



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

**Monografía**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA (MINI  
ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO MABE), EN EL CASCO URBANO  
DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Adner Danilo Ramírez Moreno

Br. Duvier Miguel Díaz

**Tutor**

M.Sc. Ing. Henry Eduardo Loasiga

Managua, Febrero 2021

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a DIOS que nos dio la vida, la sabiduría y entendimiento necesario para poder culminar nuestro trabajo monográfico.

A nuestros padres, gracias por su apoyo incondicional y la comprensión que nos dieron durante todo este tiempo, teniendo aun así muchas limitaciones no dejaron de sacrificarse para poder ver nuestros logros y realizar este trabajo.

A nuestro tutor **Ing. Henry Eduardo Loasiga**, por su ardua ayuda voluntaria en todo momento. A cada una de las personas que nos asesoraron para aclarar nuestras dudas, ya que sin ellos no hubiéramos podido finalizar nuestra monografía; gracias por todo el apoyo que nos brindaron.

A cada uno de los docentes que nos transmitieron sus conocimientos durante cinco largos años de estudios. Gracias por su paciencia, ayuda y apoyo para que nosotros termináramos nuestra carrera de Ingeniería Civil.

A la **Alcaldía municipal de San Lucas**, por darnos todo el apoyo necesario durante el trabajo de campo y recopilación de la información para finalizar con todo este proceso de culminación. Así como su apoyo económico para la obtención de resultados y solucionar las necesidades del pueblo.

A nuestra alma mater, **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA UNI-RUACS**, que nos dio la oportunidad de formar parte de ella y poder formarnos como ingenieros. ¡Gracias!

**Adner Danilo Ramírez Moreno.**

**Duvier Miguel Díaz.**

## **DEDICATORIA**

### **Lograr concluir este trabajo monográfico se lo dedico a:**

En primer lugar, a **DIOS** todo poderoso, nuestro creador universal, por darme la oportunidad de seguir viviendo y levantarme en mis tiempos de angustia para dar gracias por siempre, porque infinita es su gloria y poder llegar hasta aquí por su voluntad. Gracias padre por el privilegio de la vida, por estar siempre conmigo y jamás abandonarme, aún en medio de mis errores siempre has estado allí. Gracias por darme el don de sabiduría, el entendimiento y la capacidad para poder coronar mi carrera.

A mi padre, **Gregorio Ramírez Rodríguez** y mi madre **Sulema del Socorro Moreno Díaz**, que me dieron la vida, porque son ustedes la inspiración e impulso para seguir adelante. Gracias por inculcarme buenos valores y guiarme por el camino de la educación para ser alguien en la vida. Gracias por su amor incondicional, por sus consejos, sus sacrificios, por el apoyo que me han dado siempre. Este triunfo nos es mío, es de ustedes por todo lo que han hecho y siguen haciendo por mí sin pedir nada cambio, solo dándome su amor. Los amo por siempre.

A mis abuelos, Gracias por los consejos que me diste. Que Dios les bendiga y les de muchos años más de vida para seguir disfrutando de ustedes. Mi abuelita paterna que sé que desde el cielo me cuidas, gracias.

A mis hermanos, mis sobrinos y a cada uno de mis familiares, quienes de una u otra forma estuvieron siempre conmigo. Gracias por brindarme su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mis amigos de toda la vida, con los que compartí muchos años de estudios. Gracias por permitirme ser su amigo. Gracias por el apoyo y la ayuda que me dieron durante estos años. Siempre alentándome a luchar por mis metas e igual gracias a mi a mi amigo de tesis por todo lo que hemos pasado. Gracias.

**Adner Danilo Ramírez Moreno.**

## **DEDICATORIA**

### **Lograr concluir este trabajo monográfico se lo dedico a:**

En primer lugar, a **DIOS** el creador de todo, por darme el privilegio de la vida, por estar siempre conmigo en las buenas y las malas, porque a pesar de mis errores nunca me ha abandonado. Gracias por darme la sabiduría, el entendimiento y la capacidad para poder culminar mi carrera.

A mi madre **Santos Hermencia Díaz**, que me dio la vida, Gracias por darme la oportunidad de que yo estudiara para ser alguien en la vida, por su amor incondicional, por sus consejos, por el apoyo que me ha dado siempre,

A mi familia porque son ustedes la inspiración para que yo siga adelante, este triunfo no es solamente mío es también de ustedes por su inmenso amor y apoyo incondicional. Los amo mucho.

A mi compañero de universidad y colega de tesis, con el que compartí estos 5 años de estudios. Gracias por darme la oportunidad de ser su amigo. Gracias por el apoyo y amistad brindada durante estos años.

**Duvier Miguel Díaz.**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto se basa en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable (Mini Acueducto por bombeo eléctrico), en el casco urbano del municipio de San Lucas, departamento de Madriz, bajo las normas y criterios dictadas por INAA para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

El diseño eléctrico del proyecto se ajusta a normas nacionales e internacionales que regulan esta actividad y que son aplicables en nuestro país tales como las NATIONAL ELÉCTRICAL CODE (NEC), LAS NORMAS DE CONSTRUCCION PARA LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENEL, así como en EL CODIGO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA 1996, VIGENTE.

Considerando que este tipo de proyectos deben tomar en cuenta la propuesta de mejora de obras de saneamiento, la municipalidad conociendo el diagnóstico de la situación de las obras de saneamiento deberá impulsar un proyecto que permita mejorar esta situación, ya que es una recomendación para el cuidado y protección de la calidad de las fuentes de agua.

En el año 1991 se inició el primer proyecto construcción de Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en el Casco Urbano del Municipio de San Lucas, con una bomba de 3.5 hp. El proyecto fue basado en la demanda generalizada de la población del Casco Urbano a través de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

Después de cuatro años, la fuente dejó de brindar el suficiente caudal, lo que causó insatisfacción en la población, ya que no se cumplía con la demanda de abastecimiento requerida, por lo que esta fuente de agua fue abandonada y en el año 2003 se presenta propuesta para mejorar las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano.

Para resolver la problemática de abastecimiento de agua potable que enfrenta el casco urbano de San Lucas, se proyecta la construcción de un MABE energizado con energía eléctrica convencional. El acueducto de San Lucas, será abastecido

por dos pozos perforados. Uno, con caudal de 90 gpm de aproximadamente 350 pies de profundidad, a perforarse contiguo al existente (Pozo #1) en el Sector 5, y a incluirse en la inversión inicial, y un segundo, de 25 gpm. (Pozo #2) existente en el sector No.4 que actualmente está equipado con bomba de mecate y tiene una profundidad de 285 pies.

Luego el sistema tendrá un nuevo tanque de almacenamiento propuesto de 20,000 gal para completar la demanda de abastecimiento, con el segundo tanque existente de 10,000 gal. Este tanque será ubicado en los predios cercanos a donde se ubican los existentes que es el sector del mirador de San Lucas.

El proyecto contempla la rehabilitación de los tanques existentes con el siguiente fin:

El tanque de 15,000 galones siendo el tercero se continuará utilizando para abastecer el sector de las comunidades de El Chagüite y Cuyas, teniendo como abastecimiento la fuente superficial actual.

El tanque de 10,000 galones se utilizará para servir la parte más baja de la localidad de San Lucas. Las válvulas de los tanques existentes de 10,000 y 15,000 galones se valoran en buen estado, no se considera su reemplazo.

El predio donde se perforará el pozo propuesto ya cuenta con cerco perimetral de muro y malla ciclón y en el predio se encuentra una caseta de 12.25m<sup>2</sup>. El pozo a perforar será equipado con bomba sumergible de 90 gpm, 20 HP.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....</b>	
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. <b>Objetivo general</b> .....	4
1.4.2. <b>Objetivo específicos</b> .....	4
<b>CAPÍTULO II. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	
2.1 <b>Localización</b> .....	5
2.2 <b>Límites geográficos y derroteros.</b> .....	7
2.3 <b>Distribución urbana en el municipio</b> .....	7
2.4 <b>Clima</b> .....	8
2.6 <b>Precipitación</b> .....	9
2.8 <b>Humedad relativa</b> .....	11
2.9 <b>Vientos</b> .....	11
2.10 <b>Topografía</b> .....	11
2.11 <b>Tipos de suelos existentes</b> .....	12
2.12 <b>Tendencias del suelo.</b> .....	12
2.13 <b>Geomorfología</b> .....	13
2.14 <b>Hidrología</b> .....	14
2.15 <b>Cuenca Hidrográfica.</b> .....	14
2.16 <b>Hidrología Superficial.</b> .....	15
2.17 <b>Principales ríos, lagos y lagunas existentes.</b> .....	15
2.18 <b>Problemática de los recursos hídricos en el municipio.</b> .....	15
2.19 <b>Hidrogeología</b> .....	16
<b>CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO .....</b>	
3.1 <b>Función del estudio socioeconómico</b> .....	17
3.2 <b>Topografía en obras civiles.</b> .....	17
3.3 <b>Criterios de diseño utilizado en el proyecto.</b> .....	18
3.4 <b>Periodo de diseño.</b> .....	18

<b>3.5 Cobertura</b> .....	18
<b>3.6 Proyección de población.</b> .....	18
<b>3.6.1 Población.</b> .....	18
<b>3.6.2 Tasa de crecimiento.</b> .....	18
<b>3.7 Niveles de servicio y dotación de agua.</b> .....	19
<b>3.7 Tipos de consumo considerados.</b> .....	19
<b>3.7.1 Consumo comercial, industrial y público</b> .....	19
<b>3.7.2 Consumo doméstico.</b> .....	20
<b>3.8.1 Consumo promedio diario.</b> .....	21
<b>3.8.2 Consumo promedio diario total.</b> .....	21
<b>3.9 Factores de máxima demanda.</b> .....	21
<b>3.9.1 Demanda del máximo día</b> .....	21
<b>3.9.2 Demanda de la hora máxima</b> .....	21
<b>3.9.3 Demanda contra incendio</b> .....	22
<b>3.9.4 Pérdidas en el sistema.</b> .....	23
<b>3.10 Presión residual mínima y máxima.</b> .....	23
<b>3.11 Condiciones de trabajo y operación crítica</b> .....	23
<b>3.12 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento.</b> .....	24
<b>3.13 Dispositivos hidráulicos</b> .....	24
<b>3.14 Coeficiente de capacidad hidráulica.</b> .....	24
<b>3.15 Velocidades permisibles en tuberías.</b> .....	25
<b>3.16 Material de la tubería</b> .....	26
<b>3.17 Fuente de abastecimiento u obras de captación</b> .....	26
<b>3.17.1 Periodo de diseño.</b> .....	26
<b>3.18 Línea de conducción</b> .....	26
<b>3.18.1 Caudales</b> .....	27
<b>3.18.2 Diámetros mínimos</b> .....	27
<b>3.19 Tanque de almacenamiento.</b> .....	28
<b>3.19.1 Capacidad</b> .....	28
<b>3.19.2 Volumen Compensador:</b> .....	28
<b>3.19.3 Volumen de reserva:</b> .....	29
<b>3.19.4 Volumen de almacenamiento total (25%):</b> .....	29

3.19.5 Localización.....	29
3.19.6 Tipo de material .....	30
3.20 Calidad del agua. ....	30
3.21 Tratamiento. ....	31
3.22 Estación de bombeo. ....	32
3.22.1 Criterios para la selección del equipo de bombeo eléctrico y diámetro de la sarta. ....	33
3.22.2 Diseño de baja tensión .....	36
3.22.3 Criterios sobre la ampacidad de los conductores: .....	36
3.22.4 Baja tensión (120/240 Vac, monofásico a tres hilos).....	37
3.22.5 Diseño de media tensión.....	37
Media tensión (14.4 KV). ....	37
3.23 Características hidráulicas. ....	37
3.24 Software EPANET .....	38
3.24.1 Funcionalidad de EPANET .....	38
<b>CAPÍTULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	
4.1 Evaluación socioeconómica.....	43
4.2 Contexto socio económico .....	43
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS .....</b>	
5.1 Evaluación socioeconómica.....	44
5.2 Contexto socio económico .....	44
5.3 Población y vivienda.....	44
5.3.1 Rango De Edad De La Población Beneficiaria.....	45
5.4 Actividades económicas.....	46
5.5 Abastecimiento de agua potable .....	48
5.6 Servicios básicos existentes.....	52
5.7 Administración actual del sistema. Tarifa y usuarios.....	53
5.8 Levantamiento topográfico.....	54
5.9 Proyección de población.....	55
5.9.1 Proyección de población y consumo de agua potable .....	55
5.9.2 Datos Estadísticos de población.....	56
5.9.3 Proyección de consumo.....	56

