.000	0.370	0.026	<b>0.396</b>	0.059	<b>0.654</b>	<b>1.050</b>

*Elaboración propia: Aforo de fuente. Enero 2022*

✚ El consumo comercial e industrial no se tomó en cuenta dado que la zona es rural y no existe presencia de tal consumo.

## 5.5 Diseño Hidráulico

Para análisis y diseño hidráulico del sistema se realizó con ayuda del software EPANET tomando en cuenta los resultados obtenidos del estudio topográfico, la demanda de los pobladores beneficiados y las normas (NTON 09 007 19) establecidas por INAA.

Para la selección de la clase de tubería se utilizó la siguiente tabla

Tabla No. 9

PRESIONES DE TRABAJO TUBERIAS PVC			
SDR	PRESION DE TRABAJO		
11	28.00 KG/CM2	400.00 PSI	280.00 M.C.A
13.5	22.40 KG/CM2	320.00 PSI	224.00 M.C.A
17	17.50 KG/CM2	250.00 PSI	175.00 M.C.A
26	11.20 KG/CM2	160.00 PSI	112.00 M.C.A
32.5	8.80 KG/CM2	125.00 PSI	88.00 M.C.A
41	7.00 KG/CM2	100.00 PSI	70.00 M.C.A
50	5.60 KG/CM2	80.00 PSI	56.00 M.C.A

EN EL CUADRO SIGUIENTE SE PRESENTA LAS UNIDADES DE PRESIÓN Y SUS EQUIVALENCIAS:						
KG/CM2	M.C.A	ATMÓSFERA	PSI	KILOPASCAL	BARES	LBS/PULG2
1	10	0.968	15.495	98.1	0.980	14.223

MCA = METROS DE COLUMNA DE AGUA (1 MCA = 0.1 KG/CM2)

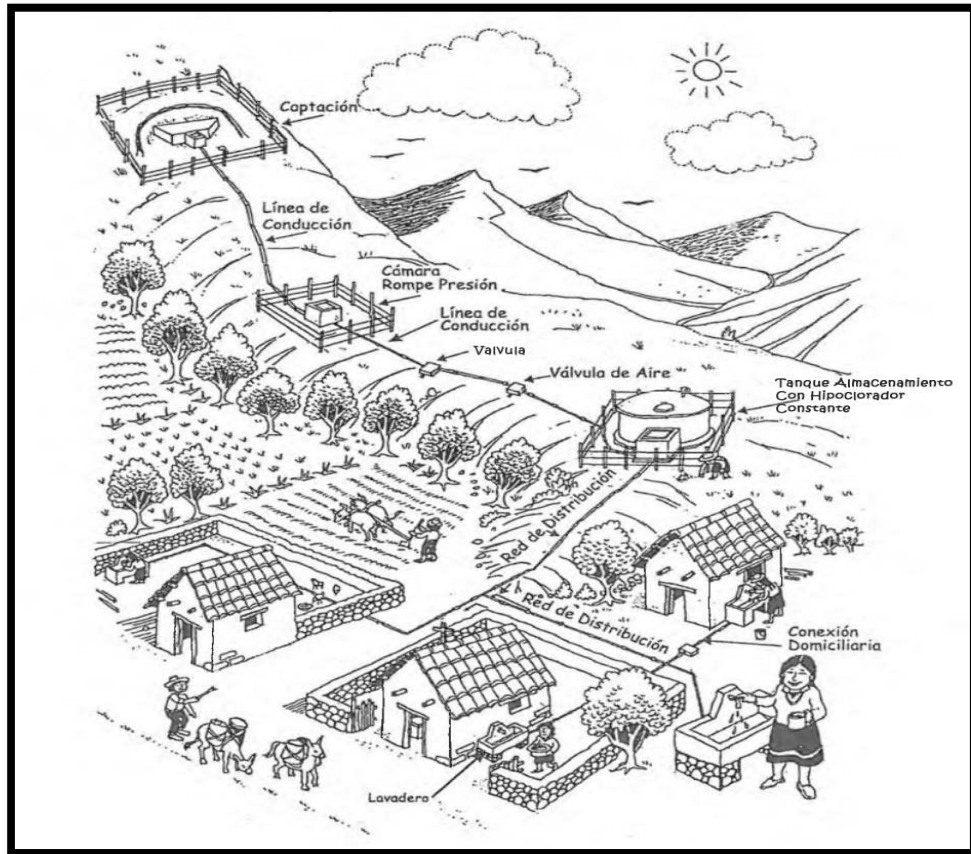
Fuente: ASTM

### 5.5.1 Conceptualización del Proyecto

Es un sistema en el que el agua es captada de una fuente superficial localizada a mayor altura que las viviendas y transportada en tuberías hasta un tanque de almacenamiento ubicado también a mayor altura que las viviendas y después por su propio peso (por gravedad), el agua baja por tuberías a los puestos domiciliarios o públicos de donde se abastece la población.

El diseño se presenta con un esquema de la siguiente manera:

**Ilustración No. 2**



*Fuente: Redes de abastecimiento agua potable CONAGUA (México)*

### **5.5.2 Obra de Captación**

Se propone un sistema de captación en el que se incluye un pre-filtro, un filtro grueso dinámico y una cámara de almacenamiento, todo esto con el fin de disminuir ciertos parámetros que puedan ser alterados con el paso del tiempo.

En dicha obra se debe procurar la protección física necesaria de la fuente de abastecimiento contra posibles causas de contaminación.

**Muros laterales:**

Encauzan el agua hacia la rejilla y protegen los taludes. El ancho de estos muros depende de la estabilidad estructural. Siendo en concreto ciclópeo, el ancho de los muros de 60 cm o menos

**Rejilla:**

Este es colocado sobre el canal de aducción que se encuentra dentro de la presa. La longitud de la rejilla y por lo tanto la del canal de aducción, puede ser menor que la longitud de la presa o el ancho de la garganta, según las necesidades del caudal que se he de captar. El ancho mínimo es de 40 cm y el largo mínimo de 70cm, para facilitar la operación de limpieza y mantenimiento. Los barrotes y el marco pueden ser de hierro, con separación entre barrotes de 5 a 10 cm y diámetros de  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ " y 1".

**Canal de aducción:**

Recibe el agua a través de la rejilla y entrega el agua captada a la cámara de recolección. Tiene una pendiente entre el 1% y el 4% con el fin de dar una velocidad mínima y que sea segura para las labores de mantenimiento.

**Cámara de recolección:**

Generalmente es cuadrada o rectangular, con muros en concreto reforzado cuyo espesor puede ser de 30 cm y su altura igual a la de los muros laterales.

*Fuente: Elementos de Diseño para acueductos, R. López Cualla, pág. 84*

**Diseño de la presa:**

El primer paso es verificar que el caudal de diseño, Caudal Máximo Diario CMD= 0.654 l.p.s sea menor al caudal mínimo de la fuente 1.73 l.p.s, por tanto cumple con dicha condición.

La presa se diseña como un vertedero rectangular con doble contracción cuya ecuación es la siguiente:



$$Q = 1.84L * H^{1.5}$$

Donde:

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

H: Carga (m).

L: Longitud (m).

Para determinar el valor de la lámina de agua para las condiciones de diseño (CMD) despejamos el valor de H

$$H = \left( \frac{Q}{1.84 * L} \right)^{2/3}$$

Debido a la existencia de las contracciones laterales se debe hacer la correspondiente corrección de la longitud de vertimiento según la siguiente ecuación:

$$L' = L - 0.1 n H$$

n: número de contracciones

la velocidad del agua al pasar a través de la rejilla se calcula:

$$V_r = \frac{Q}{L' * H}$$

Dicha velocidad debe estar comprendida entre 0.3 m/s y 3 m/s de manera que puedan ser aplicables las ecuaciones del alcance del chorro

**Fuente:** *Elementos de Diseño para acueductos, R. López Cualla, pág. 85*

### Diseño de la rejilla y el canal de aducción:

#### Ancho del canal de aducción:

$$X_s = 0.36V_r^{2/3} + 0.60 H^{4/7}$$

$$X_i = 0.18V_r^{4/7} + 0.74 H^{3/4}$$

$$B = X_s + 0.10$$

Donde:

$X_s$ : Alcance filo superior (m)

$X_i$ : Alcance filo inferior (m)

$V_r$ : Velocidad del río (m/s)

$H$ : Profundidad de la lámina de agua sobre la presa (m).

$B$ : Ancho del canal de aducción (m).

#### Rejilla:

$$A_{neta} = a * B * N$$

Donde:

$A_n$ : Área neta de la rejilla (m<sup>2</sup>)

$a$ : Separación entre barrotes (m)

$N$ : Numero de orificios entre barrotes (m)

*Fuente: Elementos de Diseño para acueductos, R. López Cualla, pág. 85*

**Período de diseño:** Tratándose de la captación se debe diseñar en una sola etapa, es decir para 20 años a partir de la fecha.

**Población de diseño:** De acuerdo con la proyección de la población realizada anteriormente, se tiene que la población para el año 2021 - 2041 es de 400 habitantes.

**Caudal de diseño:** El caudal máximo diario para el año 2041 fue calculado en 0.654 Lps

**Aforo de la fuente:** El caudal de la fuente es de 1.73 Lps

**Ancho del arroyo:** El ancho del arroyo en el lugar de captación es de 1 m

$$H = \left( \frac{0.000654}{1.84 * 5m} \right)^{2/3} = 0.0050 m$$

**Corrección por las dos contracciones laterales:**

$$L' = 1m - 0.1 * 2 * 0.0050 = 0.99m$$

**Velocidad del rio sobre la presa:**

$$V_r = \frac{0.000654}{0.99m * 0.0050 m} = 0.15m/s$$

**Diseño de la rejilla y el canal de aducción:**

$$X_s = 0.36V_r^{2/3} + 0.60 H^{4/7}$$

$$X_s = 0.36(0.15\text{m/s})^{2/3} + 0.60 * (0.0050\text{m})^{4/7} = \mathbf{0.14m}$$

$$X_i = 0.18(0.15\text{m/s})^{4/7} + 0.74 (0.005\text{m})^{3/4} = \mathbf{0.08 m}$$

$$B = 0.14\text{m} + 0.10 = 0.24 \approx \mathbf{0.25m}$$

La longitud de la rejilla y el número de orificios

$$A_{neta} = a * B * N$$

Se adoptarán barrotes de ½" (0.0127m) y la separación entre ellos de 5 cm. Por otra parte, se supondrá una velocidad entre los barrotes igual 0.10 m/s

$$A_{neta} = \frac{Q}{0.9V_b} = \frac{0.000654\text{m}^3/\text{s}}{0.9 * 0.10\text{m/s}} = \mathbf{0.008m^2}$$

Reemplazando el área total de en función de la longitud de la rejilla ( $L_r$ )

$$A_{neta} = \frac{a}{a + b} B * L_r$$

$$L_r = \frac{A_n(a + b)}{a * B}$$

$$L_r = \frac{0.008(0.05 + 0.0127)}{0.05 * 0.25} = \mathbf{0.04m}$$

Se adoptará como longitud mínima 0.70m de la rejilla

$$A_{neta} = \frac{a}{a + b} B * L_r$$

$$A_{neta} = \frac{0.05}{0.05 + 0.0127} 0.25 * 0.70m = \mathbf{0.14m^2}$$

El número de orificios es de:

$$A_{neta} = a * B * N$$

$$N = \frac{A_{neta}}{a * b} = \frac{0.14m^2}{0.05 * 0.25} = \mathbf{11.20 orificios}$$

Se adoptaron 12 orificios separados a 5 cm entre sí, lo cual se obtuvieron las siguientes condiciones finales:

$$A_{neta} = a * B * N$$

$$A_{neta} = 0.05 * 0.25 * 12 = \mathbf{0.15m^2}$$

$$V_b = \frac{0.000654}{0.9 * 0.15m^2} = \mathbf{0.005 m/s}$$

$$L_r = \frac{0.15(0.05 + 0.0127)}{0.05 * 0.25} = \mathbf{0.75m}$$

Los niveles de agua en el canal de aducción:

Aguas abajo:

$$h_e = h_c = \left( \frac{Q^2}{gB^2} \right)^{1/3}$$

$$h_e = h_c = \left( \frac{(0.000654)^2}{9.81 * (0.25)^2} \right)^{1/3} = \mathbf{0.009m}$$

Aguas arriba:

$L_c = L_r + \text{espesor del muro} = 0.75 + 0.3 = 1.05\text{m}$ , se adoptará una pendiente 3%

$$h_0 = \left[ 2h_e^2 + \left( h_e - \frac{iL_r}{3} \right)^2 \right]^{1/2} - \frac{2}{3}iL_r$$

$$h_0 = \left[ 2 * 0.009^2 + \left( 0.009 - \frac{0.03 * 1.05}{3} \right)^2 \right]^{1/2} - \frac{2}{3} * 0.03 * 1.05 = 0.04\text{m}$$

$$H_0 = h_0 + \text{Borde libre} = 0.15\text{m}$$

$$H_0 = 0.04\text{m} + 0.15\text{m} = 0.19\text{m} \approx \mathbf{0.20\text{m}}$$

$$H_e = h_e + (h_0 - h_e) + iL_c + B.L$$

$$H_e = 0.009 + (0.04 - 0.009) + 0.03 * 1.05 + 0.15$$

$$H_e = 0.22\text{m}$$

La velocidad debe estar comprendida entre 0.3m/s y 3 m/s

$$V_e = \frac{Q}{B * h_e} = \frac{0.000654}{0.25 * 0.009} = \mathbf{0.30\text{m/s}}$$

**Diseño de la cámara de recolección:**

$$X_s = 0.36(0.30\text{m/s})^{2/3} + 0.60 * (0.009\text{m})^{4/7} = \mathbf{0.20\text{m}}$$

$$X_i = 0.18(0.30\text{m/s})^{4/7} + 0.74 (0.009\text{m})^{3/4} = \mathbf{0.12\ m}$$

$$B_{camara} = X_s + 0.30$$

$$B_{camara} = 0.12\text{m} + 0.30 = \mathbf{0.42\ m}$$

La estructura de captación tendrá las siguientes dimensiones 1.50 m de ancho, 1.50 m de altura, 0.30 m de espesor, con un tubo de PVC de 4" Ø para boca toma, el cual transportará el agua hacia las cámaras de limpieza adosadas a la estructura de captación, que luego será conducida hacia la pila rompe presión y esta a su vez a la pila de tratamiento.

Las dimensiones de la cámara de captación serán la siguientes tanto para fines constructivos como para labores de mantenimientos: 1.50 m x 1.50 m x 0.90 m, contara así mismo con tuberías de limpieza y rebose.

#### **Diseño del caudal de excesos:**

Dentro de las condiciones iniciales para el caudal promedio de la fuente es igual a 1.73 lps (0.000173m<sup>3</sup>/s)

$$H = \left( \frac{Q}{1.84 * L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left( \frac{0.000173}{1.84 * 1\text{m}} \right)^{2/3} = 0.01\ \text{m}$$

La capacidad máxima de captación de la rejilla se puede aproximar al caudal a través de un orificio, cuya ecuación es:

$$Q_{captado} = C_d * A_{neta} * \sqrt{2gH}$$

Donde:

$Q_{\text{captado}}$ : Caudal a través de la rejilla ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$C_d$ : Coeficiente de descarga (0.30)

$A_n$ : Área neta de la rejilla ( $\text{m}^2$ )

H: Altura de la lámina de agua sobre la rejilla (m)

g: aceleración de la gravedad ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$$Q_{\text{captado}} = 0.30 * 0.15 * \sqrt{2 * 9.81 * 0.01} = \mathbf{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{\text{exceso}} = Q_{\text{captado}} - Q_{\text{diseño}} = 0.02 - 0.000654 = \mathbf{0.019 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$H_{\text{excesos}} = \left( \frac{Q}{1.84 * L} \right)^{2/3}$$

$$H_{\text{excesos}} = \left( \frac{0.019}{1.84 * 1} \right)^{2/3} = 0.047\text{m}$$

$$V_{\text{excesos}} = \left( \frac{Q}{1.84 * L} \right)^{2/3}$$

$$V_{\text{excesos}} = \left( \frac{0.019}{0.047 * 1} \right)^{2/3} = 0.55\text{m}/\text{s}$$

$$X_s = 0.36(0.55\text{m}/\text{s})^{2/3} + 0.60 * (0.047\text{m})^{4/7} = \mathbf{0.35\text{m}}$$

La tubería de excesos estará colocada a 0.35 m del fondo de la cámara de recolección.