<b>5.10 Análisis de las fuentes de abastecimiento.</b> .....	59
<b>5.10.1 Fuente de Abastecimiento u obras de captación.</b> .....	60
<b>5.11 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.</b> .....	62
<b>5.11.1 Modelación Hidráulica.</b> .....	62
<b>5.11.2 Resultados del análisis hidráulico.</b> .....	63
<b>5.11.3 Condición de consumo máxima hora (CMH).</b> .....	65
<b>5.11.4 Condición sin consumo.</b> .....	66
.....	79
<b>5.12 Estaciones de bombeo.</b> .....	80
<b>5.12.1 Golpe de Ariete.</b> .....	82
<b>5.13 Diseño eléctrico</b> .....	85
<b>5.14 Red de conducción.</b> .....	96
<b>5.15 Red de Distribución.</b> .....	97
<b>5.15.1 Diámetro mínimo.</b> .....	97
<b>5.15.2 Tipo de tubería y diámetro mínimo a utilizar.</b> .....	98
<b>5.16 Velocidad de flujo</b> .....	99
<b>5.17 Sectorización Hidráulica.</b> .....	99
<b>5.20 Cobertura mínima de las tuberías</b> .....	99
<b>5.21 Conexiones domiciliarias</b> .....	99
<b>5.22 Tanque de Almacenamiento.</b> .....	100
<b>5.22.1 Descripción y localización de los tanques de almacenamiento</b> .....	100
<b>5.22.2 Cálculo de los requerimientos de capacidad.</b> .....	101
<b>5.22.3 Diseño Estructural para Tanque de Mampostería.</b> .....	101
<b>5.23 Costo y Presupuesto</b> .....	102
<b>5.23.1 Estimación de costos o presupuesto de la obra.</b> .....	102
<b>5.23.2 Partes de un Presupuesto Valorativo Detallado</b> .....	103
<b>5.24 Especificaciones técnicas.</b> .....	104
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	
<b>6.1 Conclusiones.</b> .....	105
<b>6.2 Recomendaciones.</b> .....	106
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	107

I. ANEXOS .....	I
Anexo 1. Fotografía de las fuentes de agua.....	I
Anexo 2. Croquis del casco urbano San Lucas.....	II
Anexo 4. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento. ....	III
Anexo 5. Resultado de análisis bacteriológico de Agua. Pozo 1 .....	X
Anexo 6. Resultado de análisis Físico - Químico de Agua. Pozo 1.....	XI
Anexo 7. Resultado de análisis de Arsénico. Pozo 1.....	XII
Anexo 7. Resultado de análisis bacteriológico. Pozo 2.....	XIII
Anexo 8. Resultado de análisis Físico – Químico. Pozo 2.....	XIV
Anexo 9. Resultado de análisis de Arsénico. Pozo 2.....	XV
Anexo 10. Resultado de análisis de Plaguicidas. Pozo nº 2.....	XVI
Anexo 11. Prueba de bombeo en pozo 1 .....	XVII
Anexo 12. Presupuesto de obras.....	XVIII
Anexo 13. Especificaciones técnicas. ....	XXV
Anexo 14. Planos constructivos. ....	LXV
II. ACRONIMOS .....	LXVIII

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio de diseño de sistema de abastecimiento de Agua Potable que consiste en Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) a realizarse en el casco urbano del Municipio de San Lucas, departamento de Madriz, está basado específicamente en las Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización de agua (NTON 09 003-99;INAA, 1999). Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua. (NTON 09 003-99;INAA, 1999).

El abastecimiento de agua potable es uno de los servicios básicos de mayor importancia para una ciudad y sus comunidades, ya que el vital líquido facilita en ellas el desarrollo humano, socio-económico y sanitario. Es necesario proveer a las ciudades y comunidades de sistemas capaces de funcionar eficientemente para conducir el agua a los usuarios en cantidad, continuidad y calidad, facilitando de manera la accesibilidad del servicio hasta la comodidad de sus hogares.

Este proyecto se origina de la necesidad por la cual atraviesan la población en el casco urbano de San Lucas, por la falta del servicio de agua potable de forma continua, por lo cual; las familias se han visto obligadas a demandar a la comuna la construcción de un sistema que cubra sus necesidades, en cuanto al abastecimiento de Agua Potable.

Para resolver la problemática de abastecimiento de agua potable que enfrenta la zona urbana del municipio, se proyecta la construcción de un MABE que opere a través de energía eléctrica trifásica. El acueducto será abastecido por dos pozos perforados. El casco urbano presenta las características necesarias para llevar a cabo la realización de estudios con el fin de diseñar este tipo de obras.

## 1.2 ANTECEDENTES

Los habitantes del casco urbano del municipio de San Lucas son abastecidos de agua potable por conexión domiciliar, debido a la demanda insatisfecha de abastecimiento de agua, la población busca los medios necesarios para obtener el vital líquido en sus hogares. Son 236 viviendas las registradas que poseen conexión domiciliar y tratan de satisfacer la demanda de necesidades básicas del hogar con la poca agua que se recibe, cabe destacar que bajo encuesta se logra identificar 12 viviendas que recurren a un puesto público, 133 compran agua y 47 acarrean el agua a sus viviendas, ya sea de los pozos comunales más cercanos o del vecino que tiene conexión domiciliar.

En la actualidad se cuenta con una población de 1551 habitantes entre adultos y niños quienes ven frenado su desarrollo local por el mal servicio debido a la falta de agua potable.

La alcaldía municipal de San Lucas es la encargada de administrar el sistema actual de agua potable, la cual; se ha asignado dos personas encargadas del cobro, operación y mantenimiento del mismo.

El sistema de agua potable de San Lucas, fue construido en 1991, iniciando este con un mini acueducto por bombeo eléctrico, (MABE) basado en la demanda de la población del casco urbano de ese momento. Posteriormente en el 2003 este sistema fue mejorado integrándole la fuente de captación superficial, se construyó un tanque de mampostería con capacidad de 15,000 galones, a la vez se construyó un pozo perforado de 285 pies de profundidad con diámetro de 8 a 6" equipado con un nuevo sistema de bombeo completo, compuesto con una bomba de 7.5 hp que sustituyo al existente en ese momento además se realizó ampliación referido a la línea de distribución hacia los diferentes sectores con tubería PVC de diámetro de 3" ,2" y 1 1/2" , válvulas HG de 3" y 2".

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El casco urbano del municipio de San Lucas no cuenta con buen servicio de abastecimiento de agua, lo que ocasiona un bajo nivel higiénico sanitario. El sistema de agua potable existente no da cobertura a toda la población lo cual provoca que se abastezcan de pozos excavados privados y comunales, que en su mayoría no están protegidos debidamente y son vulnerables a contaminarse.

Actualmente, con el crecimiento de la población del casco urbano del municipio de San Lucas, existen sectores que tienen cobertura de la red de agua potable pero no están siendo abastecidos adecuadamente y existen otros sectores en donde no hay red para el abastecimiento domiciliario de agua potable.

En este momento en los sectores no cubiertos con la red de distribución del vital líquido, para lograr satisfacer la demanda de agua potable la población hace uso de 6 puestos públicos existentes que fueron construido en 1997, los cuales por el mal manejo de estos se convierten en agua no seguras.

Para mejorar la calidad de vida de los pobladores de este municipio es por ello se hace necesario realizar un proyecto que garantice el suministro de agua en cantidad, calidad y continuidad, así dar respuesta a la necesidad de abastecimiento para la mayoría de las familias de dicha comunidad.

La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, lo que permite realizar la conexión de la bomba. Con la materialización de proyecto, se estará reduciendo:

- La incidencia de enfermedades infecto contagiosa que se presentan en la época de lluvias.
- Se disminuirá el trabajo o desgaste físico en la población que incurren los miembros de las familias y principalmente las mujeres, por recorrer distancias mayores a 50 m para acarrear el agua hasta sus hogares.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

- ✓ Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable (mini acueducto por bombeo eléctrico. MABE) en el casco urbano del municipio de San Lucas, departamento de Madriz.

### **1.4.2. Objetivo específicos**

- ✓ Elaborar un diagnóstico poblacional y socioeconómico de la comunidad.
- ✓ Realizar levantamiento topográfico para conocer las características del terreno, con el propósito de facilitar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- ✓ Analizar red de distribución mediante el uso de software EPANET.
- ✓ Diseñar los componentes del sistema de agua potable del MABE, que garanticen un excelente servicio a la población.
- ✓ Estimar los costos para la construcción de la obra.

## 2. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 2.1 Localización

El proyecto se localiza en el departamento de Madriz, en el municipio de San Lucas, específicamente en el casco urbano de San Lucas.

San Lucas se ubica en el sector suroeste del departamento de Madriz, se localiza sobre las coordenadas 13° 24' Latitud Norte y a 86° 36' longitud oeste. Se encuentra a 227 km de la capital Managua y a una distancia de 8.5 km. De la cabecera departamental, Madriz que es la ciudad de Somoto y a una Altitud de 790 MSNM

La vía Intermunicipal que conduce hacia el sitio objeto del proyecto está constituida por una carretera pavimentada con adoquines que va desde la cabecera municipal Somoto hasta la cabecera municipal San Lucas, la cual se encuentra en buenas condiciones.

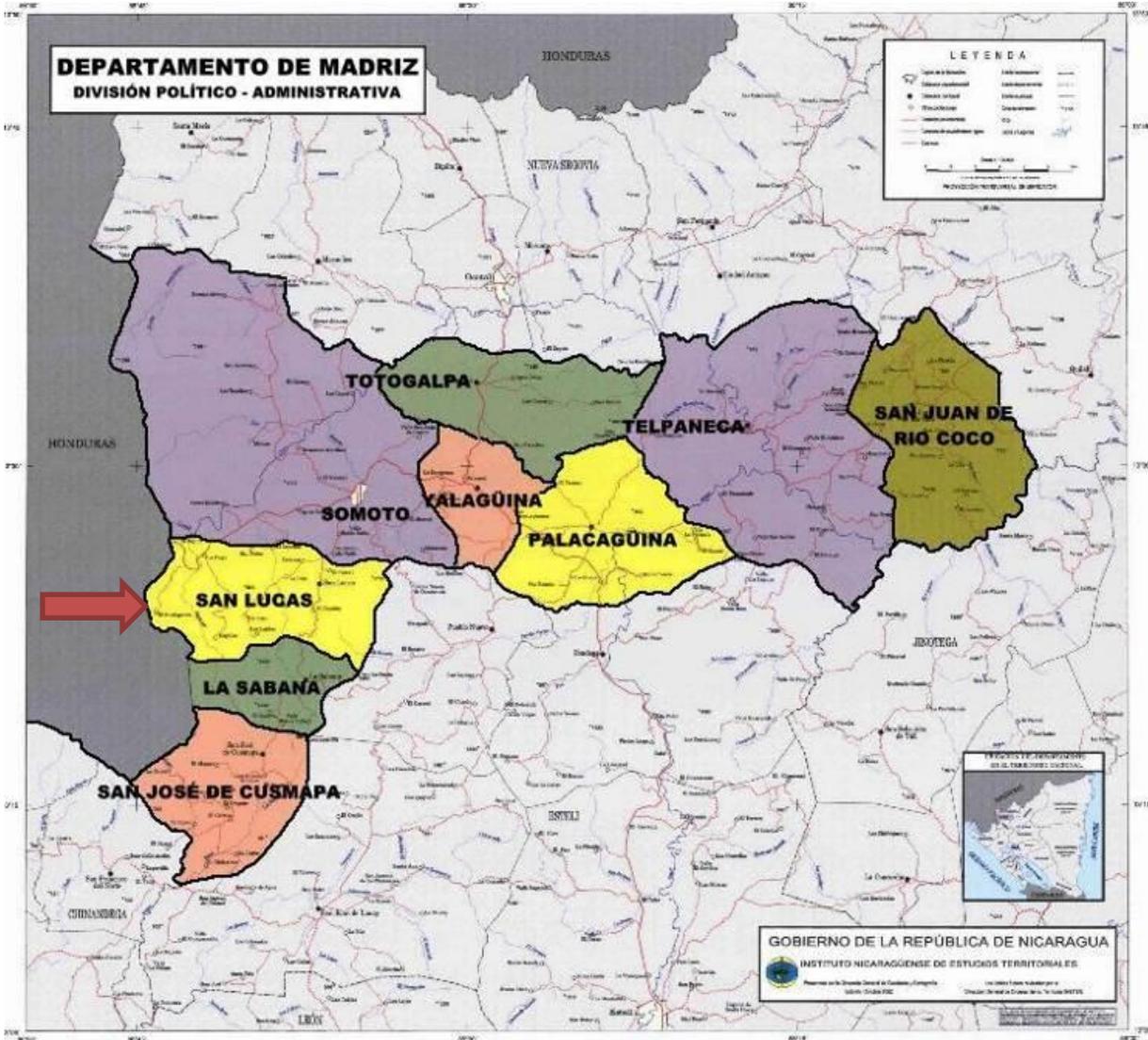
**Fig.Nº1. MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.**



Fuente: (Alcaldía San Lucas caracterización municipal, 2017)

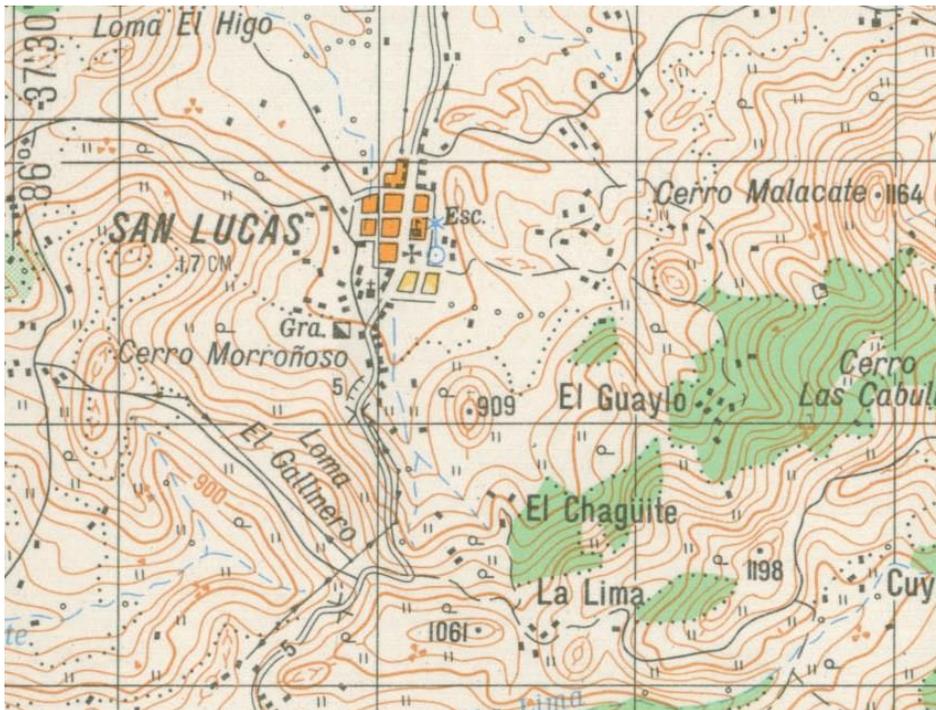
Localización del departamento de Madriz.

Fig. N°2. Ubicación del municipio de San Lucas en el departamento de Madriz.



Fuente: (Alcaldía San Lucas caracterización municipal, 2017)

**Fig. N°3. MICROLOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO.**



Fuente: (Alcaldía San Lucas caracterización municipal, 2017)

## **2.2 Límites geográficos y derroteros.**

El municipio de San Lucas presenta los siguientes límites:

**Norte** : Con el Municipio de Somoto.

**Sur** : Con el Municipio de Las Sabanas.

**Este** : Con el Municipio de Pueblo Nuevo. (Dpto. de Estelí).

**Oeste** : Con la República de Honduras.

## **2.3 Distribución urbana en el municipio**

El municipio está distribuido en 5 sectores, además dos zonas; la zona principal y zona periférica, la zona principal comprende el área adoquinada y la zona periférica es la zona sin adoquinar y sin acceso a todos los recursos.

El Municipio está conformado por 5 Barrios, ubicados en el Casco Urbano; los barrios son los siguientes:

1. Barrio N° 1: José Rolando Corea
2. Barrio N° 2: José Danilo Sánchez Lira
3. Barrió N° 4: Juan Francisco Estrada
4. Barrio N° 5: Santos Apolinar Ramírez López

El Barrio Número 3 no se encuentra porque es el Chagüite y está registrado como una comunidad del Municipio.

## **2.4 Clima**

El Municipio de San Lucas se caracteriza por tener un clima de tipo tropical seco, tornándose húmedo en las partes elevadas y montañosas.

La temperatura promedio oscila entre los 25 y 27 °C

La zona con un ambiente fresco- húmedo es la parte alta y montañosa del municipio, es decir, en las comunidades que forman parte de la Reserva Natural tales como: Naranja Rodeo, Cuyas, Apante, Quebrada Abajo, Chichicaste, Los Mangos, El Cedro, El Volcán, El Plan Fresco; el resto de las comunidades de la parte baja del municipio presentan un clima cálido en su mayoría.

La precipitación media anual varía entre los 1,000 y 1,400 mm caracterizándose por una buena distribución de las lluvias durante todo el año.

La descripción de las características climáticas de la unidad hidrográfica en estudio fue realizada tomando en consideración las mediciones generadas por la estación hidrometeoro lógica principal (HMP) Ocotál , localizada en el municipio de Ocotál en las coordenadas latitud Norte 13°32'36" y longitud Oeste 86°10'00", a 612 msnm, con periodos de registros de 1983 a 2013 y la estación Pluviométrica San Lucas, localizada en el municipio en las coordenadas latitud Norte 13°24'342" y longitud oeste 86°36'36", elevación 795 msnm, con un periodo de registro de 1993 al 2010.

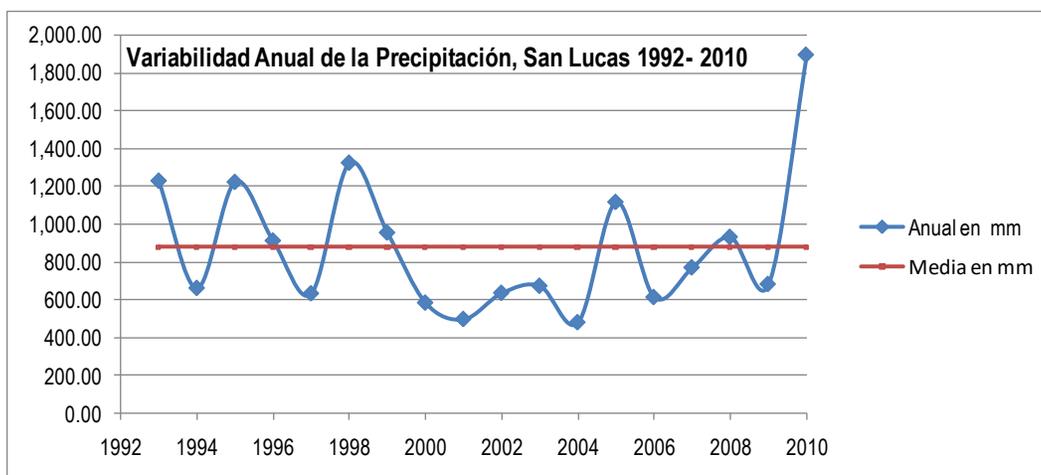
## 2.5 Clasificación climática

De acuerdo a la clasificación climática de W. Koppen Modificada se determinó que en el área de San Lucas, predomina el tipo de clima AW2, el cual se caracteriza por presentar una estación seca entre noviembre y abril y una estación lluviosa iniciando en mayo y finalizando en octubre. La precipitación varía desde un mínimo de 600 mm hasta un máximo de 2000 mm. La temperatura media anual registra valores de 30 °C y puede alcanzar hasta un mínimo de 18 °C. Sin embargo, el informe de la Caracterización del municipio realizado por la Alcaldía reporta valores de precipitación entre 1000 y 1400 mm anuales y temperaturas entre los 25 y 27 °C.

## 2.6 Precipitación

Se estimó que en el área se registra una precipitación media anual alrededor de los 878 mm. Durante el periodo de registros de lluvia se encontró que el máximo acumulado de lluvia es de 1895 mm en el 2010 y un mínimo de 480 mm en el año 2001. La siguiente grafica muestra el comportamiento anual de los acumulados de lluvia respecto al promedio.

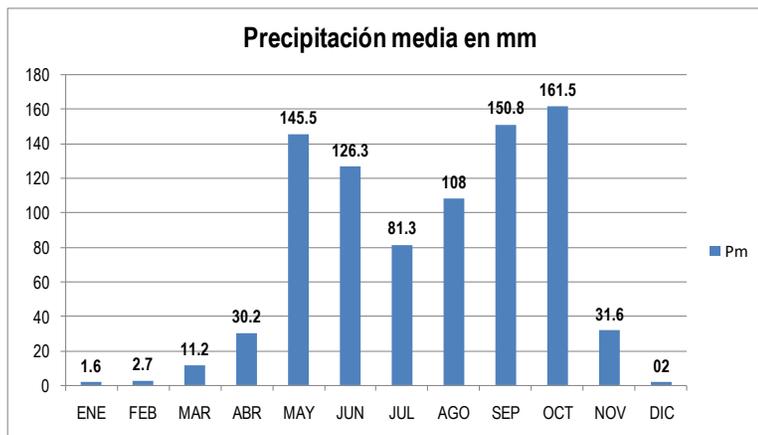
**Gráfico N°1. Variabilidad de la precipitación**



**Fuente: fuente propia**

Referente al comportamiento de las precipitaciones a lo largo de los 12 meses, se observa que las lluvias se registran en todo el año, sin embargo, el periodo lluvioso local se presenta entre los meses de mayo a octubre, tiempo durante cual se acumulan lluvias superiores a los 80 mm cada mes. En este periodo se logra acumular 773.4 mm equivalente al 91 % del total anual, siendo los meses más lluviosos octubre (161.5 mm), septiembre (150.8 mm), mayo (145.5) y junio (126.3 mm). Los menores registro de las precipitaciones ocurren en enero (1.6 mm), febrero (2.7 mm) y diciembre (2 mm).

**Gráfico N°2. Comportamiento de la precipitación a lo largo de los meses.**



**Fuente:** (Alcaldía San Lucas caracterización municipal, 2017)

## 2.7 Evaporación

Debido a que en la zona no se cuenta con una estación meteorológica principal ni climatológica, pero considerando la cercanía relativa y las características de la zona, se utilizó la información generada en la estación meteorológica de Ocotlán, la cual se acerca al comportamiento climático de las zonas ubicadas en Las Segovias. La evaporación anual es de 2309. Marzo es el mes que registra la mayor evaporación con un valor de 260.4 mm. El menor valor se registra en noviembre con apenas 143.4 mm.

## 2.8 Humedad relativa

La humedad relativa media anual oscila alrededor del 75.3%, los meses con menores porcentajes de humedad del aire se registran en abril 70%, en septiembre y octubre son los meses de mayores porcentajes cuando la humedad alcanza el 82%.

## 2.9 Vientos

La velocidad media del viento de 2.6 m/s, las máximas velocidades se registran en enero (3 m/s) y la mínima en octubre (1.7 m/s). La dirección predominante es hacia el Este.