**Cálculo de la tubería de excesos:**

$$Q = 0.2785 * C * i * D^{2.63}$$



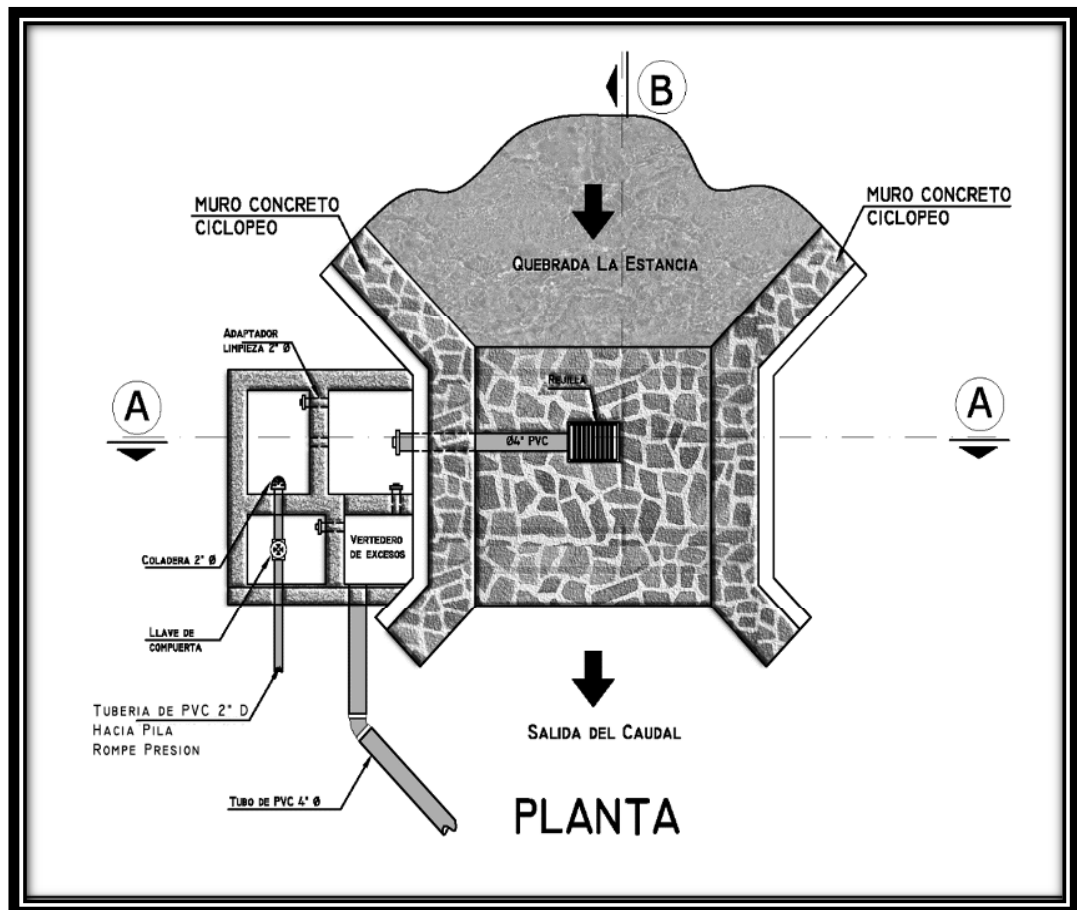
Despejando D en la ecuación anterior se tiene:

$$D = \left( \frac{Q}{2.2785 * C * i^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D = \left( \frac{0.019}{2.2785 * 150 * 0.03^{0.54}} \right)^{1/2.63} = 0.11m$$

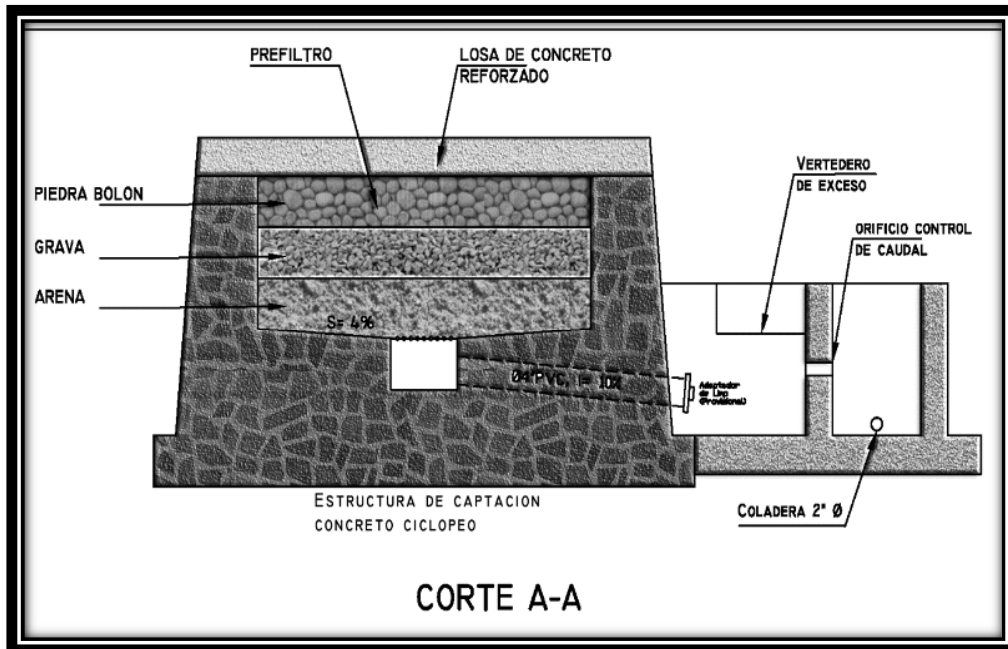
$$D = 0.11 m \approx 4 \text{ plg}$$

Esquema en planta de la obra captación.



Elaboración propia. Enero 2021.

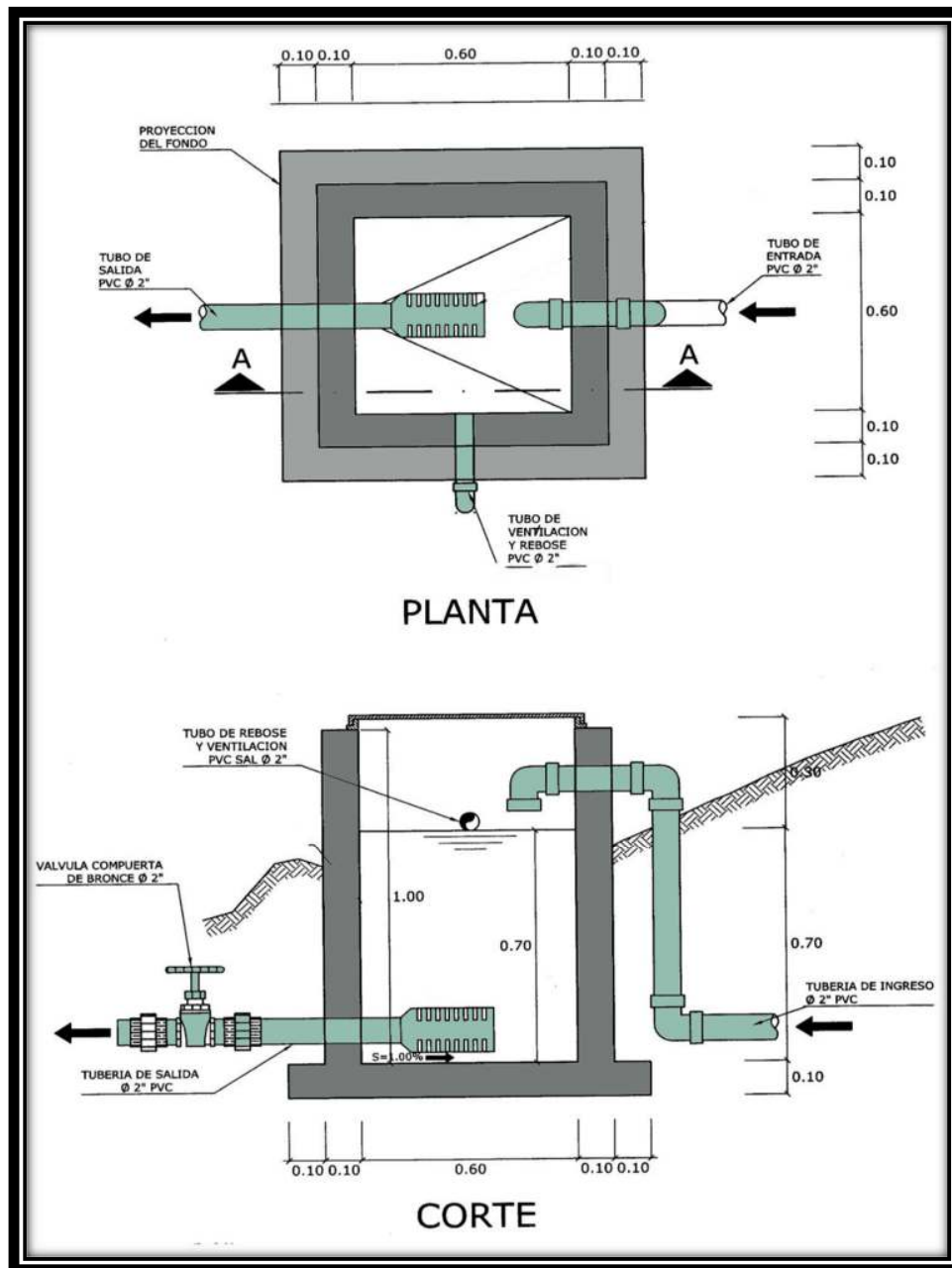
Esquema de sección de la captación.



Elaboración propia. Enero 2021

La obra de captación estará conformada por una estructura de concreto ciclópeo con proporción 60% (Concreto) y 40% (piedra bolón), y a su vez se contemplará una estructura para la limpieza de la tubería que estará en un costado de la estructura de captación se construirá de concreto reforzado.

## Pila rompe presión



*Elaboración propia. Enero 2021*

Se propone la construcción de una pila rompe presión para disminuir la presión tanto en la red de conducción como en la red de distribución del ramal principal y de esta manera evitar que falle la tubería y sus accesorios.

### 5.5.3 Línea de conducción

La línea de conducción propuesta del sistema requiere de aproximadamente una longitud de **1,950 m**, dicha línea trabajará totalmente por gravedad, la cual conducirá el caudal de 10.37 g.p.m (0.654 lt/s) para un período de diseño de 20 año.

selección del diámetro de la línea de conducción calculado mediante la siguiente ecuación y de esta manera despejando el diámetro (D):

D: diámetro de la tubería (m)

Q: Consumo Máximo Diario CMD ( $m^3/s$ )

L: Longitud de la línea de conducción (m)

H: Perdidas de carga (m)

$$H=797.21^* - 758.05^* = \mathbf{39.16}$$


*\*Datos tomados de los planos topográficos*

$$\frac{H}{L} = s = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.875}}$$

$$D = \sqrt[4.875]{\frac{10.675 * (0.000654m^3/s)^{1.852}}{(150)^{1.852} * 39.16/1950}} = 0.03579m$$

$$D = 1.43 \text{ plg} \approx \mathbf{2plg} \approx \mathbf{50mm}$$

**Tabla N°8: Diámetros externos y espesores de Tuberías PVC**

 <p><b>FT Tubería Tipo SDR</b></p> <p><b>Descripción</b> Tubería de PVC para conducción de agua potable.</p> <p><b>Presentación</b> Tubería PVC Diámetros de ½ a 18 pulgadas Empaque Rieber incorporado o campana cementada La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR Norma de referencia ASTM D 2241</p> <p><b>Aplicaciones y consideraciones básicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.</li> <li>• No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.</li> </ul> <p><b>Normas de producto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma ASTM D 2241</li> </ul>		<p align="center"><b>Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Diam. Nom.</th> <th rowspan="2">Diámetro Promedio Externo (mm)</th> <th colspan="6">Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)</th> </tr> <tr> <th>SDR 41</th> <th>SDR 32,5</th> <th>SDR 26</th> <th>SDR 21</th> <th>SDR 17</th> <th>SDR 13,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12</td><td>21,34±0,10</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>1,57±0,09</td></tr> <tr><td>18</td><td>26,67±0,10</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>1,52±0,09</td><td>1,57±0,09</td><td>1,98±0,12</td></tr> <tr><td>25</td><td>33,40±0,13</td><td>...</td><td>...</td><td>1,52±0,09</td><td>1,60±0,10</td><td>1,96±0,12</td><td>2,46±0,15</td></tr> <tr><td>31</td><td>42,16±0,13</td><td>1,18±0,07</td><td>1,52±0,09</td><td>1,63±0,10</td><td>2,01±0,12</td><td>2,49±0,15</td><td>3,12±0,19</td></tr> <tr><td>38</td><td>48,26±0,15</td><td>1,18±0,07</td><td>1,52±0,09</td><td>1,85±0,11</td><td>2,29±0,14</td><td>2,84±0,17</td><td>3,58±0,21</td></tr> <tr><td>50</td><td>60,32±0,15</td><td>1,47±0,09</td><td>1,85±0,11</td><td>2,31±0,14</td><td>2,87±0,17</td><td>3,56±0,21</td><td>4,47±0,27</td></tr> <tr><td>62</td><td>73,02±0,18</td><td>1,78±0,11</td><td>2,24±0,13</td><td>2,79±0,17</td><td>3,48±0,21</td><td>4,29±0,26</td><td>5,41±0,32</td></tr> <tr><td>75</td><td>88,90±0,20</td><td>2,16±0,13</td><td>2,74±0,16</td><td>3,43±0,21</td><td>4,24±0,25</td><td>5,23±0,31</td><td>6,58±0,39</td></tr> <tr><td>100</td><td>114,30±0,23</td><td>2,79±0,17</td><td>3,51±0,21</td><td>4,39±0,26</td><td>5,44±0,33</td><td>6,73±0,40</td><td>8,46±0,51</td></tr> <tr><td>150</td><td>168,28±0,28</td><td>4,11±0,25</td><td>5,18±0,31</td><td>6,48±0,39</td><td>8,03±0,48</td><td>9,91±0,59</td><td>12,47±0,75</td></tr> <tr><td>200</td><td>219,08±0,38</td><td>5,33±0,32</td><td>6,73±0,40</td><td>8,43±0,51</td><td>10,41±0,62</td><td>12,90±0,77</td><td>...</td></tr> <tr><td>250</td><td>273,05±0,38</td><td>6,65±0,40</td><td>8,41±0,50</td><td>10,49±0,63</td><td>12,98±0,78</td><td>16,05±0,96</td><td>...</td></tr> <tr><td>300</td><td>323,85±0,38</td><td>7,90±0,47</td><td>9,96±0,60</td><td>12,45±0,75</td><td>15,39±0,92</td><td>19,05±1,14</td><td>...</td></tr> <tr><td>375</td><td>388,62±0,41</td><td>9,47±0,57</td><td>11,96±0,72</td><td>14,94±0,90</td><td>18,49±1,11</td><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>450</td><td>457,20±0,48</td><td>11,15±0,67</td><td>14,07±0,84</td><td>17,58±1,05</td><td>21,77±1,31</td><td>26,90±1,61</td><td>...</td></tr> </tbody> </table> <p align="center"><b>Presión nominal de trabajo a 23 °C</b></p>							Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)						SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,5	12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57±0,09	18	26,67±0,10	...	...	...	1,52±0,09	1,57±0,09	1,98±0,12	25	33,40±0,13	...	...	1,52±0,09	1,60±0,10	1,96±0,12	2,46±0,15	31	42,16±0,13	1,18±0,07	1,52±0,09	1,63±0,10	2,01±0,12	2,49±0,15	3,12±0,19	38	48,26±0,15	1,18±0,07	1,52±0,09	1,85±0,11	2,29±0,14	2,84±0,17	3,58±0,21	50	60,32±0,15	1,47±0,09	1,85±0,11	2,31±0,14	2,87±0,17	3,56±0,21	4,47±0,27	62	73,02±0,18	1,78±0,11	2,24±0,13	2,79±0,17	3,48±0,21	4,29±0,26	5,41±0,32	75	88,90±0,20	2,16±0,13	2,74±0,16	3,43±0,21	4,24±0,25	5,23±0,31	6,58±0,39	100	114,30±0,23	2,79±0,17	3,51±0,21	4,39±0,26	5,44±0,33	6,73±0,40	8,46±0,51	150	168,28±0,28	4,11±0,25	5,18±0,31	6,48±0,39	8,03±0,48	9,91±0,59	12,47±0,75	200	219,08±0,38	5,33±0,32	6,73±0,40	8,43±0,51	10,41±0,62	12,90±0,77	...	250	273,05±0,38	6,65±0,40	8,41±0,50	10,49±0,63	12,98±0,78	16,05±0,96	...	300	323,85±0,38	7,90±0,47	9,96±0,60	12,45±0,75	15,39±0,92	19,05±1,14	...	375	388,62±0,41	9,47±0,57	11,96±0,72	14,94±0,90	18,49±1,11	...	...	450	457,20±0,48	11,15±0,67	14,07±0,84	17,58±1,05	21,77±1,31	26,90±1,61	...
		Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)																																																																																																																																										
SDR 41	SDR 32,5			SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,5																																																																																																																																							
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57±0,09																																																																																																																																							
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52±0,09	1,57±0,09	1,98±0,12																																																																																																																																							
25	33,40±0,13	...	...	1,52±0,09	1,60±0,10	1,96±0,12	2,46±0,15																																																																																																																																							
31	42,16±0,13	1,18±0,07	1,52±0,09	1,63±0,10	2,01±0,12	2,49±0,15	3,12±0,19																																																																																																																																							
38	48,26±0,15	1,18±0,07	1,52±0,09	1,85±0,11	2,29±0,14	2,84±0,17	3,58±0,21																																																																																																																																							
50	60,32±0,15	1,47±0,09	1,85±0,11	2,31±0,14	2,87±0,17	3,56±0,21	4,47±0,27																																																																																																																																							
62	73,02±0,18	1,78±0,11	2,24±0,13	2,79±0,17	3,48±0,21	4,29±0,26	5,41±0,32																																																																																																																																							
75	88,90±0,20	2,16±0,13	2,74±0,16	3,43±0,21	4,24±0,25	5,23±0,31	6,58±0,39																																																																																																																																							
100	114,30±0,23	2,79±0,17	3,51±0,21	4,39±0,26	5,44±0,33	6,73±0,40	8,46±0,51																																																																																																																																							
150	168,28±0,28	4,11±0,25	5,18±0,31	6,48±0,39	8,03±0,48	9,91±0,59	12,47±0,75																																																																																																																																							
200	219,08±0,38	5,33±0,32	6,73±0,40	8,43±0,51	10,41±0,62	12,90±0,77	...																																																																																																																																							
250	273,05±0,38	6,65±0,40	8,41±0,50	10,49±0,63	12,98±0,78	16,05±0,96	...																																																																																																																																							
300	323,85±0,38	7,90±0,47	9,96±0,60	12,45±0,75	15,39±0,92	19,05±1,14	...																																																																																																																																							
375	388,62±0,41	9,47±0,57	11,96±0,72	14,94±0,90	18,49±1,11	...	...																																																																																																																																							
450	457,20±0,48	11,15±0,67	14,07±0,84	17,58±1,05	21,77±1,31	26,90±1,61	...																																																																																																																																							

**Cálculo del diámetro interior de la tubería (Di)**

$$Di = De - (e)$$

- Di: diámetro interior (mm)
- De: diámetro exterior (mm)
- e : espesor de la tubería (mm)

Basados en la tabla 8, del catálogo del fabricante Durman

$$Di = 60.32 - (2.31) = 58.01 \text{ mm} \approx 0.058\text{m} \approx 2.28 \text{ plg}$$

Para el cálculo de la velocidad de la línea de conducción se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \frac{4Q}{\pi\phi^2}$$

$\phi$ : diámetro de la tubería (m)

Q: Caudal Máximo Diario CMD ( $m^3$ )

$$V = \frac{4(0.000654 \frac{m^3}{s})}{\pi(0.058)^2}$$

$$V = 0.31 \text{ m/s}$$

$0.3 \text{ m/s} \leq 0.31 \text{ m/s} < 2 \text{ m/s}$

🔍 Cálculo golpe de Ariete para la línea de conducción

📍 Primer Tramo Fuente hacia Nodo 1

$L_{c1} = 388.50 \text{ m}$

$\Delta H = 797.21 - 779.92 = 17.29 \text{ m}$

📍 Cálculos de pérdidas por longitud

$$hf = 10.675 * \frac{Q^{1.85}}{C} * \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

$$hf = 10.675 * \frac{0.000645^{1.85}}{150} * \frac{388.50}{0.058^{4.87}}$$

$$hf = 0.53 \text{ m}$$

### ✚ Celeridad de Allievi

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_o \frac{D}{e}}}$$

C: Celeridad en m/s

D: Diámetro interior en mm

e: espesor del tubo en mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Diámetro interno y espesor para tubería de 2" SDR 26 ASTM 2241

Ver Tabla No. 9 en Diámetros internos y espesores de tuberías de la marca Durman catálogo de infraestructura 2018

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.06032}{0.00231}}}$$

$$C = 326.64 \text{ m/s}$$

Dext: 60.32 mm

e=: 2.31 mm.