**Tabla 1: Resumen de las variables climáticas mediadas en la Estación**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total o Prom.
MEDIA	2.9	4.7	9.7	35.2	134.3	141.9	75.7	104.9	155.3	139.2	28.9	6.8	839.4
MAXIMA	8.4	4.7	9.7	35.2	134.3	141.9	75.7	104.9	155.3	139.2	28.9	6.8	844.9
DSTD	2.3	0.0	0.0	0.0	17.2	12.1	23.5	23.9	33.8	12.4	0.1	0.0	314.8
PREC. %	0.3	0.6	1.2	4.2	16.0	16.9	9.0	12.5	18.5	16.6	3.4	0.8	100.0
lluvia > 1 mm	0.8	0.7	1.1	2.1	7.9	11.5	10.7	11.1	13.0	11.4	4.2	1.4	75.7
lluvia > 5 mm	0.1	0.1	0.6	1.2	5.4	7.1	4.5	5.7	7.5	6.6	1.6	0.3	40.6
lluvia > 10 mm	0.0	0.1	0.3	1.0	4.1	4.4	2.0	2.7	4.6	3.8	0.7	0.1	23.5
Maxima 24 H	7.8	37.5	75.0	117.6	107.3	74.0	97.8	98.2	99.8	352.0	69.0	24.8	352.0
EL NINO	3	3	2	17	141	164	53	55	89	95	23	7	652
LA NINA	3	7	12	52	115	93	91	149	218	202	26	6	974
Evaporación	188.0	206.8	260.4	253.0	227.2	171.6	187.3	190.3	166.4	155.3	143.4	159.6	2309.3
Temperatura Media	22.8	23.8	25.4	26.7	26.5	25.0	24.4	24.7	24.5	24.1	23.4	22.8	24.5
Temp Med Max	31.6	33.2	35.3	35.6	35.0	32.9	31.8	32.7	32.5	31.7	31.3	30.9	32.9
Temp Med Min	12.0	12.8	14.6	16.8	18.4	18.3	17.2	17.3	17.7	16.4	14.0	12.5	15.7
Humedad Relativa %	73.2	70.0	65.5	64.0	70.3	80.0	79.8	79.4	82.4	82.1	80.0	77.2	75.3
Nubosidad en Octas	3.9	3.7	3.5	3.6	4.7	5.4	5.4	5.2	5.4	4.9	4.4	4.0	4.5
Brillo Solar Horas y decimas	7.7	8.1	8.6	8.0	7.1	6.3	6.7	7.3	6.5	6.3	6.7	7.0	7.2
Velocidad Viento	3.0	3.2	3.2	3.0	2.4	2.2	2.8	2.5	1.9	1.7	2.0	2.7	2.6
Dir.Pred.	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

**Fuente: (INETER) Alcaldía San Lucas, informe de gestión de riesgo.**

## 2.10 Topografía

La mayor parte de la topografía del Municipio es quebrada, sobresaliendo algunas alturas como son los Cerros: El Volcán, Izcayán, El Espino, El Mojón, El Mogote y El Guayabal. Sobre estas formaciones geológicas actúan los factores climáticos y ambientales, configurando el relieve actual de montaña que presenta un relieve ondulado, lomas y cuevas en un área que abarca la mayor parte del territorio Municipal, con fuerte ocurrencia de superficie.

Topográficamente el Municipio de San Lucas se encuentra en un porcentaje general de pendiente entre 30-50% (escarpado), presentando un porcentaje mínimo de áreas planas.

El relieve del municipio de San Lucas es el resultado de la actividad tectónica y volcánica regional y en menor proporción a los agentes externos o modeladores del paisaje local. Este último con menor incidencia ya que el relieve del municipio es característico de la litología y la estructura geológica.

### **2.11 Tipos de suelos existentes**

Los suelos que predominan en el municipio de San Lucas son: Mixtos, en la parte alta de la zona montañosa del Municipio Limosos, Arcillosos, Franco arenosos y Franco Arcillosos.

A escala regional la subcuenca se encuentra ubicada en la Provincia Geológica denominada Tierras Altas del Interior (Stoiber & William, 1965; Darce, 1990), predominando las rocas ígneas del grupo Coyol, cuya edad aproximada es de 13 millones de años, productos del vulcanismo continental del Terciario.

En diferentes áreas son notables y se encuentran distribuidos bolones angulares y sub redondos en las elevaciones intermedias y en los cauces o cárcavas y su presencia se debe precisamente a dos situaciones, pueden ser núcleos de rocas intemperizadas y parte de bloques rodados que con la distancia y la gravedad va dispersándose hasta sedimentarse en forma de bolones sub redondeadas.

### **2.12 Tendencias del suelo.**

Los suelos del Municipio de San Lucas, en su mayoría son utilizados para la agricultura como lo es el establecimiento de cultivos agrícolas y para la ganadería en lo referente al establecimiento de pasturas para el pastoreo del ganado.

El uso actual del suelo predominante en la unidad hidrográfica corresponde a cultivos anuales y pasto, ambos ocupan un 57.9 % de territorio, el segundo lugar en porcentaje lo ocupa la vegetación arbustiva. El 3.81 % del territorio de la cuenca es ocupado por el casco urbano, referente al uso dedicado al bosque de conífera y latifoliado, observamos que en su conjunto ocupan apenas conforman el 6.51% del área geográfica.

**Tabla 2: Uso actual de suelo, San Lucas**

<b>Uso Actual</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Ha</b>	<b>%</b>
Bosque latifoliado denso.	0.60	60.0	4.16
Bosque latifoliado ralo.	0.34	34.0	2.35
Ciudades, poblados, caseríos	0.55	55.0	3.81
Cultivo Anual	3.40	340	23.55
Cultivo permanente	0.06	6.00	0.42
Pasto	4.96	496	34.35
Tacotal	0.24	24.0	1.66
Vegetación arbustiva	4.29	429	29.71
<b>Total</b>	<b>14.44</b>	<b>1444</b>	<b>100.00</b>

**Fuente: (ALCALDIA SAN LUCAS, 2013)**

### **2.13 Geomorfología**

La serranía Tepet Somoto-Pataste es una cadena continua de cumbres alineadas a lo largo de una antigua falla del período terciario, donde surgió una serie de volcanes de base coalescente. El cerro Tepet Somoto todavía conserva su antigua forma cónica, aunque su cráter está erosionado.

Hacia la frontera con Honduras la serranía se transforma en una serie de mesetas de cumbres planas o filetes rocosos; entre los cuales se encuentra las poblaciones de San Lucas, Las Sabanas y Cusmapa. En la ladera contraria se presentan fuertes pendientes con despeñaderos que caen hacia un valle angosto con relieve de cuesta por donde desciende el camino que comunica Pueblo Nuevo con Limay.

El municipio de Lucas, es parte del terreno denominado provincia fisiográfica de las Tierras altas del Interior, caracterizada por una antigua meseta volcánica Terciaria (Eoceno-Oligoceno) muy erosionada y fracturada, con elevaciones máximas de 1500 a 2000 msnm, levantándose numerosas serranías, mesas, cumbres montañosas y valles inter-montañosos por donde drenan los principales ríos hacia el mar Caribe. El relieve es muy irregular y abrupto, producto de la actividad tectónica y volcánica regional y en menor proporción a los agentes modeladores del paisaje local (Alcaldía Municipal San Lucas, 2012)

#### **2.14 Hidrología**

El Municipio pertenece a la vertiente hidrográfica del Caribe, cuyas aguas pluviales desembocan en el Río Coco. Sus principales afluentes son el río Tapacalí, que se encuentra en la parte oeste del Municipio, alcanzando niveles mínimos de corrientes debido al despale ocasionado en los últimos años. También está el Río Inalí, que localiza en la parte central del Municipio. Actualmente estos ríos mantienen agua aproximadamente hasta el mes de abril, producto del despale y el arrastre de árboles que provocó el paso del huracán Mitch.

#### **2.15 Cuenca Hidrográfica.**

El Municipio pertenece a la vertiente hidrográfica del Caribe, cuyas aguas pluviales desembocan en el Río Coco. Sus principales afluentes son el río

Tapacalí, que se encuentra en la parte oeste del Municipio, alcanzando niveles mínimos de corrientes debido al despale ocasionado en los últimos años.

El río principal de la unidad hidrográfica lo constituye el río Quebrada Sucia de régimen intermitente, con una longitud de 8.08 km, el drenaje es de tipo sub detrítico, es decir, se evidencia un tributario mayor bien definido. La cuenca con un área de 14.44 km<sup>2</sup> y un perímetro de 20.60 km es tributaria del Río Inalí y según su área es considerada como una cuenca pequeña.

### **2.16 Hidrología Superficial.**

San Lucas cuenta con una Hidrología Superficial conformada principalmente de Ríos Inalí y Tapacalí y algunas quebradas permanentes durante toda la estación seca del año, sin embargo, existen algunas que solo son temporales, es decir, sus aguas solo se mantienen durante la época de invierno.

### **2.17 Principales ríos, lagos y lagunas existentes.**

Actualmente el municipio no cuenta con lagos y lagunas solamente posee Ríos Superficiales, entre los principales son: Inalí y el Río Tapacalí, de ellos solo el Tapacalí es el que recorre más kilómetros por el municipio.

### **2.18 Problemática de los recursos hídricos en el municipio.**

Los Recursos Hídricos requieren para su permanencia la conservación y protección, en esta zona se está descuidando la parte alta de la zona montañosa por el efecto de las actividades agrícolas y ganaderas que existen en el municipio, sin duda alguna estos efectos traerán grandes resultados negativos para las fuentes de agua, Ríos, Quebradas y Pozos que existen en nuestro municipio.

## **2.19 Hidrogeología**

El territorio de San Lucas forma parte de la subcuenca de la Provincia Ignimbrítica, Zona de Transición Montañosa Central y Graben de Nicaragua (Estudio de Mapificación Hidrogeológica de la Región Central de Nicaragua, Ineter 2000). A nivel semi regional no se encuentran acuíferos productivos, debido que el medio geológico está formado por rocas de baja permeabilidad secundaria y transmisividades de bajas a medias. No obstante, la existencia de fallas y fracturas puede originar la formación de pequeños acuíferos fracturados y acuíferos colgados que forman numerosos manantiales costados por la intersección de las cotas topográficas.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Función del estudio socioeconómico**

Un estudio socioeconómico, es un documento que permite conocer el entorno económico y social de una persona o en dicho caso una población, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios del elemento investigado, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno económico, familiar y social.

El contenido de un estudio socioeconómico depende de la finalidad que este tenga, cabe señalar que existen datos en común en cualquier tipo de estudio socioeconómico, como los son, datos personales del investigado, documentación revisada y cotejada del investigado, datos económicos de la persona evaluada, entorno familiar y social del verificado, lo que nos permite conocer el entorno social y económico (INIDE, 2005).

#### **3.2 Topografía en obras civiles**

Se le llama levantamiento topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano, para la identificación de curvas de nivel.

El objetivo principal es la obtención de los niveles y cotas de terreno para la ubicación de las redes secundarias de agua potable y alcantarillado, los cuales deberán ser diseñados mediante planos veraces y fidedignos del área de estudio.

### **3.3 Criterios de diseño utilizado en el proyecto.**

A continuación, se presentan los criterios de diseño utilizados para el pre diseño de cada uno de las estructuras propuestas en el proyecto en estudio.

### **3.4 Periodo de diseño.**

El período de diseño se definió en base la vida útil de los componentes del sistema, con un período de 20 años, comprendiendo el período 2019-2040.

### **3.5 Cobertura**

El 100 % de la población total del casco urbano será servida mediante conexiones domiciliarias durante todo el período de diseño.