Ko: Para PVC = 33.3

### ✚ Cálculo de la sobre presión

$$ha = \frac{C * V}{g}$$

$$ha = \frac{326.64 \frac{m}{s} * 0.31 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$ha = 10.32 \text{ m}$$

C: Celeridad en m/s

V: velocidad en m/s

g: aceleración de la gravedad m/s<sup>2</sup>

### 🚧 Comprobación del cálculo de la tubería

$$\Delta H + h_f + h_a = 17.29 + 0.53 + 10.32 = \mathbf{28.14 \text{ m} < 88.00 \text{ m.c.a}}$$

Se adoptó una tubería SDR 26, cuya presión de trabajo es 113 m.c.a

$$80\% * (SDR - 26) > \text{presión máxima}$$

$$80\% * (113 \text{ mca}) > \text{presión máxima}$$

$$\mathbf{90.4 \text{ mca}} > \mathbf{28.14 \text{ mca}}$$

La tubería propuesta SDR 26 cumple para la presión de 28.14 m.c.a

### 🚧 Segundo Tramo Nodo1 hacia Nodo 2

$$L_{c2} = 131.65 \text{ m}$$

$$\Delta H = 779.916 - 779.874 = \mathbf{0.042 \text{ m}}$$

### 🚧 Cálculos de pérdidas por longitud

$$h_f = 10.675 * \frac{Q^{1.85}}{C} * \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

$$h_f = 10.675 * \frac{0.000654^{1.85}}{150} * \frac{131.65}{0.058^{4.87}}$$

$$\mathbf{h_f = 0.18 \text{ m}}$$



### 🚧 Celeridad de Allievi

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_o \frac{D}{e}}}$$

C: Celeridad en m/s

D: Diámetro interior en mm

e: espesor del tubo en mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Diámetro interno y espesor para tubería de 2" SDR 26 ASTM 2241

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.058}{0.001538}}}$$

$$C = 292.16 \text{ m/s}$$

D: 50.8 mm

e: 1.538 mm.

Ko: Para PVC = 33.3

### 🚧 Cálculo de la sobre presión

$$ha = \frac{C * V}{g}$$

$$ha = \frac{292.16 \frac{m}{s} * 0.31 m/s}{9.81 m/s^2}$$

$$ha = 9.23 \text{ m}$$

C: Celeridad en m/s

V: velocidad en m/s

G: aceleración de la gravedad m/s<sup>2</sup>

### 🚧 Comprobación del cálculo de la tubería

$$\Delta H + hf + ha = 0.042 + 0.36 + 9.23 = \mathbf{9.63 \text{ m} < 88.00 \text{ m.c.a}}$$

- Dado que los tramos anteriores las longitudes son menores de los 200 metros y las elevaciones no superan los 20 m se procedió analizar el tramo del nodo 7 al nodo 8 el cual tiene una distancia mayor a los 300 m

### 🚧 Segundo Tramo Nodo7 hacia Nodo 8

$$Lc2 = 316.55 \text{ m}$$

$$\Delta H = 745.748 - 739.984 = \mathbf{5.764 \text{ m}}$$

### 🚧 Cálculos de pérdidas por longitud

$$hf = 10.675 * \frac{Q^{1.85}}{C} * \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

$$hf = 10.675 * \frac{0.000654^{1.85}}{150} * \frac{316.55}{0.058^{4.87}}$$

$$hf = \mathbf{0.87 \text{ m}}$$

### 🚧 Celeridad de Allievi

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + Ko \frac{D}{e}}}$$

C: Celeridad en m/s

D: Diámetro interior en mm

e: espesor del tubo en mm.

Ko: Para PVC = 33.3

Diámetro interno y espesor para tubería de 2" SDR 26 ASTM 2241

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.058}{0.001538}}}$$

$$C = 292.16 \text{ m/s}$$

D= 50.8 mm

e= 1.538 mm.

Ko= Para PVC = 33.3

#### ✚ Cálculo de la sobre presión

$$ha = \frac{C * V}{g}$$

$$ha = \frac{292.16 \frac{m}{s} * 0.31 m/s}{9.81 m/s^2}$$

$$ha = 9.23 \text{ m}$$

C: Celeridad en m/s

V: velocidad en m/s

g: aceleración de la gravedad m/s<sup>2</sup>

#### ✚ Comprobación del cálculo de la tubería

$$\Delta H + hf + ha = 5.764 + 0.87 + 9.23 = 15.864 \text{ m} < 88.00 \text{ m.c.a}$$

La simulación de la línea de conducción se realizó tomando en cuenta los parámetros primordiales que se deben cumplir siendo estos: las presiones, velocidades y pérdidas unitarias. Las presiones según la normativa deberán estar en los intervalos de 5 m.c.a a 50 m.c.a y las velocidades dentro del intervalo 0.3m/s a 6 m/s, cabe señalar que en todos los casos las presiones y velocidades se encuentran dentro de los intervalos establecidos por la norma.

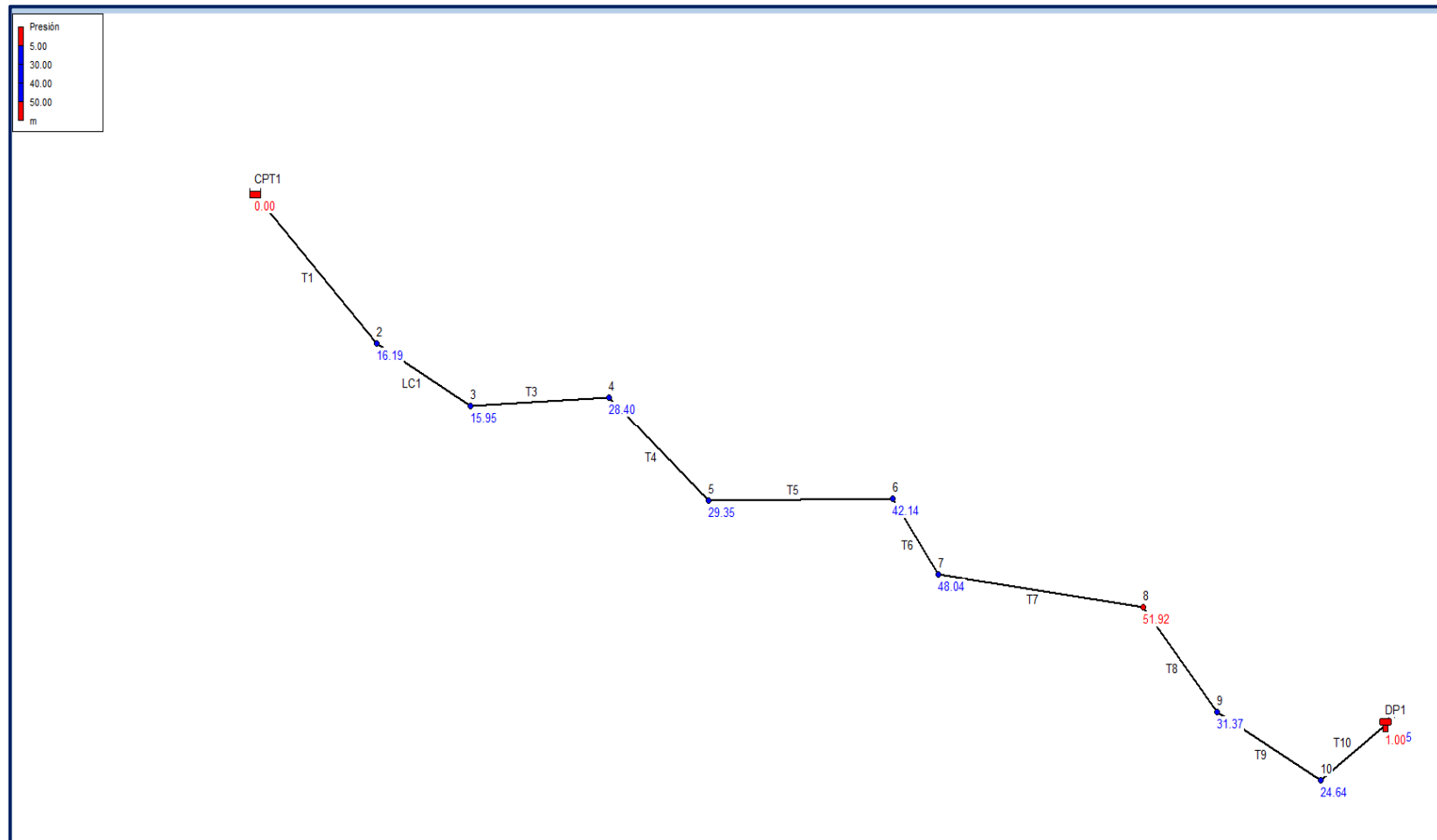
**Tabla N°9:** Resultados hidráulicos línea de Conducción

ID Nudo	Presión	ID Línea	Velocidad	Pérd. Unit.
	m		m/s	m/km
Conexión 2	16.19	Tubería T1	0.34	2.81
Conexión 3	15.95	Tubería T3	0.34	2.81
Conexión 4	28.4	Tubería T4	0.34	2.81
Conexión 5	29.35	Tubería T5	0.34	2.81
Conexión 6	42.14	Tubería T6	0.34	2.81
Conexión 7	48.04	Tubería T7	0.34	2.81
Conexión 8	50.92	Tubería T8	0.34	2.81
Conexión 9	31.37	Tubería T9	0.34	2.81
Conexión 10	24.64	Tubería T10	0.34	2.81
Conexión 11	21.85	Tubería LC1	0.34	2.81

*Fuente: Datos obtenidos del software Epanet*

(Ver ubicación en planos hidráulicos Anexo No.:9

## Resultados del software Epanet versión 2 para la Línea de Conducción (presiones)



Fuente: Datos obtenidos del software Epanet

#### 5.5.4 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento estará ubicado en las coordenadas X=590251.376, Y= 1534713.937 con una elevación de 758.053 msnm.

Dado que las condiciones de acceso hacia el lugar donde se dispondrá para la ubicación de la estructura de almacenamiento son moderadamente óptimas para el traslado de materiales pesados y que se dispone de material como piedra bolón en la zona y generar un costo menor debido a su transporte al lugar, se propone construir un tanque de concreto ciclópeo.

**Tabla N°10:** Cálculos del volumen del tanque

Consumo promedio diario (CPD)	0.396 lts/s
25% de perdidas	0.059 lts/s
	<b>0.456 lts/s</b>
<b>Norma NTON 09 007-19</b>	39.376 m <sup>3</sup> /día
Volumen Compensador      25%CPD + Perdidas	13.696 m <sup>3</sup>
Volumen de emergencia      15%CPD	5.136 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Total del Tanque</b>	<b>18.832 m<sup>3</sup></b>

Las dimensiones del tanque serán 2.30 m de altura, 2.80 m de ancho y largo, el nivel mínimo del agua estará a 0.50 m y el máximo a 2.80 m con un volumen de 18.85 m<sup>3</sup>. (Ver plano lamina No.21 de 21)

El área donde estará ubicado el tanque es de 49 m<sup>2</sup>, el cual se contemplará un cerco de malla ciclón para su protección, en las coordenadas antes mencionadas, ya que es uno de los puntos más altos y accesibles de la comunidad.

La conexión del tanque con la línea de conducción se hará con tubería de diámetro de 2" PVC SDR-26 de tal manera contará con todos los accesorios para su debido funcionamiento tales como tubería de limpieza y de rebose, tubería de entrada y de salida, válvulas de compuertas y flotador. Instalación de escaleras tanto en el exterior como en el interior, tapadera de inspección, impermeabilización.

### 5.5.5 Red de Distribución hidráulica

Para efectos de pre- dimensionamiento se presentará el análisis hidráulico con la condición de sin consumo máximo horario (CMH) a tanque lleno, puesto que la condición más crítica en el cual las tuberías trabajan a su máxima capacidad, de igual forma conocer las presiones máximas esperadas en la misma.

### 5.5.6 Determinación de los caudales nodales

Para el modelado de hidráulico de la red de distribución se calculó por medio del método de la longitud unitaria. Posterior se determinó el caudal unitario para determinar el caudal correspondiente a cada tramo de tubería y seguidamente repartir equitativamente los caudales para obtener la demanda base de donde se pretende que se extraerá caudal.

### Cálculo de caudal unitario

Para determinar el caudal por unidad de longitud de tuberías se dividió el caudal máximo horario 1.05 lps (CMH) al final del periodo de diseño entre la longitud efectiva de la red.

$$q = \frac{CMH}{Lt}$$

$$q = \frac{1.05 \text{ lps}}{3,259 \text{ m}}$$

$$q = 0.000322 \text{ lps/m}$$

Habiendo determinado el caudal unitario se realizó el siguiente paso, que consiste en multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente para obtener el caudal en cada tramo de tubería.

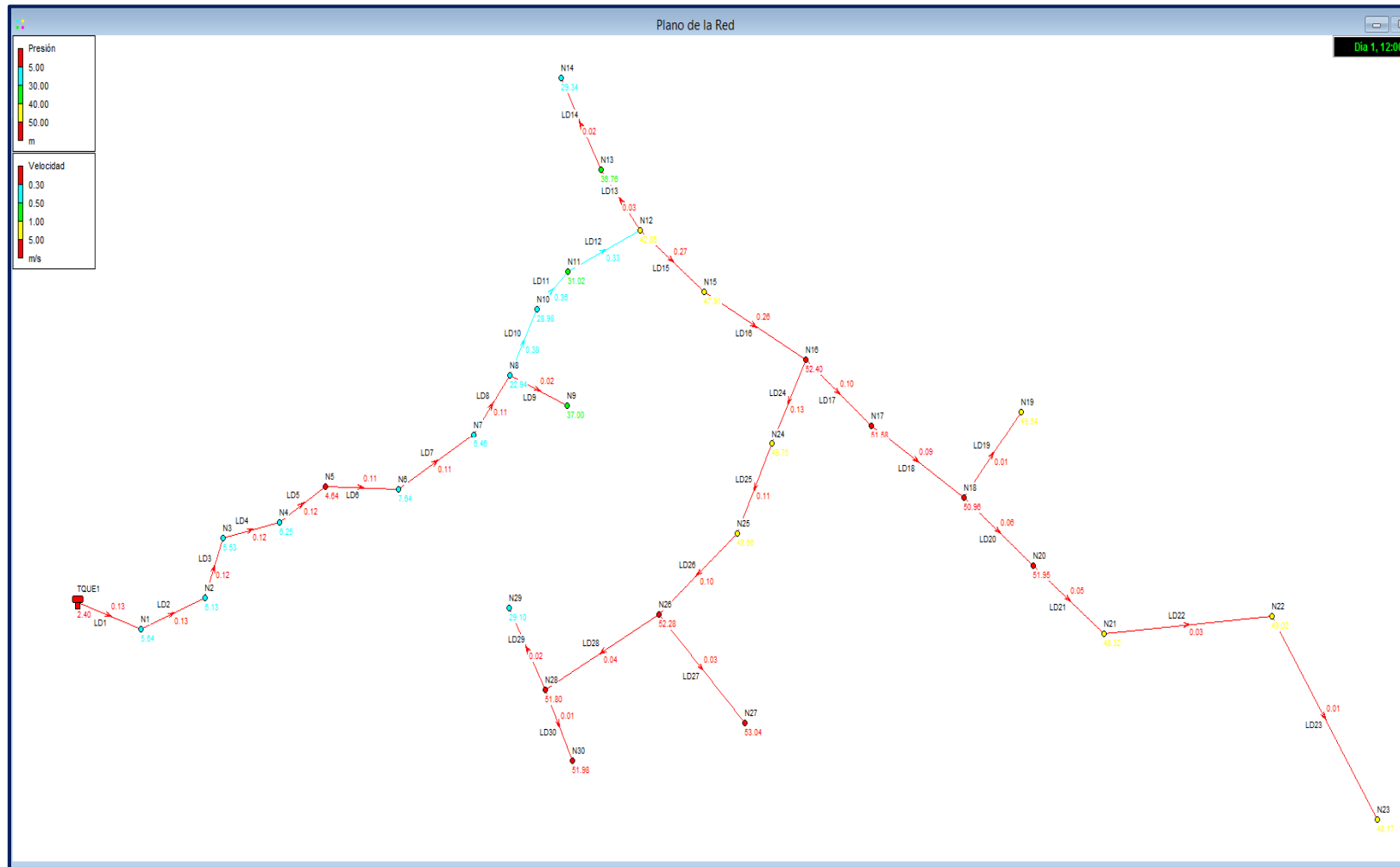
**Tabla N°11:** Resultados obtenidos caudales nodales

ID de Tuberías	Longitud	Caudal unitario	Caudal nodal
	m		
Tubería LD1	72.50	0.000322	0.02335
Tubería LD2	116.62	0.000322	0.03755
Tubería LD3	70.63	0.000322	0.02274
Tubería LD4	58.74	0.000322	0.01891
Tubería LD5	60.45	0.000322	0.01946
Tubería LD6	112.45	0.000322	0.03621
Tubería LD7	114.60	0.000322	0.03690
Tubería LD8	127.35	0.000322	0.04101
Tubería LD9	127.12	0.000322	0.04093
Tubería LD10	118.01	0.000322	0.03800
Tubería LD11	188.00	0.000322	0.06054
Tubería LD12	173.08	0.000322	0.05573
Tubería LD13	71.85	0.000322	0.02314
Tubería LD14	95.97	0.000322	0.03090
Tubería LD15	105.36	0.000322	0.03393
Tubería LD16	158.16	0.000322	0.05093
Tubería LD17	71.72	0.000322	0.02309
Tubería LD18	111.80	0.000322	0.03600
Tubería LD19	61.50	0.000322	0.01980
Tubería LD20	80.41	0.000322	0.02589
Tubería LD21	99.97	0.000322	0.03219
Tubería LD22	96.88	0.000322	0.03120
Tubería LD24	114.69	0.000322	0.03693
Tubería LD25	78.48	0.000322	0.02527
Tubería LD26	152.70	0.000322	0.04917
Tubería LD27	197.07	0.000322	0.06346
Tubería LD28	64.63	0.000322	0.02081
Tubería LD29	132.94	0.000322	0.04281
Tubería LD30	70.31	0.000322	0.02264
Tubería LD23	82.10	0.000322	0.02644

*Fuente:* Datos obtenidos del software Epanet



## Ilustración No.12: Análisis en la condición Consumo Máximo Horario (CMH)



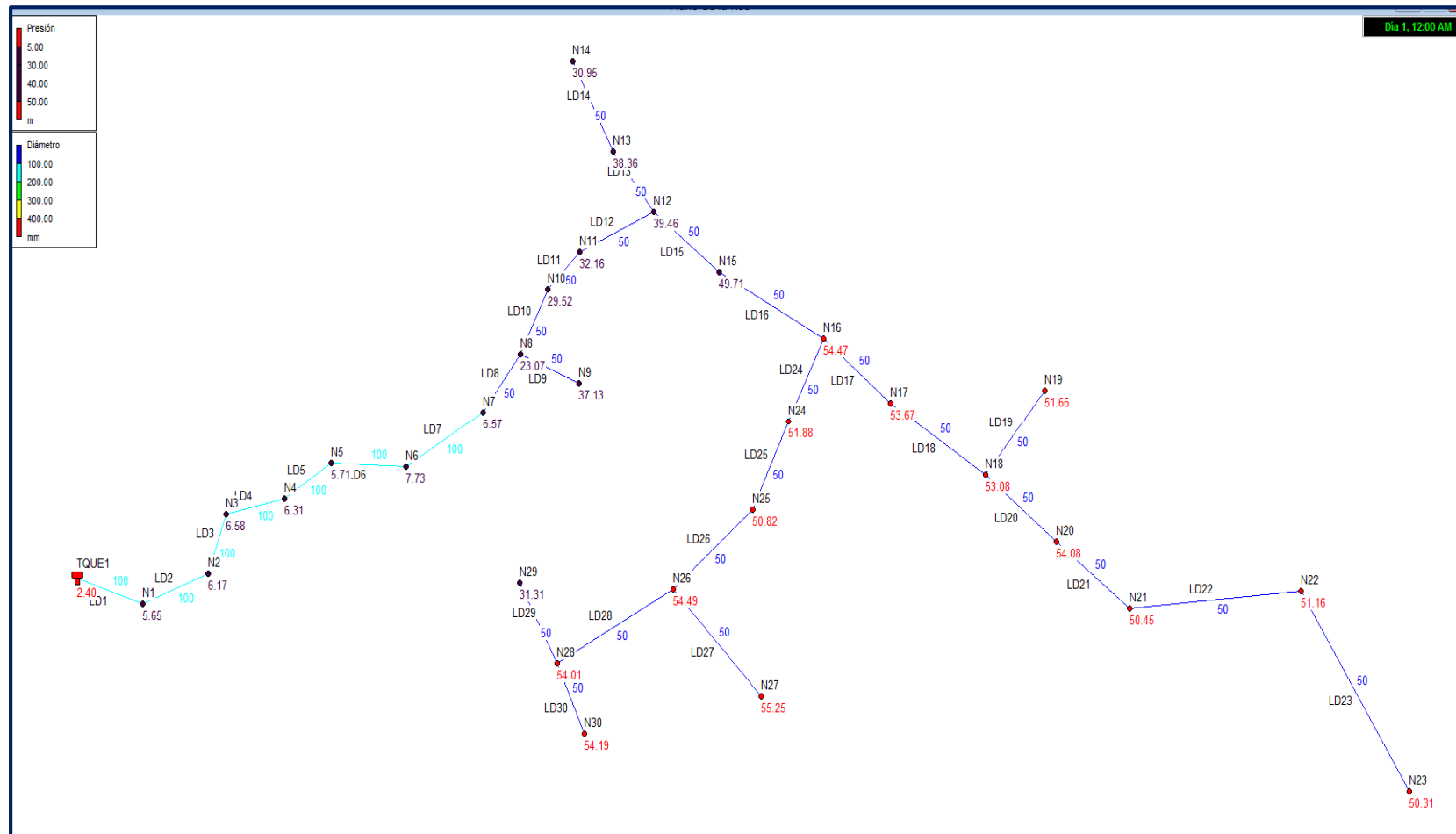
Fuente: Datos obtenidos del software Epanet

**Tabla N°12: Resultados obtenidos con CMH**

ID Nudo	Demanda Base LPS	Presión m	ID Línea	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Conexión N1	0.023	5.64	Tubería LD1	0.3	0.21
Conexión N2	0.0375	6.13	Tubería LD2	0.3	0.21
Conexión N3	0.0227	5.53	Tubería LD3	0.2	0.19
Conexión N4	0.0189	6.25	Tubería LD4	0.2	0.18
Conexión N5	0.0194	4.64	Tubería LD5	0.2	0.18
Conexión N6	0.0362	7.64	Tubería LD6	0.15	0.17
Conexión N7	0.0369	6.46	Tubería LD7	0.11	0.16
Conexión N8	0.041	22.94	Tubería LD8	0.11	0.14
Conexión N10	0.038	28.98	Tubería LD9	0.2	0.02
Conexión N11	0.06	31.02	Tubería LD10	0.4	3.5
Conexión N12	0.055	42.86	Tubería LD11	0.4	3.17
Conexión N13	0.023	36.76	Tubería LD12	0.5	2.69
Conexión N14	0.031	29.34	Tubería LD13	0.3	0.03
Conexión N15	0.034	47.91	Tubería LD14	0.2	0.01
Conexión N16	0.051	52.4	Tubería LD15	0.3	1.91
Conexión N17	0.023	51.58	Tubería LD16	0.36	1.7
Conexión N18	0.036	50.96	Tubería LD17	0.1	0.29
Conexión N19	0.019	49.54	Tubería LD18	0.9	0.23
Conexión N20	0.026	51.95	Tubería LD19	0.1	0
Conexión N21	0.032	48.32	Tubería LD20	0.6	0.11
Conexión N22	0.031	49.02	Tubería LD21	0.5	0.07
Conexión N23	0.026	48.17	Tubería LD22	0.3	0.03
Conexión N24	0.037	49.75	Tubería LD24	0.13	0.5
Conexión N25	0.025	48.66	Tubería LD25	0.11	0.38
Conexión N26	0.049	52.28	Tubería LD26	0.15	0.3
Conexión N27	0.063	53.04	Tubería LD27	0.3	0.04
Conexión N28	0.021	51.8	Tubería LD28	0.4	0.07
Conexión N29	0.043	29.1	Tubería LD29	0.2	0.02
Conexión N30	0.023	51.98	Tubería LD30	0.1	0.01
Conexión N9	0.0409	37	Tubería LD23	0.1	0.01

*Fuente: Datos obtenidos del software Epanet*

## Ilustración No.12: Análisis en la condición sin Consumo Máximo Horario (CMH)



Fuente: Datos obtenidos del software Epanet

**Tabla N°13:** Resultados obtenidos sin CMH

ID Nudo	Presión	ID Nudo	Presión
	m		m
Conexión N1	5.65	Conexión N17	53.67
Conexión N2	6.17	Conexión N18	53.08
Conexión N3	6.58	Conexión N19	51.66
Conexión N4	6.31	Conexión N20	54.08
Conexión N5	5.71	Conexión N21	50.45
Conexión N6	7.73	Conexión N22	51.16
Conexión N7	6.57	Conexión N23	50.31
Conexión N8	23.07	Conexión N24	51.88
Conexión N10	29.52	Conexión N25	50.82
Conexión N11	32.16	Conexión N26	54.49
Conexión N12	39.46	Conexión N27	55.25
Conexión N13	38.36	Conexión N28	54.01
Conexión N14	30.95	Conexión N29	31.31
Conexión N15	49.71	Conexión N30	54.19
Conexión N16	54.47	Conexión N9	37.13
		Depósito TQUE1	2.30

*Fuente:* Datos obtenidos del software Epanet

Dicha red se distribuirá de la siguiente manera:

La longitud total de este tramo es de 3,259 m, el cual estará conformado por tubería de PVC con cédula SDR 26 con presión de trabajo de 112 m.c.a, con un diámetro de 4" (100mm), 2" (50mm), ver planos hidráulicos.

De un total de 30 nodos para este tramo, 9 están por encima de los 50 m.c.a y de estos, y ninguno tiene presiones menores que 5 m.c.a.

Se puede apreciar en la tabla No. 44 que la mayoría de las velocidades se encuentran en los rangos permisibles por las normas r Resultaron 1 tramos de tubería con velocidades mayores a 1 m/s siendo la más alta de 1.03 m/s y velocidades menores a 1 m/s en 29 tramos, de las cuales 22 presenta velocidad menor a 0.5 m/s siendo de 0.16 m/s la más baja entre los nodos 26 y 28.

Este sistema se conectará a un tanque de almacenamiento que tiene una capacidad de 18.80 m<sup>3</sup>, ubicada en la parte alta, para que de esta manera funcione con el fin para el que está diseñado el sistema (por gravedad), cabe señalar que se dispondrá de un hipoclorador de carga constante que estará ubicado cerca del tanque con una caseta de protección.

### **5.5.7 Válvulas**

Se propone instalar válvulas de limpieza de Ø 1 ½", 1", ½" de bronce, en los puntos más bajos de la línea y de la red de distribución.

Instalar válvulas de expulsión de aire de Ø 1 ½", 1", ½" de hierro fundido, en los puntos más altos de la tubería de la red.

#### **Accesorios del sistema:**

Se colocarán accesorios que permitan un buen funcionamiento en el sistema tales como: Codos PVC de 45° en los cambios bruscos de dirección, válvulas de admisión de aire, válvulas de limpieza, válvulas de cierre, pilas rompe presión y válvulas reductoras.

(Ver ubicación en planos hidráulicos Anexo)

### **5.6 Costo total del proyecto**

Una vez definido los cálculos de costo, se obtuvo que el valor total de la obra asciende a C\$ 772,816.49 (Setecientos setenta y dos mil ochocientos dieciséis con 49/100 centavos), equivalentes a \$ 21,647.52 **Veinte y un mil seiscientos cuarenta y siete con 52/100)**

El tipo de cambio oficial al momento en que se hizo el presupuesto (01/10/2022) fue de C\$ 35.70

**Tabla N°14: Resumen de costos del proyecto**

Resumen de Costos del Proyecto				
Etapa	Descripción	u/m	Costo total Directo	
310	Preliminares			
340	Obra de Captación	Glb	C\$	28,689.24
335	Tanque de Almacenamiento	Glb	C\$	97,241.05
325	Pila Rompe Presión	Glb	C\$	9,166.25
360	Cruce Aéreo Sobre Rio y Cauce	Glb	C\$	20,205.90
350	Conexiones Domiciliars	Glb	C\$	38,596.00
320	Línea de Conducción	Glb	C\$	96,180.84
330	Red de Distribución	Glb	C\$	328,246.85
360	Cerco de Protección y Reforestación	Glb	C\$	18,094.25
360	Hipoclorador Carga constante	Glb	C\$	10,710.00
370	Limpieza y Entrega Final	Glb	C\$	15,350.00
<b>A</b>	<b>Total Costos Directos</b>		<b>C\$</b>	<b>662,480.38</b>
<b>B</b>	<b>Costos Indirectos (10% CD)</b>		<b>C\$</b>	<b>66,248.04</b>
<b>C</b>	<b>Sub Total (A+B)</b>		<b>C\$</b>	<b>728,728.42</b>
<b>D</b>	<b>Administracion 6% (CD+CI)</b>		<b>C\$</b>	<b>43,723.71</b>
<b>E</b>	<b>Utilidades 5% (CD+CI)</b>		<b>C\$</b>	<b>36,436.42</b>
<b>F</b>	<b>Sub Total (C+D+E)</b>		<b>C\$</b>	<b>765,164.84</b>
<b>G</b>	<b>Impuesto 1% (F)</b>		<b>C\$</b>	<b>7,651.65</b>
<b>H</b>	<b>Costo Total de la Inversion (F+G)</b>		<b>C\$</b>	<b>772,816.49</b>
	<b>Costo Total de la Inversion en dólar (T/C= 35.7 C\$)</b>		<b>\$</b>	<b>21,647.52</b>

*Elaboración Propia*

### 5.6.1 Costo de operación y mantenimiento

Para brindar un servicio eficiente y continuo a la población es necesario determinar los costos de operación y mantenimiento del sistema durante su periodo de diseño.

#### Gastos de Hipoclorito de calcio

**Gasto de cloro = 46.41C\$/kg x 35.48 kg/año = C\$ 1,646.63**

### 5.6.2 Gastos Administrativos

Para la operación y mantenimiento del sistema, se propondrá una persona para que realice las actividades de responsable administrativo, fontanero y clorador.

- **Gastos de personal.**

Se considerará un gasto mensual administrativo de C\$ 800.00.

Sueldo anual = C\$ 800 x 12 meses = **C\$ 9,600.00**

- **Gasto de Transporte**

Se considerará un gasto mensual de transporte de C\$ 80.00.

Gasto de transporte = C\$ 80 x 12 meses = C\$ 960.00

### 5.6.3 Costos de Mantenimiento

- **Mantenimiento de cercos de protección**

Tal actividad consiste en la reparación de los cercos de las obras hidráulicas, tales como obra de captación, pilas rompe presión y tanque de almacenamiento, el cual tendrá un costo de 1 % del valor total del costo del cerco y se realizará una vez al año.

Costo de cercos = C\$ 18,094.25 x 0.01 = **C\$ 180.95**

### Limpieza de predios

Esto consiste en la limpieza de montes en los predios de las obras hidráulicas, las cuales se realizarán 4 veces al año y su costo será de C\$ 150 c/u.

- Costo anual = 4 x C\$ 150 = **C\$ 600.00**

### Limpieza de obras hidráulicas

Esta actividad de limpieza consiste en mejorar la calidad del agua, la cual se realizará cada mes con un valor de C\$ 370.50 por limpieza

- Costo anual = 12 x C\$ 370.50 = **C\$ 4,446.00**

### **Mantenimiento obra de captación**

Esta actividad consiste lo que genera la reparación del dique de retención, caja de acopio, reparación de tuberías y se ejecutará cada 5 años y tendrá con un costo de 5 % del costo total de la estructura.