### **3.6 Proyección de población.**

#### **3.6.1 Población.**

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional de esta localidad se hará uso de los datos de población rural, urbana y total del Municipio de San Lucas; así como de los datos censales de población realizado en la comunidad. (INIDE, 2005). (ALCALDIA SAN LUCAS, 2013)

#### **3.6.2 Tasa de crecimiento.**

Para la proyección de población se utilizará el método de proyección geométrico, La tasa máxima y mínima aceptable, de acuerdo a la investigación realizada por GILBERT ASSOCIATES INC. En el “Estudio de factibilidad de 10 ciudades” y adoptadas como norma técnica (NTON 09 003-99;INAA, 1999), son:

Tasa mínima: 2.50%

Tasa máxima: 4.0%

### **Cálculo de población.**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o(1 + r)^{(n_{proy} - n_{base})} \dots\dots\dots \text{Ecuación N° 1}$$

Dónde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”

P<sub>o</sub>: Población al inicio del período de diseño

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

n: Número de años que comprende el período de diseño.

### **3.7 Niveles de servicio y dotación de agua.**

- Para la determinación de las dotaciones se utilizará los datos de consumo de agua establecido en las “Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua.” (NTON 09 003-99;INAA, 1999). (Tabla 20) Dotaciones de agua.
- Se considera una población servida de 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias directas.
- Las pérdidas totales de agua no controlada en el sistema se considerarán en un 20% del consumo promedio diario.
- Los consumos de máximo día y consumo máximo hora equivaldrían al 1.5 y 2.5 del consumo promedio diario respectivamente.

### **3.7 Tipos de consumo considerados.**

#### **3.7.1 Consumo comercial, industrial y público**

**Para los consumos especiales se utilizarán las recomendaciones de la norma:**

Comercial	7%	Público o institucional	7%
Industrial	2%		

### **3.7.2 Consumo doméstico.**

El establecimiento de la dotación de consumo de la población se basará primordialmente de la característica particular de la localidad, tomando en consideración lo siguiente: En la actualidad la mayoría de los pobladores se abastecen de agua a través de pozos excavados a mano o perforado, comunitarios o privados.

- Las Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización de agua en el Medio Rural, establecen una dotación de 60 lppd para la población que se abastecerá por medio de conexión domiciliar de patio.

De lo expuesto anteriormente, se propone establecer una dotación per cápita mínima para el consumo de agua doméstico de 60 lppd, para la población que será abastecida de agua potable, por medio de conexión domiciliar de patio.

### **3.8 Variaciones de consumo.**

#### **Patrón de consumo**

La determinación de los gastos de cálculos de una localidad, depende de: los años dentro del período de diseño, de la clase de población, de las dotaciones, de las pérdidas en la red y de los factores de que afectan el consumo.

Mediante esta hipótesis podrán determinarse el consumo promedio diario, el consumo máximo horario y el consumo del máximo día, que servirán para los análisis de la red.

### **3.8.1 Consumo promedio diario.**

El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera.

#### **CPD= Dotación x habitantes.**

Siendo esto el producto de la dotación del año de estudio por la población total del mismo año. Donde la dotación se define como la cantidad de agua por persona por día y es un parámetro que depende del nivel de servicio adoptado, de los factores geográficos y culturales del uso del agua.

### **3.8.2 Consumo promedio diario total.**

Es el resultado de sumar el consumo promedio diario más las pérdidas.

$$\text{CPDT} = \text{CPD} + \text{Hf}$$

### **3.9 Factores de máxima demanda.**

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

#### **3.9.1 Demanda del máximo día**

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.

#### **3.9.2 Demanda de la hora máxima**

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

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

### 3.9.3 Demanda contra incendio

La cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y al rango de la población proyectada. Según la Tabla 2-5 de las normas de diseño para sistemas de agua potable que establece INAA, la población del casco urbano de San Lucas anda por el rango menor a los 5,000 habitantes por lo que en el cálculo de la demanda no se consideran caudales contra incendio. A continuación, se muestra la Tabla 3.

**Tabla 3: Caudales contra incendio**

<b>Rango de población</b>		<b>Caudales</b>		<b>Caudales por toma</b>
<b>De</b>	<b>A</b>	<b>gpm</b>	<b>gpm</b>	<b>gpm (lt)</b>
0	5000	No se considera		
5000	10000	80 (5)	200 (13)	1 toma de 150 (9)
10000	15000	200 (13)	550 (35)	1 toma de 250 (16)
15000	20000	350 (22)	550 (35)	2 toma de 250 c/u (16)
20000	30000	550 (35)	1000 (63)	3 tomas de 250 c/u (16)
30000	50000	1000 (63)	1500 (95)	2 tomas de 500 c/u (31)
50000	100000 y más	1500 y más (95)		2 tomas de 500 c/u (31) de acuerdo a la importancia del lugar.

**Fuente: (NTON 09 003-99; INAA, 1999)**

### **3.9.4 Pérdidas en el sistema.**

Se propone utilizar un factor de pérdida de agua (por fugas de tubería rotas, malas conexiones, mantenimiento en la red distribución, limpieza de tanque de almacenamiento y otras actividades) en el sistema del 20% del consumo promedio diario, debido a que este sistema será completamente nuevo y se construirá con tubería de PVC. (ENACAL, 1976).

### **3.10 Presión residual mínima y máxima.**

Las presiones de trabajo de la red de distribución serán determinadas bajo la condición de análisis de consumo día promedio con bombeo máximo día y las presiones residuales mínima y máxima en la red de distribución por factores topográficos y económicos serán de 5.0 m y 50.0 m respectivamente.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- La presión mínima residual en la red principal será de 14.00m.
- La carga estática máxima será de 50.00m.
- Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00m., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

### **3.11 Condiciones de trabajo y operación crítica**

Para el análisis y diseño de la red de distribución se requiere del conocimiento de la topografía del terreno de la ciudad, la ubicación de la fuente de agua y del sitio del tanque a utilizarse; identificándose en consecuencia, los puntos de entrada de agua a la red de distribución. Los conductos y anillos principales de la red de distribución se diseñarán de acuerdo al sistema de abastecimiento estudiado considerando si es un sistema por gravedad o por bombeo.

### **3.12 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento.**

En esta condición el caudal correspondiente al consumo máximo diario es bombeado hacia el tanque de almacenamiento. La red demandará del tanque el consumo de la máxima hora, o la demanda coincidente. El tanque trabajará con una altura que permita dar las presiones residuales mínimas establecidas en todos los puntos de la red.

### **3.13 Dispositivos hidráulicos**

#### **Accesorios y obras complementarias de la red de distribución.**

**Válvulas de pase:** Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas.

Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

**Válvulas de limpieza:** Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

**Válvula reductora de presión y cajas rompe presión:** Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

### **3.14 Coeficiente de capacidad hidráulica.**

Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams. Según material de tubería

Material del conducto	Nuevos C	Inciertos C
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto cemento	140	130
Hierro fundido cubierto	130	100

### 3.15 Velocidades permisibles en tuberías.

- a) Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.
- b) Cuando haya suficiente altura de carga o energía de posición, pueden utilizarse las siguientes velocidades máximas para evitar la erosión.

**Tabla 4: Velocidades máximas permitidas por tipo de tubería**

Tipo de tubería	Velocidad máxima m/s
De concreto simple hasta	
18" de diámetro	3.0
De concreto reforzado	3.0
De acero sin revestimiento	5.0
De acero con revestimiento	5.0
De polietileno de alta densidad	5.0
De PVC (cloruro de polivinilo)	5.0
De asbesto cemento	4.0
Túneles sin revestimiento	2.0

**Fuente:** (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

Se recomienda que la velocidad mínima sea de 0.60 m/s. Para determinar el diámetro de la línea de conducción deben considerarse los factores económicos, la vida útil y los caudales de agua a conducir.

### **3.16 Material de la tubería**

En la selección de los materiales para tuberías, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- a) Resistencia contra la corrosión
- b) Resistencia contra las cargas, tanto externas como internas.
- c) Características hidráulicas.
- d) Condiciones de instalación y del terreno.
- e) Condiciones económicas.
- f) Resistencia contra la tuberculización y la incrustación.
- g) Protección contra el golpe de ariete.

### **3.17 Fuente de abastecimiento u obras de captación**

Los estudios de calidad del agua subterránea deberán de hacerse para un período que comprenda el periodo de diseño (20 años).

#### **3.17.1 Periodo de diseño.**

La capacidad del pozo estará dada en función del rendimiento seguro del acuífero, no debiendo ser mayor a la demanda del día máximo del último año de diseño. La vida útil del pozo será de 25 años como máximo. La fuente deberá estar equipada dentro de sus componentes de macro medidor de flujo y deberá tener facilidades para aplicar el sistema de cloración (NTON, 1999), (Normas CAPRE, 1993).

### **3.18 Línea de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de

captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los cumpios

La línea de conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día de los próximos 20 años. Se permitirán velocidades de flujo, entre los 0.60 m/s a 2.0 m/s, con gradiente hidráulico no mayor del 3: 1,000. Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas para prevenir las condiciones de golpe de ariete. (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

### **3.18.1 Caudales**

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

### **3.18.2 Diámetros mínimos**

En el cálculo hidráulico de estas líneas de conducción, las pérdidas por fricción serán determinadas mediante el uso de la fórmula de Hazen – Williams o similar.

Para la determinación del mejor diámetro, deberá elaborarse el análisis económico correspondiente, tomando en cuenta los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías y los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presente los menores costos fijará el diámetro más económico.

Se recomienda el uso de válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación o tanques neumáticos, para la protección de las tuberías contra el golpe de ariete.

También deberán instalarse válvulas de aire y vacío y de drenaje, de acuerdo con las mismas recomendaciones dadas para las líneas de conducción por gravedad.

### **3.19 Tanque de almacenamiento.**

La capacidad del tanque almacenamiento a construir se dimensionará para cubrir los volúmenes de agua requerida para todo el período de diseño y en el volumen de almacenamiento de agua a proyectarse se consideraron los siguientes:

- Volumen para cubrir fluctuaciones horarias de consumo.
- Volumen de reserva para caso de emergencia por causa menor como: mantenimiento a las válvulas de aire vacío de la línea de conducción, operación de limpieza o drenaje de la línea de conducción, operación de limpieza a la obra de captación, u otras actividades que sean necesarias.

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaz de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles 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.

#### **3.19.1 Capacidad**

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

#### **3.19.2 Volumen Compensador:**

Por carecer de curva masa de consumo en esta comunidad, se adoptó como volumen de almacenamiento compensador el 25% del volumen total de agua del consumo promedio diario de acuerdo a lo establecido en las “Normas de diseño

de sistemas de abastecimiento y potabilización de agua” (NTON 09 003-99;INAA, 1999).

### **3.19.3 Volumen de reserva:**

Para el volumen de reserva para caso de emergencia reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se dispondrá un volumen de almacenamiento del 15% del volumen total de agua del consumo promedio diario de la población de acuerdo a lo establecido en las “Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua”. (NTON 09 003-99;INAA, 1999).

Tomando en cuenta los volúmenes anteriormente comentados la capacidad el tanque de almacenamiento se estimará igual al 40% del consumo promedio diario.

### **3.19.4 Volumen de almacenamiento total (25%):**

El volumen total de almacenamiento corresponde del volumen total de agua del consumo promedio diario, con el fin de satisfacer las necesidades de almacenamiento de agua a la población durante todo el periodo de diseño.

### **3.19.5 Localización**

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nodos componentes de dicha red.

- Altura Mínima

La altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y

el punto más desfavorable en la red haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

### **3.19.6 Tipo de material**

Es obligatorio elaborar un estudio económico para escoger las clases de tanques más apropiados. Ellos pueden ser de:

- a) Concreto armado. Se recomienda que su profundidad sea menor de 7.00 metros para evitarse problemas con el diseño estructural y la permeabilidad.
- b) Acero. Se recomienda tomar en cuenta los costos de mantenimiento.
- c) Mampostería. Son recomendables para pequeñas localidades donde abunden los materiales de bolón o piedra cantera.

Para el diseño de este proyecto se ha establecido la construcción de un tanque de almacenamiento con características similares a los existentes, los cuales se ajustan a las recomendaciones del tipo de material referido a mampostería de piedra bolón.

### **3.20 Calidad del agua.**

El agua tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza, se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

Desde el punto de vista de la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de

manera reversible o irreversible. Es por ello la importancia de conocer las propiedades de la misma.

La presencia, en mayor o menor proporción, sustancias extrañas presentes en su composición le comunican propiedades que pueden hacerla desechar como fuente de abastecimiento o por lo menos obligan a aplicarle una serie de procesos correctivos para que cumpla con los requisitos de calidad para el consumo humano o de composición química para otros usos.

Estos procesos se clasifican en: pre tratamiento, tratamiento y desinfección.

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un proceso de potabilización. Toda agua que se abastece para consumo humano debe someterse a desinfección; incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.

### **3.21 Tratamiento.**

Basados en los resultados de las pruebas físicos-químicos y bacteriológicas, se realizará tratamiento para la desinfección mediante el uso del cloro.

El cloro usado nacionalmente para desinfección del agua puede ser como solución de Hipoclorito de Sodio (liquido) o como cloro gas. En general, el Hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones.

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

La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$Ca = \frac{(Q * C)}{1000}$$

Dónde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración Kg. Cloro/día

Q: Caudal de agua, máximo horario m<sup>3</sup> /día

C: Dosis de cloro a aplicar mg/lit

En general se recomienda hipo cloración para capacidades menores de 1 kg/día y caudales de 130gpm como máximo. (8.20 lt/s).

Capacidad de sostén de la tecnología a instalar, una pequeña comunidad puede reparar por sus propios medios un hipoclorador de carga constante.

El tiempo de almacenamiento del hipoclorito no debe ser mayor de un mes.

Concentración de cloro en el envase; el hipoclorito tiene 120 gr/l de cloro; en el caso de los cilindros, se puede considerar que su peso neto corresponde al cloro puro.

### **3.22 Estación de bombeo.**

La característica del equipo de bombeo deberá de ser escogida sobre la base de la característica de la fuente, del sistema de distribución y a la demanda de agua.

La capacidad del equipo de bombeo se establecerá para impulsar el caudal de la demanda de agua del máximo día del último año de diseño del acueducto y, la carga total dinámica de la bomba se establecerá bajo la condición de bombeo sin consumo contra tanque.

Si la operación y mantenimiento del equipo bombeo es eficiente en el tiempo la vida útil de éste se establecerá de 10 años y siempre que las condiciones existentes lo permitan, deberá escogerse equipo con las características técnicas óptimas para el caudal de diseño del período y la carga total dinámica. El tiempo mínimo de bombeo estará de acuerdo a la demanda de agua de la población en todo el período de diseño del acueducto y no deberá de ser mayor de 16 horas, que corresponden al bombeo de la demanda promedia diaria del último año de diseño y el tiempo máximo de bombeo será de 24 horas, que corresponde al

bombeo del consumo de máximo día del último de diseño del acueducto (DAR, 1991).

Las características de éstas son las de bombear el agua de pozos perforados profundos. Los equipos usados normalmente son bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible.

La profundidad e instalación de la bomba debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse, tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

- Nivel de bombeo, de acuerdo a prueba de bombeo
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en verano e invierno.
- Sumergencia de la bomba.
- Factor de seguridad
  
- El diámetro del ademe del pozo debe estar relacionado al caudal a extraerse de acuerdo a lo que establece la tabla 6-1 de las normas diseño de INAA.

### **3.22.1 Criterios para la selección del equipo de bombeo eléctrico y diámetro de la sarta.**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible.

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

**Tabla 5: Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo**

Diámetro de columna de bombeo		Caudal de bombeo	
(Pulgada)	mm	gpm	l/s
3	75	50	3.15
4	100	100	6.30
6	150	600	37.8

**FUENTE:** (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica.

La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indica a continuación:

**Tabla 6: Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal.**

Velocidad	Diámetro	Caudal
Metros por segundo	mm	Litros por segundos
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

**FUENTE:** (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para la selección del diámetro se recomienda en el Cuadro siguiente:

**Tabla 7: Diámetro de sarta en relación a un rango de caudales.**

Diámetro de sarta	Rango de caudales	
	Pulgadas	gpm
2	80	5.05
3	200	12.60

**FUENTE:** (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta, se deberá considerar una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete recomendándose los siguientes diámetros de acuerdo al Cuadro siguiente:

**Tabla 8: Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga.**

Diámetro de sarta	Rango de caudales	
	Pulgadas	gpm
3	250-500	15.8-31.5
2	60-250	3.8-15.8
1	60	3.8

**FUENTE:** (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

Las sargas deberán llevar:

Medidor de flujo

Válvulas de aire y vacío.

Manómetro con llave de chorro ½"

Válvula Check

Válvula de compuerta

Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.

Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar la fuerza que actúa en los atraques para obtener un buen diseño.

### **3.22.2 Diseño de baja tensión**

El sistema eléctrico presentado para este proyecto, se ajusta a los requerimientos de Seguridad, Eficiencia, Flexibilidad, Manejo y Funcionalidad, exigidos a un sistema eléctrico moderno.

Los criterios de diseño empleados en el proyecto aquí presentado, tienen base de sustentación técnica en normas internacionales que regulan esta actividad.

### **3.22.3 Criterios sobre la ampacidad de los conductores:**

La ampacidad de los conductores fue determinada en consideración del Artículo No. 110-14-c, 310-10, 310-15, 310-15-1, 310-15-2-a, Corrección de ampacidad por temperatura del ambiente., (NEC).

La selección del calibre AWG de los conductores, está determinada por la carga (Amperios), el tipo de uso (Carga no continua o Carga Continua), Artículo No. 210-19-a, 215-2-a, 384-16-d, NEC.

No se ha empleado el criterio de Neutro Reducido, en consideración al Artículo No. 220-21, 220-22 NEC.

Se ha prevenido de no exceder el número de conductores en conduits, para evitar la corrección de la ampacidad por agrupamiento de cables, en correspondencia al Artículo No. 310-19-8 NEC

### **3.22.4 Baja tensión (120/240 Vac, monofásico a tres hilos).**

Los criterios de diseño, la selección de conductores y protecciones, puesta tierra de circuitos y de sistema, están en correspondencia a lo indicado en el NATIONAL ELÉCTRICAL CODE, así como en EL CÓDIGO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA 1996, VIGENTE.

### **3.22.5 Diseño de media tensión**

#### **Media tensión (14.4 KV).**

Se ha hecho estricta aplicación de LAS NORMAS DE CONSTRUCCION PARA LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENEL, mismas que gozan de plena vigencia, todas las estructuras empleadas y criterios de diseño, aparecen en los volúmenes que conforman esa normativa.

### **3.23 Características hidráulicas.**

El análisis hidráulico del sistema debe realizarse tomando en cuenta el estudio topográfico, de este y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realizará siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por INAA. (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

- a. Determinación de la demanda.
- b. Seleccionar la Dotación de agua.
- c. Proyección de la demanda para 20 años.
- d. Dimensionamiento de línea de conducción.
- e. Dimensionamiento del depósito de captación.
- f. Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento.
- g. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- h. Diseño de la red de distribución.

### **3.24 Software EPANET**

Epanet, es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser "una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas". Si bien fue diseñado para agua potable también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión. La primera versión de EPANET fue lanzada en 1993 (EPANET, 2002)

#### **3.24.1 Funcionalidad de EPANET**

El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nodos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, EPANET permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (depósitos y embalses), hasta los nodos del sistema.

Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

Los pasos a seguir normalmente para modelar un sistema de distribución de agua con EPANET son los siguientes:

- Dibujar un esquema de la red de distribución o importar una descripción básica del mismo desde un fichero de texto.

EPANET tiene la posibilidad de importar el trazado de las tuberías de una red desde un simple fichero de texto. La descripción de la red en este caso consta simplemente de los identificativos ID de los nodos, junto a sus coordenadas, y los identificativos ID de las líneas, junto a los ID de sus nodos extremos correspondientes (también se admiten vértices para definir el trazado de las líneas). Mediante este procedimiento se simplifica la utilización de programas de CAD o SIG, para digitalizar el trazado de la red y transferir a continuación estos datos a EPANET.

- Editar las propiedades de los objetos que configuran el sistema

Para editar las propiedades de los objetos que pueden observarse sobre el esquema de la red (Nodos de Caudal, Embalses, Depósitos, Tuberías, Bombas, Válvulas o Rótulos) se emplea el Editor de Propiedades

- Realizar el análisis hidráulico

Las Opciones Hidráulicas controlan el modo en que se van a llevar a cabo los cálculos hidráulicos. Estas son las siguientes:

**Tabla 9: Opciones hidráulicas EPANET**

Opción	Descripción
Unidades de Caudal	Unidades en las cuales serán expresados los caudales en los nudos y los caudales de paso por las líneas. Si se eligen litros o metros cúbicos, entonces las restantes magnitudes serán expresadas en unidades métricas. Si se eligen galones, pies cúbicos o pies acres, entonces las restantes magnitudes se expresarán en unidades convencionales US. Hay que llevar cuidado al cambiar las unidades, porque ello puede afectar al resto de los datos del proyecto (ver Apéndice A, Unidades de Medida)
Fórmula de	Fórmula utilizada para calcular las pérdidas de carga en función del caudal de paso por la tubería. Las opciones son:

Opción	Descripción
Pérdidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hazen-Williams</li> <li>• Darcy-Weisbach</li> <li>• Chezy-Manning</li> </ul> <p>Debido a que cada fórmula contempla la rugosidad de las tuberías de forma diferente, el cambio de fórmula puede requerir la actualización de todos los coeficientes de rugosidad de las tuberías.</p>
Peso Específico Relat.	Relación entre la densidad del fluido que circula por la red y la del agua a 4 ° C (sin unidades).
Viscosidad Relativa	Relación entre la viscosidad cinemática del fluido y la del agua a 20°C (1,0 centistokes o bien 0,94 pies <sup>2</sup> /día) (sin unidades).
Máximo Iteraciones	Número máximo de iteraciones permitido para resolver las ecuaciones no lineales que gobiernan el sistema hidráulico, en cualquier instante de la simulación. Se sugiere el valor 40.
Precisión	Criterio de convergencia utilizado para saber que se ha encontrado una solución para el conjunto de ecuaciones no lineales que gobiernan el sistema. Las iteraciones finalizan cuando la suma de todas las variaciones de caudales dividida por la suma de todos los caudales circulantes es menor que este número. Se sugiere el valor 0,001.
Caso de No Equilibrio	Acción a aplicar si no se encuentra una solución en el número máximo de iteraciones permitido. Las opciones son Parar para detener la simulación en este punto, o Continuar para realizar 10 iteraciones más, durante las cuales no se permitirá el cambio de estado de las líneas, en un intento de obtener la convergencia.
Factor de	Factor global aplicable a todas las demandas en los nudos, con el

Opción	Descripción
Demanda	fin de aumentar o disminuir el consumo total de la red. P. ej. Un factor 2,0 duplicaría todas las demandas, un factor 0,5 las dividiría por la mitad, y un factor 1,0 las dejaría igual.
Informe de Estado	<p>Especifica el volumen de información a incluir en el informe emitido tras finalizar una simulación. Las opciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No (no se emite ningún informe)</li> <li>• Sí (informe normal – lista todos los cambios habidos en el estado de las líneas durante la simulación)</li> <li>• Todo (informe completo – contiene lo mismo que el informe normal, más los errores de convergencia para cada iteración realizada, dentro de cada instante de la simulación)</li> </ul> <p>El informe completo se utiliza únicamente para depuración.</p>

Fuente: **(EPANET, 2002)**

Observar los resultados del análisis

Existen diversos modos de observar directamente, sobre el Esquema de la Red, tanto los valores de la base de datos como los resultados de una simulación:

- Los nodos y líneas del esquema pueden colorearse conforme al código de colores establecido en las Leyendas del Esquema (ver Apartado 7.7) para las magnitudes actualmente seleccionadas. Los colores del esquema se actualizarán al cambiar el instante de tiempo seleccionado en el Visor.
- Si la opción de Etiquetas Flotantes está seleccionada en el diálogo de Preferencias Generales (ver Apartado 4.9), al mover el ratón sobre cualquier nodo o línea se mostrará, dentro de una caja de texto suavizada, su identificativo ID, junto al valor de la magnitud actualmente asociada al nodo o línea.
- Los identificativos ID y los valores de la magnitud actual asociada a nudos y líneas, pueden también observarse sobre el esquema de forma permanente

eligiendo las opciones adecuadas en la página de Etiquetas del diálogo de Opciones de Visualización del Esquema.