- Costo anual de mantenimiento = C\$ 28,689.24 x 0.05 = **C\$ 1,434.46**

### **Mantenimiento del tanque almacenamiento**

Consiste en la reparación de grietas visibles, tuberías, accesorios, dicha actividad se realizará cada 5 años y tendrá un costo del 5 % del costo de la estructura

- Costo anual de mantenimiento = C\$ 93,566.05 x 0.05 = **C\$ 4,678.30**

### **Mantenimiento Línea de conducción y Red distribución**

Tendrá un costo de mantenimiento de C\$ 1.50 por metro de tubería

Costo anual = C\$ 1.50 x 5,209 m = **C\$ 7,813.50**



**Tabla N°15:** Costo de operación y mantenimiento durante periodo de diseño

Años	Costos Operativos C\$		Costo de Mantenimiento C\$						Costo operación y mantenimiento
	Cloracion	Admon	Cerco	Limpieza Predios	Limpieza obras hidráulicas	Obra de Captacion	Tanque Almacenamiento	linea de conduccion y red	Anual/C\$
2021	1646.70	9600	180.95	600	4446			7813.5	24287.15
2022	1687.97	9600	180.95	600	4446			7813.5	24328.42
2023	1725.12	9600	180.95	600	4446			7813.5	24365.57
2024	1774.64	9600	180.95	600	4446			7813.5	24415.09
2025	1815.91	9600	180.95	600	4446			7813.5	24456.36
2026	<b>1861.31</b>	9600	<b>180.95</b>	600	4446	<b>1434.46</b>	<b>4678.30</b>	<b>7813.50</b>	<b>30614.52</b>
2027	1910.84	9600	180.95	600	4446			7813.5	24551.29
2028	1956.23	9600	180.95	600	4446			7813.5	24596.68
2029	2005.76	9600	180.95	600	4446			7813.5	24646.21
2030	2059.41	9600	180.95	600	4446			7813.5	24699.86
2031	<b>2104.81</b>	9600	<b>180.95</b>	600	4446	<b>1434.46</b>	<b>4678.30</b>	<b>7813.50</b>	<b>30858.02</b>
2032	2158.46	9600	180.95	600	4446			7813.5	24798.91
2033	2212.11	9600	180.95	600	4446			7813.5	24852.56
2034	2265.77	9600	180.95	600	4446			7813.5	24906.22
2035	2327.67	9600	180.95	600	4446			7813.5	24968.12
2036	<b>2381.32</b>	9600	<b>180.95</b>	600	4446	<b>1434.46</b>	<b>4678.30</b>	<b>7813.50</b>	<b>31134.53</b>
2037	2443.23	9600	180.95	600	4446			7813.5	25083.68
2038	2501.01	9600	180.95	600	4446			7813.5	25141.46
2039	2571.17	9600	180.95	600	4446			7813.5	25211.62
2040	2633.08	9600	180.95	600	4446			7813.5	25273.53
2041	<b>2699.11</b>	9600	<b>180.95</b>	600	4446	<b>1434.46</b>	<b>4678.30</b>	<b>7813.50</b>	<b>31452.32</b>
<b>Total</b>	<b>44741.65</b>	<b>201600</b>	<b>3799.95</b>	<b>12600</b>	<b>93366</b>	<b>5737.84</b>	<b>18713.2</b>	<b>164083.5</b>	<b>544642.1372</b>

*Elaboración Propia: Costo de Operación y Mantenimiento*

### 5.6.9 Tarifa de agua potable

Una vez determinados los costos de operación y mantenimiento, se procedió a estimar una tarifa aproximada para el pago del servicio, dicha tarifa será con el

propósito de garantizar que el sistema sea auto sostenible durante su periodo de diseño.

$$TarifaAnual = \frac{CT}{\# Viviendas}$$

$$TarifaAnual = \frac{C\$ 24,287.15}{70} = C\$ 346.96$$

La tarifa anual de C\$ 346.96 se dividirá entre 12 meses para determinar el costo mensual por vivienda, lo cual tendría un valor aproximado de C\$ 28.92

### **5.7 Requisitos generales**

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, los siguientes requisitos obligatorios:

El Contratista programará la obra a ejecutar con la aprobación de El Ingeniero. Si por algún motivo, durante las obras en ejecución, se dañara una tubería de agua potable de la red o alguna conexión domiciliar, El Contratista será responsable por su inmediata reparación, sea cual fuere el diámetro de la tubería dañada.

El Contratista planeará la ejecución de sus trabajos en coordinación con el dueño de la obra.

El Contratista deberá suministrar todo el material a utilizar en la obra, el cual, al momento de ser ingresado a bodega, deberá ser revisado y aprobado por El Ingeniero, para que este pueda ser incorporado al proyecto.

El Contratista deberá cubrir la tubería y accesorios instalados, previa aceptación de El Ingeniero, una vez verificada su correcta instalación y efectuada todas las pruebas de la misma. No se permitirá a El Contratista mantener en cada frente más de 100.00 metros de zanja abierta sin tubería instalada.

El Contratista será responsable de la conservación de la obra en ejecución, hasta la fecha que se le extienda el Certificado de Recepción definitiva de parte de El Ingeniero.

### **Actividades preliminares**

#### **Trazo y nivelación**

El Contratista verificará y utilizará con los datos de las libretas de topografía de diseño que serán facilitadas por el dueño de la obra, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel o P-I. El Contratista deberá colocar niveletas espaciadas convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales al instalar las tuberías. Antes de proceder con las siguientes actividades de instalación de tubería, El Ingeniero examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

En caso de falla de las mediciones, El Contratista deberá corregir tales desviaciones, para obtener la aprobación de El Ingeniero. Así mismo, El Contratista deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dure la labor de instalación de tubería en el tramo. Una vez construido el sistema, El Contratista entregará al dueño de la obra las libretas de topografía en el mismo estado de conservación con que se le fueron entregadas.

#### **Excavación**

Este artículo cubre todas las excavaciones normales, especiales, adicionales, sean estas en tierra normal o especial, necesarias para efectuar la construcción de las Obras del Sistema de Agua Potable para la Comunidad de Rio Grande, Municipio de San Rafael del norte.

#### **Dimensiones de la excavación**

Las excavaciones de zanjas y de obras de captación, se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por El Ingeniero.

El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 m. El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente, por tanto, el fondo de la zanja será excavado a mano, usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo.

En caso de que, en la excavación, se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el zonzocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique El Ingeniero, pero no más de 0.30 m debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular que será apisonado en capas que no excedan los 10.00 cm hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

En un caso extraordinario, en que la excavación sea en cascajo, piedra cantera o roca, se removerá la misma, hasta una profundidad de 0.15 m bajo la rasante propuesta del tubo, rellenándose posteriormente con material granular y actuando conforme al procedimiento descrito en el párrafo anterior.

La excavación de zanjas no se debe adelantar substancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100 m en cada frente de trabajo.

### **Restricción y calidad del trabajo**

No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería, y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por El Ingeniero.

Se reservará una orilla despejada de 50 cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería, supervisores, visitas, etc.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del Sitio de la Obra de una manera aprobada por El Ingeniero.

Aun suponiendo que el relleno de la tubería instalada, en su tiempo se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería. Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de El Contratista de ademar o desaguar la zanja, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá de El Contratista y a su cuenta, remover el material inestable y rellenar la zanja de la manera descrita en el acápite

### **Relleno y Compactación**

Las conexiones domiciliarias de agua potable y cualesquiera otras que sean rotas o averiadas durante la construcción, serán reemplazadas por y a cuenta de El Contratista.

Las excavaciones no deben rebasar el 45% de los soportes normales de cualquier fundación.

### **Tipos de excavación**

Los tipos de excavación de una zanja o de un pozo de exploración, etc., se clasifican según su profundidad y grado de dureza, del tipo de material que se está excavando.

Por la forma de excavación:

Manual: Se considerará excavación manual, cuando cualquier tipo de excavación que sea realizada por el hombre utilizando única y exclusivamente las herramientas comunes para ello, tales como pala, pico, piocha, barra, mandarina, piqueta, etc.

Por su profundidad

Excavación normal: Se considerará excavación normal a toda aquella, cuya profundidad sea igual o menor de 1.20 m.

Por la dureza del material.

Excavación normal: Se considerará excavación en tierra normal, siempre que la actividad sea realizada manualmente y el grado de compactación o dureza del material, permita el uso de herramientas comunes para excavar tierras de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas o combinaciones entre ellas serán considerados como tierra normal, ante el hecho de que éstas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir obligatoriamente el uso de barra.

Excavación especial: Se considera excavación especial cuando el material encontrado tenga un grado de compacidad y dureza mayor que el definido para tierra normal, en orden ascendente a la dificultad de excavación serían:

Excavación en cascajo: Se considera excavación en cascajo toda aquella realizada en terrenos que presenten consistencia pedregosa y con cierto grado de dificultad de penetración. Este material es de comportamiento arcilloso y/o compacto y de difícil penetración con pico, y requiere el uso adicional de barra para su excavación.

Excavación en cantera: Este tipo de excavación será catalogada como tal, solamente en aquellos casos en que la arenisca consolidada o la pizarra, origen

de la cantera, tenga un grado de dureza que obligue a utilizar únicamente barra Para su penetración. Este material no podrá ser utilizado como relleno.

Excavación en roca: Roca comprende todo aquel material que a opinión de El Ingeniero solo pueda ser removido perforando y utilizando cargas explosivas o perforando y usando cuñas.

El concreto, ladrillos, piedras, etc., se considerará roca, si el volumen que se va a remover excede 1/3 de un metro cúbico.

### **Instalación de tubería y accesorios**

#### **Requisitos generales.**

La rasante de los tubos y accesorios deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de “Media Caña” a fin de que una cuarta parte ( $\frac{1}{4}$ ) de la circunferencia del tubo y en toda su longitud, quede en contacto con terreno firme.

Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos o por El Ingeniero y con la campana pendiente arriba.

Los tubos deberán limpiarse adecuadamente antes y justo antes de la instalación, para permitir un buen acople entre la espiga y campana.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria. Se deberá evitar el uso de métodos bruscos en el manejo de los tubos, tal como dejarlos caer, y, en lo posible, se deberán descargar a mano.

El almacenamiento de la tubería de PVC, deberá ser hecho sobre terreno llano, exento de piedras, y de preferencia, bajo cubierta y a la sombra.

Durante la instalación de los tubos, no se permitirá por ninguna circunstancia, la presencia de una mínima cantidad de agua en la zanja, dado que ésta, puede cambiar la pendiente de la tubería, socavar el fondo de la zanja, e impedir una adecuada y rápida instalación. El modo de bajar los tubos a la zanja deberá ser a mano, no dejarlos caer sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre el suelo, teniendo cuidado especial de que no se dañen o raspen las campanas o espigas de los tubos. No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocados, hasta que hayan sido cubiertos con material de relleno hasta 0.30 m. de espesor sobre la corona del tubo.

Los extremos de los tubos que hayan sido instalados serán protegidos con tapones de material aprobado por El Ingeniero, para evitar que tierra u otras suciedades penetren en los tubos.

Al finalizar la instalación de la tubería, ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra y otras suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar la tubería que se va instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones. La tubería podrá ser del tipo campana y espiga para junta rápida.

### **Suministro e instalación de tuberías de PVC.**

Esta Sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, y mano de obra necesarios para instalar tuberías y accesorios de PVC de varios diámetros de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.



**Materiales.**

El Contratista asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de prevenir daños a éstos.

El Contratista proveerá todos los materiales que sean necesarios para efectuar los trabajos estipulados bajo este Contrato.

**Calidad de tubos y accesorios.**

Todos los tubos de PVC SDR – 26, se ajustarán a la norma ASTM-3034-72. Estos tubos, deberán tener un extremo en espiga y otro de campana, para el acople de los mismos. Igualmente, los accesorios plásticos deberán cumplir con la norma ASTM D-3034-74

**Cortes y rectificaciones de tubería.**

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

- Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tuberías existentes.
- Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.
- Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a pozos de visita.

**Cortes**

Los tubos de PVC pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano de dientes finos y una caja de ingletes.

Los tubos se deberán cortar en ángulo recto con relación a su eje. Se deberá remover totalmente la rebaba por medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo.

Cualquiera que sea el método de corte utilizado, es necesario tener presente las siguientes recomendaciones:

Marcar con tiza, o con lápiz grueso, una línea que señale el corte que se va a hacer, este corte deberá ser exactamente perpendicular al tubo, el tubo debe estar sujeto firmemente para evitar que se mueva durante el corte, en caso de cortes fuera de la excavación, se deberá hacer girar el tubo a medida que se va cortando, de modo que la parte que debe cortarse, este siempre del lado superior, no debe dejarse la extremidad del tubo sin apoyo, pues es posible que ese extremo se quiebre por su propio peso antes de completar el corte.

Uniones para este proyecto específico, todas las tuberías de PVC deberán ser con uniones rígidas utilizando cemento solvente.

Uniones con solvente de PVC para uniones con concreto para cualquier acople de tubos de PVC con cualquier dispositivo de inspección y limpieza, que sea de concreto, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

Siempre, el extremo del tubo que entre a cualquier dispositivo de inspección y limpieza deberá ser en espiga, nunca en campana.

Si es necesario, se podrá cortar el tubo, hasta obtener la longitud de acople requerida, nunca deberá quedar parte del tubo fuera de las paredes internas del dispositivo. Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo espiga del tubo que se va a insertar en el dispositivo de inspección y limpieza, cerciorándose que esté completamente seco.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño, libre de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. El mortero consistirá en una mezcla de cemento solvente (pegamento) para PVC y arena, en una proporción 3:1 respectivamente. Una vez limpiadas estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas.

Usando una cuchara plana de albañilería y con las manos limpias, úntese el mortero en la parte exterior de la espiga del tubo y en el borde del orificio del dispositivo, inmediatamente después, introduzca el tubo en el orificio y rellene con el mismo mortero, cualquier espacio vacío entre el tubo y el orificio del dispositivo, de ser necesario, deberá colocar formaletas para que el mortero no resbale y para ejercer presión entre la mezcla y los elementos a unir y así lograr una buena adherencia entre los materiales.

Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de mortero sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo.

Coloque la espiga del tubo ya cementado en el orificio del dispositivo, dándole un poco de movimiento rotativo para eliminar las burbujas de aire.

Por ningún motivo será permitido usar PERMATEX, al unir material plástico con cualquier otro tipo de material derivado del petróleo, ya que estos productos son altamente nocivos para el plástico.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

**Baldeo y remoción de agua.**

El término “Baldeo de las aguas”, se utiliza para identificar la acción de evacuar las aguas que recibe la excavación, al efectuar una pinchadura o corte en alguna tubería.

No se permitirá en ningún momento, que estas aguas aneguen la zanja, por tanto, se deberá proceder a su inmediata reparación por parte de El Contratista.

**Protección de obras no terminadas.**

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, El Contratista tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas, para evitar que tierra u otros materiales indeseables puedan penetrar en las mismas. Cualquier material extraño que se encuentre, deberá ser removido por cuenta de El Contratista.

**Pruebas de tubería.**

Prueba de laboratorio: Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos de la ASTM D-3034-74, para tubos de PVC.

Las pruebas de los tubos serán realizadas en laboratorio designados por El Ingeniero y el costo de las pruebas será pagado por El Contratista.

**Pruebas de campo**

Tubos con uniones rígidas: Después de instalar los tubos en la zanja, y efectuado el relleno 0.30 metros sobre corona del tubo, antes de proseguir con el resto del relleno, El Contratista deberá hacer en presencia de El Ingeniero, las siguientes pruebas a la tubería (prueba de pérdida de presión):

Protección de tubería: Bajo este artículo,

El Contratista proveerá todo el material, mano de obra, herramientas y equipos necesarios, para proteger las nuevas tuberías, que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original.

Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

Recubrimiento de concreto simple: Todo el material de concreto para revestir tuberías conforme los detalles típicos mostrados en los planos o según lo indique El Ingeniero, deberá seguir las especificaciones técnicas descritas en el Capítulo "Concreto". El revestimiento mínimo deberá ser de 20 centímetros alrededor de la pared exterior del tubo. El concreto a utilizar deberá tener una resistencia mínima a los 28 días del colado de 3,000 lbs./plg.<sup>2</sup> (PSI).

### **Relleno y compactación**

#### Recursos y procedimientos

Para toda zanja abierta para la instalación de tuberías o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá de El Contratista el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación con los mismos.

#### **Tipos de relleno.**

Relleno normal: Se considerará relleno normal, cuando la profundidad de relleno no exceda los 1.20 m. Cabe mencionar que este relleno normal, puede ser normal común o normal especial, según el material de relleno que se utilice.

Relleno común: Consiste en material aprobado y seleccionado, extraído de la misma excavación de la zanja o de otra fuente, y debe estar libre de terrones y piedras mayores de 10 cm de diámetro, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos desagradables.

El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco de material original al momento de su compactación, para que al final se obtenga una compactación al 95% PROCTOR.

En el caso de zanjas para la instalación de las nuevas tuberías, su rango de profundidad de aplicación corresponderá de 0.00 m hasta 0.30 m. antes de la corona del nuevo tubo independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

En el caso de cualquier otro tipo de excavación, su rango de profundidad de aplicación puede ser variable, el cual debe ser medido al momento de su realización para efectos del control, medición y pago.

En el caso de calles rústicas de tierra, el rango de profundidad de aplicación del relleno común comprenderá desde los 30 centímetros arriba de la corona del tubo, hasta la rasante de la calle o nivel de calle existente, apisonado en capas de 15 centímetros independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

En el caso de calles con superficie de rodamiento, el rango de profundidad de aplicación del relleno común comprenderá desde los 30 centímetros arriba de la corona del tubo, hasta el nivel de subrasante, apisonado en capas de 15 centímetros.

El nivel de sub rasante deberá quedar a 28 cm del nivel de la superficie de rodamiento, y es hasta aquí que llega el alcance del relleno y compactación en la actividad de instalación de tubería en el caso de calles con superficie de rodamiento. El resto del relleno y compactación estará incluido en la actividad de reposición de superficie de rodamiento.

**Relleno especial.**

Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o en todo caso, cualquier material con propiedades superiores al proveniente de la propia excavación para el relleno del espacio entre el tubo y las paredes de la zanja y hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

Este material deberá ser como mínimo, tierra suelta libre de cualquier tipo y tamaño de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptible de descomposición, etc.,

En el caso de zanjas para la instalación de tubería, el rango de profundidad de aplicación del relleno especial comprenderá desde los 30 centímetros sobre la corona del tubo hasta el nivel de rasante del tubo, es decir, el fondo de la zanja, apisonado en capas de 10 centímetros, independientemente del diámetro y pendiente de la tubería que se esté instalando.

El relleno hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no fuesen apropiados para el relleno.

El Contratista obtendrá por su cuenta, y en los bancos de material de préstamo indicados, los volúmenes requeridos. El apisonado se hará cuidadosamente de tal manera que el tubo no se desplace de su posición original.