- Pueden identificarse los Nodos o Líneas que cumplen una determinada condición, efectuando una Consulta sobre el Esquema (ver seguidamente).
- Se puede animar la presentación de resultados sobre el esquema de la red, avanzando o retrocediendo en el tiempo, mediante los botones de Animación de Resultados de la página del Esquema del Visor. La animación está disponible solamente cuando el parámetro asociado a los nodos o líneas es un parámetro calculado (p. ej. los caudales pueden animarse, pero no los diámetros).
- El esquema de la red puede ser impreso, copiado al portapapeles de Windows, o almacenado como un fichero DXF o como un meta-fichero de Windows (EPANET, 2002).

## **4. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Evaluación socioeconómica.**

Se realizó evaluación socioeconómica de la comunidad para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso a ella, conocer sobre los problemas de salud vinculado con el consumo de agua, obteniendo resultados mediante proceso de encuestas.

Este estudio se llevó acabo con el fin de adoptar las técnicas y tecnologías constructivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad, (NTON 09 003-99;INAA, 1999).

### **4.2 Contexto socio económico**

En la etapa de pre factibilidad se realizó una encuesta socio económico y censo poblacional de las viviendas a beneficiar con el proyecto.

Esta actividad se realizó mediante el levantamiento de información la visita casa a casa. Se lograron encuestar 353 viviendas de total de 425 casas existentes total que logró ser geo referenciado.

El resumen de los principales datos obtenidos se presenta a continuación.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Evaluación socioeconómica.**

Se realizó evaluación socioeconómica de la comunidad para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso a ella, conocer sobre los problemas de salud vinculado con el consumo de agua, obteniendo resultados mediante proceso de encuestas.

Este estudio se llevó a cabo con el fin de adoptar las técnicas y tecnologías constructivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad, (NTON 09 003-99;INAA, 1999).

### **5.2 Contexto socio económico**

En la etapa de pre factibilidad se realizó una encuesta socio económico y censo poblacional de las viviendas a beneficiar con el proyecto.

Esta actividad se realizó mediante el levantamiento de información la visita casa a casa. Se lograron encuestar 353 viviendas de total de 425 casas existentes total que logró ser geo referenciado.

El resumen de los principales datos obtenidos se presenta a continuación.

### **5.3 Población y vivienda.**

Los resultados indican que en la comunidad existen 425 viviendas. De las cuales 387 viviendas son de uso domiciliar, 28 son locales de centros e instituciones públicas y 10 locales pertenecen al área comercial en el casco urbano del municipio de San Lucas.

La población encuestada está conformada de la siguiente manera:

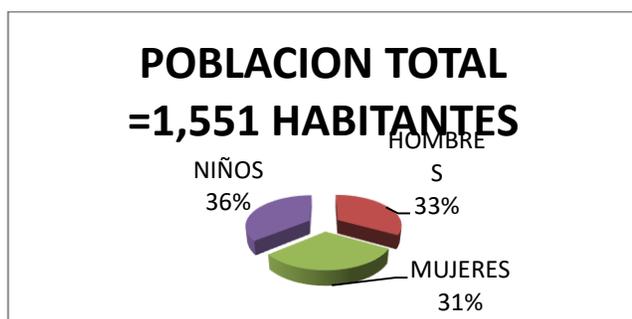
**Tabla 9: Distribución de población.**

52.19%	Hombres
47.81%	Mujeres

**Fuente: Fuente propia.**

En la siguiente grafica se presentan los porcentajes que representa cada grupo poblacional.

**Grafica No.3**



**Fuente: Fuente propia.**

### **5.3.1 Rango De Edad De La Población Beneficiaria.**

Los rangos de edad de la población total encuestada son de 9.57% entre 0 a 5 años, 11.67% entre 6 a 11 años, 14.71% entre 12 a 18 años, 11.30% entre 19 a 24 años, un 11.52% está entre los 25 y 30 años, un 8.04% tiene edad entre los 30 y 35 años y un 33.19% mayor de 36 años. Lo que da como resultado que la edad de la mayoría de la población joven anda por un 30.82% y un 33.19% de población adulta.

#### 5.4 Actividades económicas.

Los datos de la encuesta revelan que el 62% de la población trabaja en actividades varias, el 26% corresponde a población estudiantil, y un 12.0% de la población que no trabaja, esto indica que la carga económica descansa en un 62% de la población.

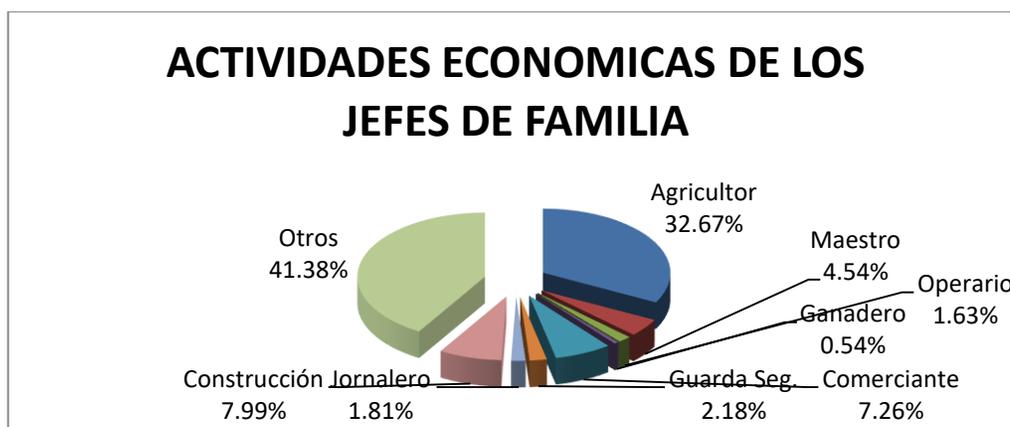
**Grafica No.4**



**Fuente: Fuente propia.**

Las ocupaciones de los pobladores de estos sectores están compuestas por personas que trabajan y se dedican a las siguientes actividades: 32.67% a la agricultura, 4.54% son maestros, 1.81 % son jornaleros, 0.54% se dedican a la ganadería, 7.26% se dedican al comercio, 1,63% son operario de equipos, 2.18% trabajan como guardas de seguridad y 7.99% trabajan en la construcción. Un 41.38% se agrupa en otros en cuya categoría encontramos 70 mujeres que trabajan en labores domésticas.

**Grafica No.5**



**Fuente: Fuente propia.**

El ingreso promedio mensual registrado en la comunidad fue de C\$4,267.82, existiendo en los datos recabados 22 viviendas que no registran ingresos.

Cabe señalar que el 68.86% de las personas trabajan dentro de la comunidad y un 31.14% trabajan fuera de la comunidad.

La encuesta realizada permitió identificar que el principal cultivo a lo que se dedican los pobladores del casco urbano de San Lucas corresponde al Maíz y luego el frijol. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

<b>Tabla 10: Principal cultivo de la zona</b>		
<b>Maíz</b>	<b>Frijoles</b>	<b>Otros</b>
48.71%	49.47%	1.82%

**Fuente: Fuente propia.**

## 5.5 Abastecimiento de agua potable

La mayor parte de los habitantes del casco urbano de San Lucas son abastecidos de agua potable por conexión domiciliar.

Existe demanda insatisfecha de abastecimiento de agua, por lo que la población busca los medios para lograr el vital líquido en sus viviendas, en este caso la encuesta identificó que 12 casas recurren a un punto público, 133 compran agua y 47 acarrear su agua hacia las viviendas ya sea del puesto público más cercano o del vecino que tiene conexión domiciliar. 236 viviendas registran tener conexión domiciliar y tratan de satisfacer su demanda de agua con la poca agua que reciben.

**Tabla 11: Forma de abastecimiento de agua.**

Compra Agua	Río o Quebrada	Puesto Público	Conexión domiciliar	Otro
133	0	12	236	47

**Fuente: Fuente propia.**

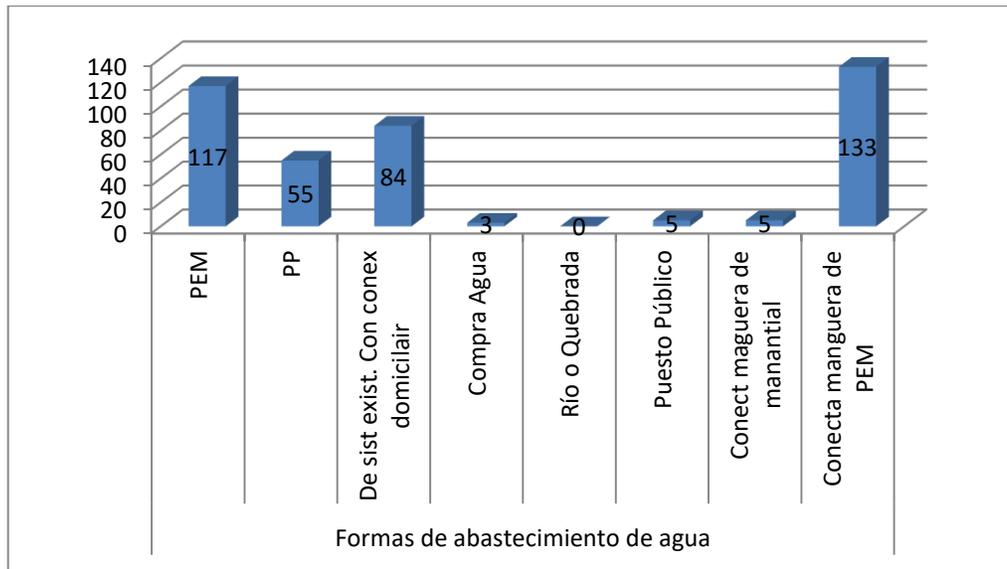
La forma de almacenamiento de agua que se registra en la encuesta corresponde a:

**Tabla 12: Forma de almacenamiento de agua.**

En que almacenan el agua?			
Barriles	Bidones	Pilas	Baldes
14.12%	79.71%	15.59%	50.59%
% DE HOGARES Y SU FORMA DE ALMACENAR EL AGUA			

**Fuente: Fuente propia.**

**Grafica No.6: Formas de abastecimiento de agua potable**



**Fuente: Fuente propia.**

Estos datos se conjugan entre si y no se representan como un porcentaje del total de viviendas ya que la población al no ver satisfecha su demanda, cada vivienda opta por implementar una o varias formas al mismo tiempo para lograr satisfacer su necesidad de agua.

Se integró en la encuesta preguntas sobre la calidad del servicio que recibe respecto al suministro de agua ya sea ésta obtenida de manera privada o recibida por el servicio del sistema de agua potable existente. De toda la población encuestada el 30.51% respondió buena, un 11.86% dijo Mala, el 57.63% dijo regular.