**Relleno de zanjas al interrumpir el trabajo.**

Si se discontinúa el trabajo por completo, o sea que cualquier zanja quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de El Contratista, éste

deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas en el tramo.

### **Compactación.**

Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), y será compactada adecuadamente.

La capa de relleno especial (material selecto o especial escogido de la excavación) desde el fondo de la zanja hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Para el caso de calles de tierra o con superficie de rodamiento de cualquier tipo camino, con las pruebas de compactación, se deberá obtener al menos un porcentaje de compactación del 85 % y 95% respectivamente, del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

### **Disposición de material sobrante.**

Los materiales excavados de carácter satisfactorio para la actividad de relleno serán amontonados a la orilla de la zanja en forma adecuada y aprobada por El Ingeniero, mientras se realizan las operaciones de instalación de tubería y el posterior relleno y compactación.

Los materiales no utilizables originados de la excavación, en el relleno y en la compactación en exceso del requerido, serán retirados de inmediato del sitio de la obra por cuenta de El Contratista y dispuestos en un lugar aprobado por El



Ingeniero, debiendo suministrar todos los recursos necesarios para retirarlos del sitio y depositarlos adecuadamente conforme las exigencias de la Alcaldía.

En el caso de que el sobrante de material sea debido a la importación de material adicional, la disposición será tomada en cuenta en el concepto de relleno y compactación adicional.

Relleno y compactación del fondo la captación y el tanque de almacenamiento.

Todos los suelos, dentro del trazado de las construcciones, que han sido alterados, se compactarán a la misma densidad que la especificada para el relleno.

#### **Compactación del fondo de la captación.**

El material del fondo de la captación deberá compactarse al 95% PROCTOR STANDARD.

El material para utilizarse tanto para la impermeabilización de fondo y taludes, así como para el relleno común deberá ser rectificado por un laboratorio de suelos de reconocida capacidad y experiencia y aprobado por El Ingeniero.

#### **Controles de compactación.**

El Contratista llevará bajo su costo y responsabilidad el manejo de los controles de materiales y métodos constructivos a fin de lograr los resultados señalados en estas especificaciones. El dueño de la obra se reserva el derecho de comprobar la calidad del trabajo en los lugares y las veces que sea necesario a juicio del Ingeniero.

Todos los ensayos de laboratorio requeridos por el Contratista en el campo de acuerdo con estas especificaciones, para garantizar y controlar la calidad del trabajo y los materiales, serán de su propia y total responsabilidad.

El Ingeniero comprobará los resultados de compactación en los lugares y las veces que a su juicio estime necesario.

## **Concreto, acero de refuerzo y mampostería**

### **Condiciones generales de Concreto:**

Toda mención hecha en estas Especificaciones o indicadas en los planos, obliga a El Contratista a suplir e instalar cada artículo, material o equipo, con el proceso indicado y con la calidad requerida, o sujeta a calificación, y a suplir la mano de obra, equipo y otros bienes complementarios necesarios para la terminación de cualquier obra que incluya concreto, mampostería, acero, o una combinación de ellos en sus etapas constructivas.

### **Normas y especificaciones.**

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último Informe del Comité A.C.I. 301.

### **Resistencia del concreto**

Todo el concreto empleado tendrá un revenimiento mínimo de 2 plgs, y no mayor de 4 plgs, y/o conforme el diseño del concreto sometido por El Contratista y aprobado por El Ingeniero.

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días de edad de acuerdo con las normas A.S.T.M. C-39-66. El Contratista tomará cilindros de la mezcla de concreto según lo ordene El Ingeniero, para determinar su resistencia por medio de ensayos de laboratorios, los cuales serán pagados por El Contratista. Se tomarán dos (2) cilindros por llena por frente de trabajo por día. En caso de sospecha de alguna bachada de concreto, El Ingeniero podrá ordenar toma de cilindros adicionales.

La mezcla de concreto fresco empleada en todas las estructuras deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar completamente los encofrados, sin dejar cavidades interiores o superficiales.

El concreto empleado en la construcción de losas, cajas, vigas, columnas y otros elementos estructurales, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de 210 kg./cm<sup>2</sup> (3,000 lbs/plg<sup>2</sup>) a los 28 días de edad.

### **Materiales del concreto**

#### **Cemento**

El cemento para utilizar en la preparación de mezclas de concreto será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Inspector. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10 (diez) sacos.

#### **Agua**

El agua para emplear en la mezcla de concreto deberá ser limpia, y estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por El Ingeniero.

#### **Agregados**

Extiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se

mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de la A.S.T.M. para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de 3/4 (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones A.S.T.M. C-33-59 y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

### **Mezclado del concreto**

El Ingeniero podrá autorizar la mezcla del concreto a mano; debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable (bateas, etc.), primero logrando una mezcla de aspecto uniforme y agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas. No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo.

### **Transporte y colocación del concreto**

Antes de proceder a la colocación del concreto, El Ingeniero deberá aprobar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados.

Para tal efecto, El Contratista deberá notificar a El Ingeniero con dos (2) días de anticipación la fecha y hora aproximada en que se propone iniciar el colado del concreto y el tiempo aproximado que durará dicha operación. En todo caso, El Contratista no procederá a la colocación del concreto sin la autorización expresa de El Ingeniero y sin la presencia de éste o su Representante.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo. El colado del concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de tres (3) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

### **Formaletas**

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el concreto sin movimientos locales superiores a la milésima de luz. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio ( $1/3$ ) de los esfuerzos de diseño. Las juntas de las formaletas no dejarán rendijas de más de tres (3) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se compriman y deformen los tablonos, en el caso de usar madera. Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto para evitar descascamientos de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

### **Desencofrados**

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre alguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura, junto con el sistema restante de formaleta y de puntales tenga suficiente resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella.

### **Curado del concreto**

Después de la colocación del concreto deben protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo del sol y de la lluvia.

El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio de El Ingeniero.

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros siete (7) días. Se evitarán todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamiento en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

El Contratista debe acatar todas las indicaciones que le haga El Ingeniero al respecto. Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

### **Reparación de defectos en el concreto**

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras), deben repararse, picando bien las secciones defectuosas, eliminando todo el material suelto. Las zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxidos, siguiendo las instrucciones de El Ingeniero.

### **Acero de refuerzo**

#### **Característica de las varillas:**

El acero de refuerzo serán barras deformadas según las especificaciones A.S.T.M.A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la A.S.T.M.-A-615 Grado 40 con límite de fluencia  $F_y = 2,800 \text{ kg./cm}^2$ .

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un (1) centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

### **Colocación del acero del refuerzo**

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce # 16 y tacos de concreto o piedra, y entre sí, con ataduras de alambre de hierro dulce # 16, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que éste pueda envolverlas completamente.

### **Recubrimiento**

Salvo indicación especial en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos 7.5 centímetros cuando es colado directamente en el suelo sobre pisos y cimientos y entre 4 y 5 centímetros de las paredes laterales del suelo vertical o de la intemperie y 2.5 centímetros en las columnas.

La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones de El Ingeniero. Cualquier cambio en la disposición o tamaño de las varillas deberá ser autorizado previamente por El Ingeniero.

Ninguna varilla parcialmente ahogada en concreto se doblará en el campo. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, antes de proceder a la llena.

### **Mampostería**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicado en los planos, obligan a El Contratista a suplir e instalar, cada artículo, material o equipo con el proceso o método indicado y de la calidad requerida o sujeta a calificación y suplir toda la mano de obra, equipo y complementos necesarios para la terminación de cualquier obra del proyecto que utilice el recurso de mampostería.

### **Ladrillo de barro recocido o cuarterón**

Los ladrillos de barro recocido a utilizar tendrán dimensiones de 25cm x 12.5cm x 7.5cm, y deberán presentar estructura compacta, granular, uniforme, exentas de grietas, fracturas, planos de estratificación y de aristas bien cortadas y definidas, sin presentar superficies ahuecadas o disparejas

### **Concreto ciclópeo**

La piedra bolón deberá tener una resistencia mínima a la compresión normal a su plano de 2,000 lbs/plg<sup>2</sup> (PSI), y paralela a los planos de 1,500 lbs/plg<sup>2</sup> (PSI); una gravedad específica de 2.1 y un diámetro máximo de 6" (15 cm).

Deberá utilizarse para la mezcla, una (1) parte de cemento, y cuatro (4) partes de arena, las que en conjunto no deberá exceder del 25% del total del volumen, una vez agregada la piedra.

### **Mortero**

Independientemente de las proporciones en que se utilizará el mortero, se podrá mezclar en mezcladora mecánica o bien en bateas de madera de forma trapezoidal especiales para mezclarse manualmente, para garantizar una mezcla homogénea y libre de impurezas

No se permitirá el uso de morteros en el cual el cemento haya comenzado su período de fraguado.

### **Método constructivo**

Toda la mampostería debe ser construida a plomo y escuadra de acuerdo con las dimensiones y líneas indicadas en los planos.

Las uniones horizontales y verticales deben ser efectuadas con camadas de mortero de un (1) centímetro de espesor. El bloque deberá mantenerse seco antes de su colocación.



En el proceso de instalación y pegado del bloque, deberán observarse las normas de construcción adecuadas para que resulte un trabajo perfecto, tal como el procedimiento constructivo señalado en el Reglamento Nacional de Construcción RNC 07.

El trabajo debe mantenerse libre de todo exceso de materiales, así como morteros y derrame de concreto.

### **Repello y fino de paredes.**

Este capítulo abarca todos los trabajos del proyecto que conlleven la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto.

Se repellarán y afinarán todas las superficies indicadas en los planos, ya sean externas o internas. El repello de las superficies se ejecutará con el mortero correspondiente, lanzándolo con fuerza con la paleta extendiéndolo después con la llana. Deberá tenerse la precaución de colocar previamente maestras verticales bien aplomadas y en línea, en número suficiente para asegurar una superficie plana y de aristas perfectas.

Las superficies de concreto que deben repellarse serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero.

No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado, se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia.

Deberá usarse la siguiente proporción: una (1) partes de cemento PORTLAND tipo I y cuatro (4) partes de arena.

El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua. Se curará durante siete (7) días con abundante agua.

Los cajones para la mezcla se mantendrán limpios de materiales endurecidos. La cantidad de mezcla estará regulada de manera que se usará toda dentro de dos (2) horas después de mezclada. No se permitirá ablandar una mezcla ya parcialmente endurecida.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

La mezcla de mortero para repello estará dada en la proporción de una (1) parte de cemento PORTLAND tipo I y cuatro (4) partes de arena por unidad de volumen. El espesor del repello será de aproximadamente un (1) centímetro.

El mortero para fino consistirá en una mezcla con proporción de dos (2) partes de cemento PORTLAND tipo I, cinco (5) de cal y una (1) de arenilla fina. El espesor de los finos será de medio (0.5) centímetro.

## **Obras arquitectónicas**

### **Trabajo comprendido**

Se refiere al suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para construir la captación de agua, el tanque de almacenamiento, las pilas rompe presión y los cruces de cauces, cuyos detalles se muestran en los planos.

### **Limpieza inicial**

### **Alcances**

Esta sección comprende todo lo relacionado con remoción, desalojo y disposición final de todos los materiales producto de la limpieza y/o desbrozo de todas las áreas en donde se realizarán las obras definitivas por el proyecto.

Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tacones y hojarasca, para así facilitar el trabajo y evitar todo daño o deformación de las obras y otras facilidades destinadas a conservarse de acuerdo con los planos y a criterio de El Ingeniero.

### **Ejecución de los trabajos**

Las labores de limpieza y desbroce se harán de una sola vez en toda el área de implantación de la captación, tanque de almacenamiento, pilas rompe carga y cruces de cauces.

El Contratista notificará a El Ingeniero con la debida anticipación el inicio de los trabajos de limpieza, una vez obtenida la aprobación, procederá a ejecutar dichas labores.

En las áreas vecinas a las obras y hasta los límites que determine El Ingeniero, se efectuará solamente la limpieza, removiendo principalmente monte, arbustos, etc. y cualquier otro objeto que pudieran poner en peligro vidas humanas o puedan dificultar las labores de construcción.

### **Disposición final de los materiales.**

Con anterioridad a los trabajos de limpieza y desbroce, se deberá seleccionar sitios adecuados para la disposición del material proveniente de los trabajos antes descritos, los cuales deberán contar con la aprobación de El Ingeniero.

Los materiales provenientes de la limpieza y el desbroce, considerados por El Ingeniero como no aprovechables, deberán ser transportados y a cuenta de El Contratista a los sitios de depósito previstos con anterioridad.

# **CAPÍTULO VI**

## **Conclusiones y Recomendaciones**

## 6.1 Conclusiones

1. El censo/encuesta realizada en la comunidad sirvió de base para el cálculo de la tasa de crecimiento, así también para la futura.
2. Se determinó que la fuente de abastecimiento (La Estancia) es capaz de suplir la demanda de agua, siendo así la obtención de agua potable para la comunidad y de esta manera evitando la proliferación de enfermedades relacionadas con el consumo de agua de mala calidad.
3. Con la implementación del sistema de abastecimiento de agua potable los habitantes mejorarían de forma sustancial las condiciones higiénico-sanitarias en que habitan, haciendo énfasis en el mejoramiento de la higiene personal, habitacional y salud en general.
4. La cobertura total del sistema es del 100% de las familias, habiendo considerado el escenario socioeconómico que se desarrolla dentro de la comunidad.
5. Los análisis de las muestras de agua colectadas en la fuente dieron como resultado que el agua es apta para el consumo humano, no obviando el uso de cloro para mejorar la calidad del agua.
6. El costo mensual por el servicio de agua potable fue de 28.92 córdobas lo cual se redondeara a 30 córdobas por vivienda.

## **6.2 Recomendaciones**

1. A la Alcaldía de Jalapa trabajar en conjunto con los líderes comunitarios para la organización adecuada de la población para la ejecución del proyecto, así también capacitar previamente a la población y prepararlos para que puedan ser capaces de dar mantenimiento, manejar las operaciones del proyecto una vez entre en funcionamiento.
2. Brindar capacitación a las familias para mejorar las condiciones higiénico-sanitarias, haciendo énfasis en la adecuada disposición de excretas, basuras, manejo adecuado de animales domésticos y promover la construcción de filtros para la disposición de aguas servidas.
3. A ENACAL Ocotlal se recomienda realizar análisis de plaguicidas en la fuente de agua. Así también la realización de análisis generales como el mostrado en este documento al menos una vez cada dos años.
4. Considerando que es posible que en un futuro éste sea adaptado o modificado a cualquier cambio en la red, por lo que se sugiere actualización de la información básica, parámetros y cálculos en caso de que se amerite.

## **Bibliografía**

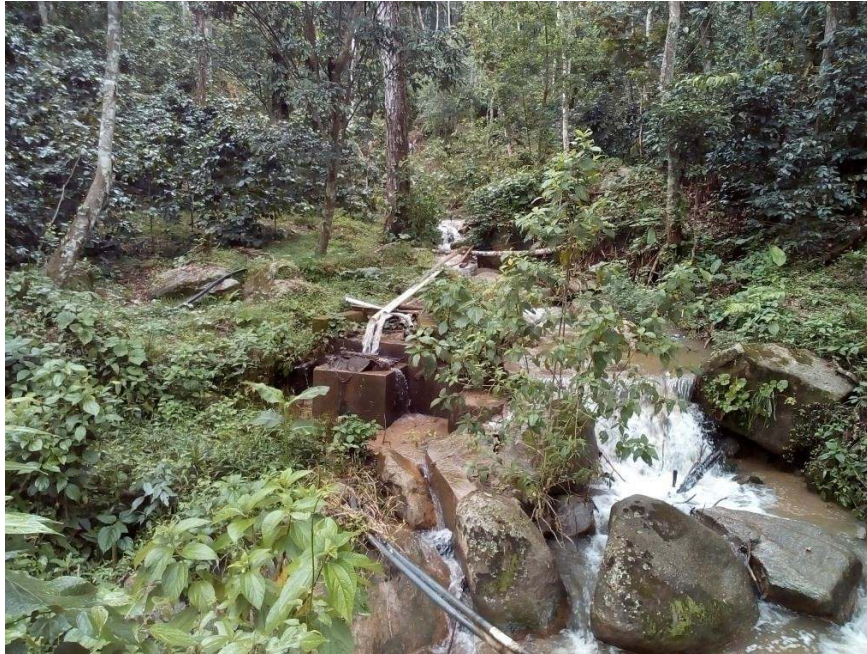
1. Consorcio Aguilar & Asociados. (2005). Guía técnica de diseño de proyectos de agua potable para población menores a 10,000 habitantes. La Paz.
2. Durman. (s.f.). Catálogo de infraestructura 2018.
3. IANAS, F. C. (2012). Diagnóstico del Agua en las Américas. MEXICO.
4. INAA. (2008). Cartilla para el cálculo y fijación de tarifas de agua y alcantarillados en sistemas menores de 500 conexiones. Managua.
5. INAA. (s.f.). Guías Técnicas para el Diseño y Construcción de un Sistema de Agua Potable. (NTON 09 007 -19). Managua.
6. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).
7. López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogotá, Colombia: Alfa y Omega.
8. (SGC), S. G. (2005). Investigación geológica de los riesgos naturales en Nicaragua y en otros países en América Central.
9. SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, M. y. (2009).
10. UNI-PAUS. (2013). Diseño y evaluación de sistema de agua Potable. Managua.

11. Valencia, U. P. (2003). Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. valencia.



# ANEXOS

## Situación actual de las fuentes de abastecimiento



**Tabla No. 16**  
**Costo y Presupuesto Obra de Captación**

Concepto	U/m	Cantidad	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Directo
			Costo Unit.	Total	Costo Unit.	Total	
<b>Obra de captación</b>	<b>Glb</b>			<b>6,425.85</b>		<b>20,822.28</b>	<b>27,648.13</b>
<b>Preliminares</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>400.00</b>		<b>0</b>	<b>400.00</b>
<b>Fuente de captación y Filtro</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>627.45</b>			<b>627.45</b>
Excavación en terreno del dique 0.30 X17.20m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	5.16	45	232.20			232.20
Relleno y compactación de piedra bolón	m <sup>3</sup>	1.6	60	96.00			96.00
Botar material sobrante (mitad del excavado)	m <sup>3</sup>	4.25	45	191.25			191.25
Relleno de piedra bolón en el filtro	m <sup>3</sup>	1.8	60	108.00			108.00
<b>Dique de concreto ciclópeo ( 4.28 m<sup>2</sup>)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>4.28</b>	<b>900</b>	<b>3,852.00</b>		<b>12,450.00</b>	<b>16,302.00</b>
Concreto	m <sup>3</sup>	2.57	900	2,313.00			2,313.00
Cemento	bols	23			280	6,440.00	6,440.00
Arena	m <sup>3</sup>	1.5			450	675.00	675.00
Grava ø 1/2"	m <sup>3</sup>	2.5			750	1,875.00	1,875.00
Tabla 1"x12"x5vrs	c/u	8			200	1,600.00	1,600.00
Cuartón 2"x2"x4vrs.	c/u	12			90	1,080.00	1,080.00
Regla de Pino 1"x3"x 5 vrs.	c/u	6			60	360.00	360.00
Piedra Bolon	m <sup>3</sup>	1.7			100	170.00	170.00
Clavos 2 1/2"	lbs.	10			25	250.00	250.00
<b>Caja de captación y caja de válvulas</b>	<b>c/u</b>	<b>1</b>		<b>868.4</b>		<b>3,887.28</b>	<b>4,755.68</b>
Tapa sup y losa (1.20mx1.40mx0.05m) - (0.7mx0.7mx0.05m)	Glb						
Concreto	m <sup>3</sup>	0.46	900	414			
Cemento	bols	4.14			280	1159.2	1159.2
Arena Motastepe	m <sup>3</sup>	0.25			450	111.78	111.78
Grava de 1/2 "	m <sup>3</sup>	0.39			750	289.8	289.8
Hierro corrugado de Ø 3/8" @ 20cm	qq	0.6			1,290	774	774
Alambre de amarre # 18	lbs.	4.5			25	112.5	112.5
Paredes de Ladrillo de Barro 15cm*20cm*0.075cm	m <sup>2</sup>	5.68	80	454.4			454.4
Ladrillo cuarterón	c/u	360			4	1440	1440

Continua tabla anterior

<b>Repello de paredes cajas (Mortero Prop 1:4)</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>12.4</b>	<b>70</b>	<b>868</b>		<b>950</b>	<b>1818</b>
<b>Instalación de tuberías</b>	<b>m</b>			<b>210</b>		<b>3,535.00</b>	<b>3,745.00</b>
Instalación de tuberías	m	1	70	70			40
Tubo de PVC SDR-26 Ø 2"	tubo	1			380	380	330
Válvula compuerta de bronce Ø 1 ½"	c/u	1	140	140	650	650	690
Adaptador macho PVC Ø 1 ½"	c/u	1			80	80	50
Codo Ø 1 ½"x 45° de PVC	c/u	2			70	140	100
Codo Ø 2"x 90° de HG	c/u	1			75	75	50
A.M PVC Ø 2"	c/u	1			65	65	50
Tubo de H.G Ø 2"	tubo	1			750	750	660
Tubo de PVC Ø 2"	tubo	1			380	380	330
Pegamento PVC 1/4 galón	c/u	1			110	110	80
Tubo de PVC Ø 4"	tubo	1			750	750	650
Tee Ø 4"x 4" PVC	c/u	1			155	155	110
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>6,425.9</b>		<b>20,822.28</b>	<b>27,648.13</b>
<b>Transp de material (5% total de materiales)</b>						<b>1041.114</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>28,689.24</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>803.620</b>

Elaboración Propia

Tabla No. 17

### Costo y Presupuesto Tanque de Almacenamiento

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>TANQUE (Vol. útil= 18.82m3)</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>31,573.00</b>		<b>62,541.00</b>	<b>97,241.05</b>
<b>Preliminares</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>500</b>		<b>850</b>	<b>1300</b>
<b>Fundaciones (Tanque de almacenamiento)</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>1,530.00</b>		<b>3,360.00</b>	<b>3,421.50</b>
Excavación en terreno natural (5x5x0.3m)	m <sup>3</sup>	7.5	60	450			337.5
Prop de suelo cemento (Propo:1 <sup>3</sup> m de suelo, 2 bolsas de cem) (0.30xx5x4m)	m <sup>3</sup>	6	90	540			360
Cemento	m <sup>3</sup>	12			280	3,360.00	2,364.00
Botar material sobrante (mitad del excavado)	m <sup>3</sup>	9	60	540			360

Continua tabla anterior

<b>Losa inferior (0.2mx4mx4m)</b>	<b>m3</b>			<b>2,880.00</b>		<b>24,330.00</b>	<b>27,210.00</b>
Hierro corrugado Ø1/2"	qq	3.5			2,200.00	7,700.00	3,900.00
Alambre de Amarre # 18	lbs.	15			22	330	330
Concreto	m³	3.2	900	2,880.00			2,880.00
Cemento	bols	33			280	9,240.00	9,240.00
Arena	m³	2.5			450	1,125.00	1,125.00
Grava ø 1/2"	m³	4.5			750	3,375.00	3,375.00
Tabla 1"x10"x5vrs	c/u	8			180	1,440.00	1,440.00
Cuartón 2"x2"x5vrs. A cada 0.6 H=0.8	c/u	7			70	490.00	490.00
Reglas 1"x3"x5 vrs	c/u	8			60	480.00	480.00
Clavos 2 1/2"	lbs.	6			25	150.00	150.00
<b>Losa sup (2.65x2.65x0.10m) y viga (0.20x0.15m)</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>		<b>1,440.00</b>		<b>5,202.50</b>	<b>6,642.50</b>
Hierro corrugado Ø3/8	qq	0.5			1,200.00	600.00	600.00
Alambre de Amarre # 18	lbs.	3			25	75.00	75.00
Concreto	m³	1.6	900	1,440.00			1,440.00
Cemento	bols	6.5			280	1,820.00	1,820.00
Arena	m³	0.5			450	225.00	225.00
Grava ø 1/2"	m³	0.75			750	562.50	562.50
Tabla 1"x12"x5vrs	c/u	6			190	1,140.00	1,140.00
Cuartón 2"x4"x5vrs.	c/u	4			110	440.00	440.00
Reglas 1"x3"x5 vrs	c/u	4			60	240.00	240.00
Clavos 4"	lbs.	4			25	100.00	100.00
<b>Tubería de entrada</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>		<b>300</b>		<b>3,870.00</b>	<b>4,170.00</b>
Válvula de compuerta Ø 1 ½" de Bronce	c/u	1	150	150	650	650.00	650.00
Válvula de Flotador ø 1 ½" Bronce	c/u	1	150	150	1,900.00	1,900.00	1,900.00
Tubo de ø 1 ½" H.G	Tubo	1			350	350.00	350.00
Tubo de Ø 1 ½" PVC SDR-26	Tubo	1			250	250.00	250.00
Codo de 45° Ø 1 ½" H.G	c/u	2			160	320.00	320.00
Codo de 90° Ø 1 ½" H.G	c/u	2			160	320.00	320.00
Pegamento PVC 1/4 galón	c/u	1			80	80.00	80.00
<b>Muro de concreto ciclópeo (38.20 m³) 60%</b>	<b>m³</b>			<b>20,628.00</b>		<b>13,955.00</b>	<b>34,583.00</b>
Concreto	m³	22.92	900	20,628.00			2,385.00
Cemento	bols	23			280	6,440.00	4,531.00
Arena	m³	1.48			400	592.00	592
Grava ø 1/2"	m³	2.22			700	1,554.00	1,554.00
Tabla 1"x12"x5vrs	c/u	15			210	3,150.00	3,150.00
Cuartón 2"x4"x4vrs.	c/u	15			60	900.00	900
Regla de Pino 1"x3"x 5 vrs.	c/u	4			50	200.00	200
Clavos 2 1/2"	lbs.	10			25	250.00	250
Piedra Bolón	m³	15.28			50	764.00	
Clavos 4"	lbs.	3			35	105.00	105

Continua tabla anterior

<b>Pintura epóxicas (2 manos) interior</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>32.5</b>		<b>600</b>		<b>1650</b>	<b>2250</b>
<b>Tapa metálica</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>150</b>		<b>450</b>	<b>600</b>
<b>Escalera exterior</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>160</b>		<b>275</b>	<b>435</b>
<b>Tubo de rebose, limpieza y respiradero</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>110</b>		<b>3,675.00</b>	<b>3,785.00</b>
Tubería de Ø 2" PVC SDR-26	c/u	1			360	360	360
Tubería de Ø 2" HG	c/u	2			720	1440	1440
Adaptador hembra Ø 2"	c/u	1			240	240	240
Codo de Ø 2"X45° HG	c/u	2			160	320	320
Codo de Ø 2"X90° HG	c/u	1			160	160	160
Abrazadera de 2"Ø Acero inoxidable	c/u	1			60	60	60
Cedazo calibre No. 12	yd	1			65	65	65
Brida de Acero inoxidable 2"	c/u	1			50	50	50
Válvula de compuerta Ø 2" Bronce	c/u	1	110	110	980	980	980
<b>Tubería salidad hacia la red</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>110</b>		<b>2,500.00</b>	<b>2,610.00</b>
Válvula de compuerta Ø 2" Bronce	c/u	1	110	110	980	980	980
Tubo de Ø 2" H.G.	tubo	1			720	720	720
Adaptador macho Ø 2" H.G	c/u	1			110	110	110
Codo de 45° Ø 2" H.G	c/u	2			230	460	460
Codo de 90° Ø 2" H.G	c/u	1			230	230	230
<b>Caja de mampostería para válvulas</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>365</b>		<b>1158.5</b>	<b>1,523.50</b>
Losa Superior y Inferior (0.7mx0.7mx0.05m)							
Concreto	m <sup>3</sup>	0.1	900	90			90
Cemento	bols	1			280	280	280
Arena Motastepe	m <sup>3</sup>	0.1			450	45	45
Grava de 1/2 "	m <sup>3</sup>	0.15			750	112.5	112.5
Hierro liso de Ø1/4"	qq	0.16			1,100.00	176	176
Alambre de amarre # 18	lbs.	2			25	50	50
Paredes de Ladrillo de Barro 10cm*20cm*7.5 cm	m <sup>2</sup>	2.5	110	275			275
Ladrillo cuarterón	c/u	165			3	495	495
<b>Repello Tanque, losa y cajas (M Prop 1:4)</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>38</b>		<b>2,800.00</b>		<b>1,265.00</b>	<b>4,065.00</b>
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>31,573.00</b>		<b>62,541.00</b>	<b>94,114.00</b>
<b>Transporte de material (5% total materiales)</b>						<b>3,127.05</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>97,241.05</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>2,723.84</b>

Elaboración Propia

Tabla No. 18

**Costo y Presupuesto Pila Rompe Presión**

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>PILA ROMPE CARGA</b>	Glb	1		908		7,865.00	298.57
<b>Tapa sup (1.10x1.10x0.05m) y losa inf (1.10x1.10x0.10m)</b>	Glb			352		1,819.00	2,171.00
Concreto	m³	0.18	900	162			162
Cemento	Bols	2			280	560	560
Arena Motastepe	m³	0.12			450	54	54
Grava de 1/2"	m³	0.18			750	135	135
Hierro corrugado de Ø3/8"	qq	0.3			1,200.00	360	360
Alambre de amarre # 18	lbs.	2			25	50	50
Paredes de Ladrillo de Barro 15cm*20cm* 7cm	m²	1.9	100	190	150	285	285
Ladrillo cuarterón	c/u	125			3	375	375
<b>Col (0.15x0.15x 080m) y viga (0.10 x0.15x1.10m)</b>	m²			126		1,747.00	1,873.00
Concreto	m³	0.14	900	126		0	126
Cemento	Bols	2			197	394	394
Arena Motastepe	m³	0.07			400	28	28
Grava de 1/2 "	m³	0.12			700	84	84
Hierro liso de Ø3/8"	qq	0.42			1,200.00	504	504
Hierro liso de Ø 1/4"	qq	0.12			1,100.00	132	132
Alambre de amarre # 18	lbs.	2			25	50	50
Tabla 1"x6"x5vrs	c/u	3			120	360	360
Regla de Pino 1"x3"x 5 vrs.	c/u	2			60	120	120
Clavos de 2 1/2"	lbs.	3			25	75	75
<b>Repello paredes y losas (M Prop 1:4) de 1cm</b>	m²	4.5		250		229	479
<b>Instalación de tuberías</b>				180		4,070.00	4,250.00
Codo Ø 1 ½"x 45° de HG	c/u	2			160	320	260
Codo Ø 1 ½"x 90° de HG	c/u	1			160	160	130
Unión de PVC Ø 1 ½"	c/u	1			50	50	25
Unión de HG Ø 1 ½"	c/u	1			150	150	110
Adaptador hembra de HG Ø 1 ½"	c/u	1			150	150	110
Tee de HG x 2"	c/u	1			180	180	150
Válvula pase de Bronce de Ø 1 ½"	c/u	1	90	90	420	420	420
Válvula de flotador hierro fundido Ø 1 ½"	c/u	1	90	90	1,900.00	1900	1,670.00
Tubo de H.G Ø1 ½"	Tubo	1			370	370	330
Tubo de PVC SDR-26 Ø 1½"	Tubo	1			260	260	210
Pegamento PVC 1/4 galón	c/u	1			110	110	80
<b>Costo Total Directo C\$</b>				908		7,865.00	8,773.00
<b>Transporte de material (5% total materiales)</b>						393.25	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							9,166.25
<b>Sub Total en U\$ :</b>							298.57

Elaboración Propia

Tabla No. 19

**Costo y Presupuesto Cruce Aéreo Río y Cauces**

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>CRUCE AEREO SOBRE EL RIO Y CAUCES</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>2,463.00</b>		<b>16,898.00</b>	<b>20,205.90</b>
<b>Instalación de tuberías</b>	<b>Glb</b>	<b>1</b>		<b>1680</b>		<b>12,280.00</b>	<b>13,960.00</b>
Instalación de tuberías	m	28	60	1680			1680
Tubo de HG° de 1"	tubo	8			330	2640	2640
Tubo de HG° de 1 1/2"	tubo	6			330	1980	1980
Codo Ø 1"x 90 de H°G	c/u	5			160	800	800
Unión HG° de 1"	c/u	3			120	360	360
Tee HG° de 1 1/2"	c/u	5			160	800	800
Cable de acero de 3/4"	m	25			80	2000	2000
Mordazas de 1/4"	c/u	55			60	3300	3300
Tensor	c/u	5			80	400	400
<b>(Construc. (2 col.0.30x0.30x1.8 m para río ) y (4 col. 0.15x0.15x0.80m para cauces)</b>	<b>Glb</b>	<b>5</b>		<b>495</b>		<b>2,915.50</b>	<b>3,410.50</b>
Concreto	m³	0.55	900	495		0	495
Cemento	Bols	5			280	1400	1400
Arena Motastepe	m³	0.3			450	135	135
Grava de 1/2 "	m³	0.47			750	352.5	352.5
Hierro corrugado de Ø3/8"	qq	0.16			1,200.00	192	192
Hierro liso de Ø1/4"	qq	0.21			1,100.00	231	231
Alambre de amarre # 18	lbs	3			25	75	75
Tabla 1"x6"x5vrs	c/u	2			160	320	320
Regla de Pino 1"x3"x 5 vrs.	c/u	2			80	160	160
Clavos de 2 1/2"	lbs.	2			25	50	50
<b>Const. (2 zapata de conc ref. 0.80x0.80x0.25m)</b>	<b>Glb</b>	<b>2</b>		<b>288</b>		<b>1,702.50</b>	<b>1,694.00</b>
Concreto	m³	0.32	900	288		0	288
Cemento	Bols	3			280	840	591
Arena Motastepe	m³	0.18			450	81	72
Grava de 1/2 "	m³	0.27			750	202.5	189
Hierro corrugado de Ø 3/8"	qq	0.42			1,200.00	504	504
Alambre de amarre # 18	lbs.	3			25	75	50
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>2,463.00</b>		<b>16,898.00</b>	<b>19,361.00</b>
<b>Transporte de material (5% total materiales)</b>						<b>844.9</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>20,205.90</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>565.991597</b>

Elaboración Propia



Tabla No. 20

**Costo y Presupuesto Conexiones Domiciliares**

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Direc.
			Costo unit.	Total	Costo uni	Total	
<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	<b>Glb</b>			<b>15,580.00</b>		<b>21,920.00</b>	<b>38,596.00</b>
<b>Movimiento de tierra</b>				<b>12,660.00</b>		<b>0</b>	<b>6,350.00</b>
Excavación de zanjas de (0.30mx0.8 mx1.0m)	m³	84	45	3,780.00		0	2,520.00
Relleno y compactación (manual)	m³	42	50	2,100.00		0	1,470.00
Acarreo (camión volquete) de material selecto	m³	40	45	1,800.00		0	1,400.00
Explotación de banco manual	m³	48	55	2,640.00		0	1,920.00
Botar (camión volquete) tierra de excavación	m³	52	45	2,340.00		0	1,560.00
<b>Conexiones</b>	<b>c/u</b>	<b>70</b>		<b>2,920.00</b>		<b>21,920.00</b>	<b>24,840.00</b>
Instalación de tubería de 1/2"	m	365	8	2,920.00			2,920.00
Llave de chorro de bronce de Ø 1/2 "	c/u	70			90	6,300.00	6,300.00
Adaptador hembra P.V.C. Diámetro 1/2"	c/u	70			9	630.00	630.00
Tubería de PVC Ø 1/2 " SDR-26	Tubo	48			90	4,320.00	4,320.00
Llave de pase de bronce Ø 1/2 "	c/u	45			110	4,950.00	4,950.00
Codo de 90° PVC Ø 1/2 " son 4 por casa	c/u	156			9	1,404.00	1,404.00
Adaptador macho PVC de Ø 1/2 " 3 por casa	c/u	140			9	1,260.00	1,260.00
Reductores de PVC	c/u	59			9	531.00	531.00
Pegamento P.V.C.	Gln	5			330	1,650.00	1,650.00
Teflón	Rollo	35			25	875.00	875.00
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>15,580.00</b>		<b>21,920.00</b>	<b>37,500.00</b>
<b>Transporte de material (5% materiales)</b>						<b>1096</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>38,596.00</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>1,081.12</b>

Elaboración Propia

Tabla No. 21

## Costo y Presupuesto Línea de Conducción

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN (1,950 metros)</b>	Glb			<b>54,796.40</b>		<b>39,413.75</b>	<b>96,180.84</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	Glb			<b>45,198.00</b>		<b>0</b>	<b>45,198.00</b>
Excavación de zanjas de tuberías (0.60x0.80x1.0m)	m³	324	40	12,960.00			12,960.00
Relleno y compactación (manual)	m³	162	45	7,290.00			7,290.00
Acarreo (camión volquete) material selecto (0.60 km)	m³	178.2	45	8,019.00			8,019.00
Explotación de banco manual	m³	162	55	8,910.00			8,910.00
Botar (camión volquete) tierra sobrante de excavación	m³	178.2	45	8,019.00			8,019.00
<b>TUBERIAS</b>	m			<b>9,375.00</b>		<b>37,125.00</b>	<b>46,500.00</b>
Tubería PVC de Ø1 ½" SDR - 32.5	m	675			55	37,125.00	37,125.00
Instalación de tubería de 1/2"	m	675	9	6,075.00			6,075.00
Prueba hidrostática tub. PVC menor 1 1/2" a 300m	c/u	3	1,100.00	3,300.00			3,300.00
<b>VALVULA Y ACCESORIOS</b>	c/u			<b>110</b>		<b>1,535.00</b>	<b>1,645.00</b>
Válvula de limpieza de bronce Ø 1 1/2"	c/u	1	110	110	1,200.00	1,200.00	1,310.00
Codo Ø 1 1/2"x 45° de PVC	c/u	3	0		40	120.00	120
Tapon hembra Ø 1 1/2" de PVC	c/u	1	0		40	40.00	40
Reductor Ø 2" x 1 1/2" de PVC	c/u	1	0		15	15.00	15
Tee Ø 1 ½"x 1 ½" de PVC	c/u	1	0		40	40.00	40
Caja de protección de válvula	c/u	1	0		120	120.00	120
<b>Bloque de reacción (0.20*0.30*0.30)</b>	Glb	7		<b>113.4</b>		<b>753.75</b>	<b>867.15</b>
Concreto	m³	0.126	900	113.4			113.4
Cemento	Bols	1.5	0	0	280	420	420
Arena Motastepe	m³	0.075	0	0	450	33.75	33.75
hierro corrugado Ø 3/8"	qq	0.25	0	0	1,200.00	300	300
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>54,796.40</b>		<b>39,413.75</b>	<b>94,210.15</b>
<b>Transporte de material (5% total materiales)</b>						<b>1,970.69</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>96,180.84</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>2,694.14</b>

Elaboración Propia

Tabla No. 22

**Costo y Presupuesto Red de Distribución**

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCION (3,259 metros)</b>	Glb			<b>183,885.60</b>		<b>133,544.30</b>	<b>317,429.90</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	Glb			<b>157,334.60</b>			<b>157,334.60</b>
Excavación de zanjas de tuberías (0.60x0.80x1.0m)	M³	1,564.32	30	46,929.60			45,216.00
Relleno y compactación (manual)	M³	753.6	35	26,376.00			26,376.00
Acarreo (camión volquete) material selecto (0.60 km)	M³	829	35	29,015.00			29,013.60
Explotación de banco manual	M³	753.6	40	30,144.00			30,144.00
Botar (camión volquete) tierra de excavación.	M³	829	30	24,870.00			24,868.80
<b>TUBERIAS</b>	m			<b>13,500.00</b>		<b>136,240.00</b>	<b>149,740.00</b>
Tubo Ø 4" PVC SDR-26 255 metros	m	265.00			85	22,525.00	22,525.00
Tubo Ø 2" PVC SDR-26 330 metros	m	322			45	14,490.00	14,490.00
Tubo Ø 1/2" PVC SDR-26 1225 metros	m	1,465.00			65	95,225.00	95,225.00
Tubo Ø 2" H°G 5 metros	m	25			80	2,000.00	2,000.00
Tubo Ø 3/4" H°G 5 metros	m	25			80	2,000.00	2,000.00
Prueba hidrostática tub.PVC menor 1 1/2" a 300m	c/u	9.00	1,500.00	13,500.00			13,500.00
<b>VALVULA Y ACCESORIOS</b>	c/u			<b>1260</b>		<b>14,042.00</b>	<b>15,302.00</b>
Válvula limpieza de bronce Ø 2"	c/u	3	140	420	1,500.00	4,500.00	3,930.00
Válvula limpieza de bronce Ø 1"	c/u	3	140	420	1200	2,700.00	3,030.00
Válvula de aire y vacío de H.G. de 1 "	c/u	1	140	140	2,500.00	2,200.00	2,310.00
Válvula de aire y vacío de H.G. de 3/4"	c/u	2	140	280	2,400.00	4,402.00	4,622.00
Reductor Ø 4"x 2" PVC	c/u	3			50	75	75
Reductor Ø 2" x 1/2"PVC	c/u	2			40	40	40
Tee Ø 2"x 2" de PVC	c/u	6			30	45	45
Tee Ø 1/2"x 1/2" de PVC	c/u	6			50	60	60
Codo Ø 4"x 45° de PVC	c/u	1			40	20	20
Codo Ø 2"x 45° de PVC	c/u	1			5		
Tapon hembra de Ø 2" PVC	c/u	10			120		
Niple 0.60 mts	c/u	3			180		
teflón	Rollo	10			200		
Pegamento PVC	Gln	2			700		
Caja de protección de válvula	c/u	6			720		
<b>Bloque de reacción (0.20*0.30*0.30)</b>	Glb	<b>106</b>		<b>1717.2</b>		<b>980</b>	<b>2697.2</b>
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>173,811.80</b>		<b>151,262.00</b>	<b>317,429.90</b>
Transporte de material (5% total de materiales)						<b>7,563.10</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>324,993.00</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>9,103.45</b>

Elaboración Propia

Tabla No. 23

**Costo y Presupuesto Cerco de protección y Reforestación**

Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Dir.
			Costo uni.	Total	Costo uni.	Total	
<b>Cerco de protección tanque ,fuente y pilas</b>	m			<b>10,130.00</b>		<b>7,585.00</b>	<b>18,094.25</b>
<b>Cerco perimetral de malla ciclon</b>				<b>9330</b>		<b>5,085.00</b>	
Cerco perimetral de malla ciclon	m	60	150	9000	25	<b>1,500.00</b>	
Alambre de Púa calibre No.13= 7 hilada	rollo	3	110	330	450	1,350.00	1,680.00
madera Rustica 4"X4" 5vrs :h= 2.5 mts a cada 2 m	c/u	40	0	0	50	2,000.00	2,000.00
Cuartón de 2"x2"x5vrs H=1.50m	c/u	1	0	0	60	60.00	60
Grapas	lbs.	5	0	0	35	175.00	175
<b>Protección de fuente</b>	<b>Glb</b>			<b>800</b>		<b>2,500.00</b>	<b>3,300.00</b>
Siembra de árboles forestales	c/u	500	0	0	5	2,500.00	2,500.00
Excavación de terreno natural (0.40*0.40*0.50)m	m³	75	15	1125	0	0	1125
<b>Costo Total Directo C\$</b>				<b>10,130.00</b>		<b>7,585.00</b>	<b>17,715.00</b>
<b>Transporte de material (5% total materiales)</b>						<b>379.25</b>	
<b>Sub Total en C\$ :</b>							<b>18,094.25</b>
<b>Sub Total en U\$ :</b>							<b>506.84</b>

*Elaboración Propia*

## Anexo No. 2

### Encuesta socio económica de agua y saneamiento

**Encuesta realizada a la comunidad.**

PREINVERSION DE PROYECTOS

ANEXO

ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA POTABLE

Departamento: Nueva Segovia Municipio: Jalapa Comunidad: Las Lomitas

Quien es Responsable del Hogar: Padre \_\_\_\_\_ Madre \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_

Nombre de la persona Encuestada: \_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto: Agua Potable y Saneamiento Proyecto: \_\_\_\_\_

Datos personales: (iniciar con responsable del hogar)	Sexo	Edad						Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	1-5	6-15	16-25	26-35		
Nombres y Apellidos	Parentesco								

I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

1. La vivienda es: a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_\_ c) Alquilada \_\_\_\_\_
2. Las paredes son: a) Bloque\_\_ b) Ladrillo\_\_ c) Madera\_\_ d) Adobe\_\_ e) Ripios f) Otros \_\_\_\_\_

3. El piso es: a) Madera\_\_ b) Tierra \_\_c) Balastro\_\_ d) Ladrillo\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_

4. El techo es: a) Zinc\_\_ b) Teja\_\_ c) Madera\_\_ d) Palma\_\_ e) Paja\_\_ f) Hoja\_\_ g) Otros\_\_\_\_\_

5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_b) Dos\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_

6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

## II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

7. Cuantas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_\_M \_\_\_\_\_Total\_\_\_\_\_ Fuera de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_

Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ \_\_\_\_\_

8. En que trabajan las personas del hogar?

a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_ Cual?\_\_\_\_\_

9. Que cultivos realizan? a) Arroz\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

10. Tienen Ganado? No\_\_\_\_ Si\_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno\_\_\_\_ b) Equino\_\_\_\_ c) Caprino\_\_\_\_\_

11. Tienen animales Domésticos? No\_\_\_\_ Si\_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_\_

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados\_\_\_\_ b) Amarrados\_\_ c) Sueltos\_\_\_\_\_

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) El Río\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Pozo\_\_\_\_\_

## IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

20. Cuentan con servicio de agua? a) No\_\_\_\_ Como se abastecen: \_\_\_\_\_

b) Si\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_c) Cuanto pagan de agua al mes?\_\_\_\_\_

21. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer\_\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

Quien? \_\_\_\_\_  
22. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ? \_\_\_\_\_

23. En qué almacena el agua? a) Barriles\_\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_\_

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados\_\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_\_ c) Como \_\_\_\_\_  
(verificar)

25. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera: a) Buena\_\_\_\_  
b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_

26. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

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

#### V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE RURAL (PAR)

27. Conoce el Programa de Agua Potable

a) Si\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_ Que sabe? \_\_\_\_\_

28. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) Porque \_\_\_\_\_

29. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

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

d) No estaría dispuesto/a \_\_\_\_\_ Porque?

#### VI. Organización Comunitaria:

30. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si\_\_\_\_ Que tipo? a) Productiva \_\_\_\_ b) Social\_\_\_\_\_ c) Religiosa\_\_\_\_\_

d) Otra \_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_ Porque?

31. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

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

32. Las personas de este hogar PARTICIPARIAN de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua Potable y saneamiento para su comunidad.

a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) Porque \_\_\_\_\_

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

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

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	- 5	6-15	16-25	+ 26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

33. Están vacunados los niños y niñas? a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_  
Porque \_\_\_\_\_



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

Lavado de manos a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) Porque? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c)

Porque? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso de \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c)

Porque? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestador(a)    Nombre del Supervisor(a)    Fecha:

### Anexo No. 3

#### Parámetros para la Calidad del agua

Tabla No. 24: Parámetros Organolépticos

PARÁMETRO VALOR MÁXIMO	UNIDAD	VALOR	
		RECOMENDADO	ADMISIBLE
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25°C

Fuente: Normas de calidad de agua para consumo humano, CAPRE (2004).

Tabla No. 25: Parámetros para sustancias no deseadas

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nitratos – NO <sub>3</sub>	mg/l	25	50
Nitritos – NO <sub>2</sub>	mg/l		(1)
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 – 1.5 <sup>(2)</sup>
Sulfuro Hidrógeno	mg/l		

Fuente: Normas de calidad de agua para consumo humano, CAPRE (2004).

(1) Nitritos: Valor máximo admisible 0.1 ó 3.0

Si se escoge el valor de 3.0 debe relacionarse el nitrato y nitrito por la fórmula:

$$\frac{NO_3}{VR NO_3} + \frac{NO_2}{VR NO_2} < 1$$

**NOTA:** V.R. = valor recomendado

(2) 1.5 mg/l T = 8 - 12°C  
0.7 mg/L T = 25 - 30°C

Tabla No. 26

Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: Normas de calidad de agua para consumo humano, CAPRE (2004).

Tabla No. 27

Parámetros para sustancias orgánicas de significado para la salud, excepto plaguicidas.

PARÁMETROS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (µg/l)
<b>Alcanos clorados</b>	
Tetracloruro de carbonato	2
Diclorometano	-
1, 1-dicloroetano	20
1,2 –dicloroetano	30
1,1,1 –tricloroetano	2000
<b>Etenos Clorados</b>	
Cloruro de vinilo	5
1,1 –dicloroetano	30
1,2 –dicloroetano	50
Tricloroetano	70
Tetracloroetano	40
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>	
Tolueno	700
Xilenos	500
Etilbenceno	300
Estireno	20
Benzo – alfa-pireno	0.7
<b>Bencenos Clorados</b>	
Monoclorobenceno	300
1,2 –diclorobenceno	1000
1,3 –diclorobenceno	-
1,4 –diclorobenceno	300
Triclorobencenos	20
<b>Otros Compuestos Orgánicos</b>	
di (2-etilhexil) adipato	80
di (2-etilhexil) ftalato	8
Acrilamida	0.5
Epíclorohidrina	0.4
Hexaclorobutadieno	0.5
EDTA	200
Acidnitriloacético	200
Dialkitinos	-
Oxido de tributilestaño	2
Hidrocarburos policíclicos aromáticos totales	0.2
Bifenilospoliclorados totales	0.5

Fuente: Normas de calidad de agua para consumo humano, CAPRE (2004).

Tabla No. 28: Parámetros para pesticidas

PARÁMETROS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (µg/l)
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrin/Dieldrin	0.03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0.2
DDT	2
1, 2-dibromo-3,3-cloropropano	1
2,4-D	30
1,2-dicloropropano	20
1,3-dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloroprop	100
2,4-DB	100
2,4,5-T	9
Silvex	9
Mecoprop	10

Fuente: Normas de calidad de agua para consumo humano, CAPRE (2004).

## Anexo No. 4

### Análisis físico- químico 2021



#### EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS LABORATORIO REGIONAL ESTELI

##### REPORTE ANALITICO

###### I. Datos Generales

Informe No. 10-2021  
Unidad Organizativa Solicitante  
**ENACAL Dptal. Nueva Segovia**  
Informe dirigido a: Ing. Norberto Fajardo  
Procedencia de la Muestra  
Departamento: Nueva Segovia  
Municipio: Jalapa  
Localidad: Las Lomitas

###### II. Información de la muestra

Código Lab. 002  
Descripción de la muestra y Punto de captación  
**Quebrada, La Estancia (fuente superficial)**  
Fecha de captación 01/03/2021 9:25 AM  
Fecha de ingreso al Lab. 03/03/2021  
Fecha de emisión de informe 08/03/2021  
Muestra captada por Lic. Migdalia Cantarero

##### RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO

PARAMETRO	Unidad	RESULTADO	Método	VMA Norma CAPRE
Aspecto	-	<b>Turbia</b>	inspección visual	No especificado
Color verdadero	UC	<b>0.70</b>	M. colorimétrico Pt-cc	15
Turbidez	NTU	<b>3.52</b>	SM 2130 B.	5
Conductividad Elect.	uS/cm	<b>53.50</b>	SM 2510 B.	No especificado
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>149.90</b>	SM 2320 B.	No especificado
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>51.0</b>	SM 2340 C.	No especificado
Calcio (Ca)	mg/l	<b>17.28</b>	SM 3500-Ca B.	No especificado
Magnesio (Mg)	mg/l	<b>1.90</b>	SM 3500-Mg E.	50
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>182.78</b>	SM 2320 B.	No especificado
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>ND</b>	SM 2320 B.	No especificado
Cloruros (Cl)	mg/l	<b>14.77</b>	SM 4500-Cl B.	250
Hierro total (Fe 2+)	mg/l	<b>0.21</b>	SM 3500-Fe D.	0.3
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	mg/l	<b>0.005</b>	SM 4500-NO <sub>2</sub> B.	0.1
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/l	<b>0.2</b>	SM 4500-NO <sub>3</sub> B.	50
Arsénico (As)	µg/l	<b>3.0</b>	Arsenador Wagtech	10

**OBSERVACIONES:** Todos los parametros analizados estan dentro los rangos permisibles segun NORMAS CAPRE  
**ANALISIS BACTERIOLOGICO:** 0 coliformes fecales x cada 100 ml de agua

ND = NO DETECTADO.

Tec. José Rivera M.  
Analista responsable

Aprobado: Ing. Roger Solís M.  
Jefe Laboratorio Regional Esteli

Aprobado: Ing. Elsa María Umaña, DELEGACION  
Delegada Dptal. ENACAL Esteli

Cuerpo de Bomberos Voluntarios 75 vrs al sur, Esteli, Nicaragua  
Teléfono 2713 2708 – 2713 2254  
Página 1 de 1 (copia distribuida 1 de 1)

Fuente: Enacal Nueva Segovia.





**Anexo No. 6**

**PLANOS DEL PROYECTO**