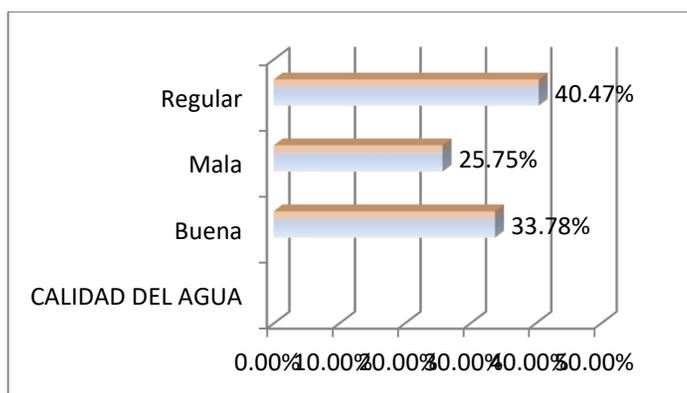
**Tabla 13: Calidad del servicio de agua**

¿Cuál es la calidad del servicio que recibe?	%
Bueno	30.51%
Malo	11.86%
Regular	57.63%

**Fuente: Fuente propia.**

Respecto a la calidad con que la población recibe agua en su vivienda se obtuvieron los siguientes datos:

**Grafica No.7 calidad del agua que consume.**



**Fuente: Fuente propia.**

Al preguntársele al encuestado sobre el sabor, olor y color de agua, surgieron diferentes respuestas tales como:

**Tabla 14: SABOR**

Bueno	63.00%
Amarga	3.00%
A lodo	2.00%
Otros	32.00%

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 15: OLOR**

A raíces	15.54%
A Lodo	3.04%
No tiene	2.03%
Otros	79.39%

**Fuente: Fuente propia**

**Tabla 16: COLOR**

Clara	55.15%
Amarilla	46.51%
Varia	-1.66%

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 17: calidad del agua.**

Buena	33.78%
Mala	25.75%
Regular	40.47%

**Fuente: Fuente propia.**

En cuanto al acarreo del agua desde los pozos al hogar, los resultados indican que en el 60% de las familias es la mujer, en un 29% son los varones y en un 11% son los niños, por lo que se puede afirmar que en esta comunidad el agua es trasladada en su mayoría por la población adulta.

**Grafica No.8**



**Fuente: Fuente propia.**

### **5.6 Servicios básicos existentes.**

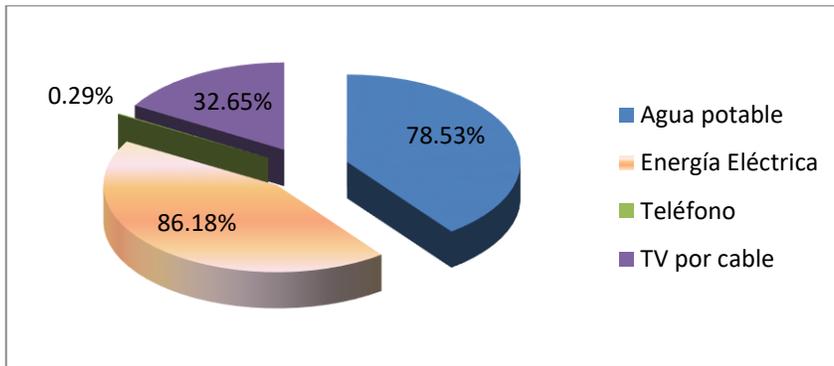
Como podrá observarse en gráficos a continuación los pobladores de San Lucas gozan del servicio de Energía Eléctrica en un 82.94 % y de Agua Potable en un 75.59 % y Televisión por Cable en menor porcentaje aunque además de estos servicios la mayor parte de la población tiene o usan la comunicación por medio de la telefonía celular. Prácticamente la opción de telefonía convencional no es muy preferida por la población y eso lo demuestra el bajo porcentaje que determinó la encuesta de un 0.29 %.

**Tabla 18: Servicios básicos.**

<b>Agua potable</b>	257	75.59%
<b>Energía eléctrica</b>	282	82.94%
<b>Teléfono</b>	1	0.29%
<b>Tv por cable</b>	111	32.65%

**Fuente: Fuente propia.**

**Grafica N° 9**



**Fuente: Fuente propia.**

### **5.7 Administración actual del sistema. Tarifa y usuarios.**

El sistema de agua potable actual es administrado por la Alcaldía Municipal de San Lucas quien tiene dos personas asignadas que se encargan del cobro, operación y mantenimiento del mismo.

Respecto al pago de la tarifa promedio registrada en la sistematización de encuesta registra un promedio de pago de C\$64.83 por las viviendas que compran agua o reciben está del sistema existente. Es importante aclarar que solo 236 de las viviendas registraron en la encuesta que pagan el servicio de agua.

Según manifestó el Sr. Ramón Vanegas, operador del pozo y responsable del cobro de este servicio, actualmente, se tienen registrados 271 usuarios (activos e inactivos), quienes tienen una cuota fija de C\$ 60.00 córdobas mensuales por el servicio, sin embargo, comenta, que se ha llegado a autorizar recibir C\$ 40.00 córdobas mensuales por este servicio debido a la incapacidad que se ha tenido para proveer del vital líquido a la población con la debida continuidad.

La colecta por el servicio de agua en San Lucas promedia los C\$ 5,000.00 en los últimos 4 meses y no se tiene establecido ninguna norma ni estatutos en lo referente a cortes por morosidad.

Respecto a la micro medición existente, se registran un total de 151 conexiones con medidores instalados los cuales en un 85 % se encuentran en mal estado debido a la irregularidad del servicio y al contenido de sedimentos en el agua servida (hojas, arcilla etc.)

La factura de energía eléctrica del equipo de bombeo del pozo del sistema tiene grandes fluctuaciones de tal manera que en verano es de C\$ 23,000.00 aproximadamente y en invierno C\$ 12,000.00, inversamente proporcional al pago de los usuarios puesto que debido al déficit de abastecimiento en verano no pagan los C\$ 60.00 establecidos. Aun así, en el supuesto que todos los 271 usuarios registrados pagaran la cuota fija, la facturación sería de aproximadamente C\$16,260.00, lo que está muy por debajo de la facturación en el verano.

### **5.8 Levantamiento topográfico.**

El levantamiento topográfico se realizó con teodolito y GPS, con el fin de estudiar la naturaleza y las condiciones del terreno en donde estará ubicado el proyecto; dicho levantamiento suministra la información necesaria para seleccionar el método de cálculos más convenientes y adecuar el diseño de la red a las restricciones propias del lugar y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado.

Es indispensable disponer del plano topográfico de la zona que se va a estudiar, para situar adecuadamente los diferentes elementos que constituirán la red de abastecimiento. De esta manera ubicar idóneamente los puntos esenciales para la construcción del tanque de almacenamiento, redes, válvulas entre otros.

Para garantizar el buen diseño de las obras hidráulicas es de mucha importancia la realización del estudio topográfico, este debe hacerse lo más preciso posible para evitar el mal funcionamiento del sistema.

## 5.9 Proyección de población.

### 5.9.1 Proyección de población y consumo de agua potable

Para determinar los volúmenes de aguas necesarias para el abastecimiento de agua potable de los próximos 20 años de la población de San Lucas y poder conocer las capacidades que va a tener la obra de captación, equipo de bombeo, línea de conducción, red de distribución.

**Tabla Nº 19**

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	25 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

**Fuente: (NTON 09 003-99;INAA, 1999)**

Para el volumen del tanque de almacenamiento de agua se hace necesario conocer primero la población actual y en base a ésta, durante todo el período de diseño.

Siendo así en proyección de población de esta localidad se aplicará el método geométrico, partiendo de los datos suministrados por el Instituto Nicaragüense de desarrollo (INIDE, 2005) y el censo poblacional.

### 5.9.2 Datos Estadísticos de población.

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional de esta localidad se hará uso de los datos de población rural, urbana y total del Municipio de San Lucas y el Departamento de Madriz; así como de los datos censales de población realizado en la comunidad (INIDE, 2005). (ALCALDIA SAN LUCAS, 2013)

Determinación de Tasa de Crecimiento:

Se determinará por el método geométrico y las tasas de crecimiento de las poblaciones rural, urbano y total del Municipio de San Lucas y Departamento de Madriz. Se utilizará la:

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

.....Ecuación nº 2

Dónde:  $P_n$  = Población al cabo de “n” años.

$P_o$  = Población actual.

n = Número de años.

r = Incremento geométrico anual.

### 5.9.3 Proyección de consumo.

#### Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de servicio adoptado.
2. Factores geográficos.
3. Factores culturales.
4. Uso del agua.

- a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignara un caudal de 30 a 40 lppd.
- b) Para sistemas de abastecimientos de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignara un caudal de 50 a 60 lppd.
- c) Para los pozos excavados a mano y pozos (NTON, 1999).

### **Dotación doméstica**

De acuerdo a la normativa de INAA para las poblaciones urbanas, se recomienda las siguientes dotaciones, en dependencia del rango en que se encuentra la población.

**Tabla 20: Dotaciones**

<b>Rango de población</b>	<b>Dotación</b>	
	<b>gl/hab/día</b>	<b>lt/hab/día</b>
0- 5.000	20	75
5.000- 10.000	25	95
10.000- 15.000	30	113
15.000- 20.000	35	132
20.000- 30.000	40	151
30.000- 50.000	45	170
50.000 100.000 y más	50	189

**Fuente: (NTON 09 003-99;INAA, 1999)**

Para el rango en que se encuentra la población de la localidad a beneficiar, que corresponde al rango poblacional de 0 a 5,000 habitantes se recomienda una dotación de 75lppd. Las proyecciones de población indican que la población se mantendrá en ese rango a lo largo del periodo de diseño.

**Tabla 21: Proyecciones de demanda de consumo y almacenamiento.**

PROYECCIONES DE DEMANDA DE CONSUMO Y ALMACENAMIENTO																				
COMUNIDAD : SAN LUCAS																				
MUNICIPIO DE SAN LUCAS, DEPARTAMENTO DE MADRIZ																				
PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	CPD		CONSUMO ESPECIALES			SUMATORIA				CPDT		CMD		CMH		ALMAC.		
			HAB	GPD	LPD	COMERCIAL	PUB. E INST.	PUB. E INST.	CPD		PERDIDAS		GPM	L/S	GPM	L/S	GPM	L/S	M³	GALONES
						GPD	GPD	GPD	GPD	LPD	20%GPD	20%LPD								
	2.019	1.551	30.733,21	116.325,20	2.151,32	2.151,32	614,66	35.650,52	134.937,23	42.780,63	161.924,68	29,71	1,87	44,56	2,81	74,27	4,69	64,77	17112,25	
0	2.020	1.590	31.501,54	119.233,33	2.205,11	2.205,11	630,03	36.541,79	138.310,66	43.850,14	165.972,79	30,45	1,92	45,68	2,88	76,13	4,80	66,39	17540,06	
<b>1</b>	<b>2.021</b>	<b>1.630</b>	<b>32.289,08</b>	<b>122.214,16</b>	<b>2.260,24</b>	<b>2.260,24</b>	<b>645,78</b>	<b>37.455,33</b>	<b>141.768,43</b>	<b>44.946,40</b>	<b>170.122,11</b>	<b>31,21</b>	<b>1,97</b>	<b>46,82</b>	<b>2,95</b>	<b>78,03</b>	<b>4,92</b>	<b>68,05</b>	<b>17978,56</b>	
2	2.022	1.670	33.096,31	125.269,51	2.316,74	2.316,74	661,93	38.391,71	145.312,64	46.070,06	174.375,16	31,99	2,02	47,99	3,03	79,98	5,05	69,75	18428,02	
3	2.023	1.712	33.923,71	128.401,25	2.374,66	2.374,66	678,47	39.351,51	148.945,45	47.221,81	178.734,54	32,79	2,07	49,19	3,10	81,98	5,17	71,49	18888,72	
4	2.024	1.755	34.771,81	131.611,28	2.434,03	2.434,03	695,44	40.335,29	152.669,09	48.402,35	183.202,91	33,61	2,12	50,42	3,18	84,03	5,30	73,28	19360,94	
<b>5</b>	<b>2.025</b>	<b>1.799</b>	<b>35.641,10</b>	<b>134.901,57</b>	<b>2.494,88</b>	<b>2.494,88</b>	<b>712,82</b>	<b>41.343,68</b>	<b>156.485,82</b>	<b>49.612,41</b>	<b>187.782,98</b>	<b>34,45</b>	<b>2,17</b>	<b>51,68</b>	<b>3,26</b>	<b>86,13</b>	<b>5,43</b>	<b>75,11</b>	<b>19844,96</b>	
6	2.026	1.844	36.532,13	138.274,11	2.557,25	2.557,25	730,64	42.377,27	160.397,96	50.852,72	192.477,55	35,31	2,23	52,97	3,34	88,29	5,57	76,99	20341,09	
7	2.027	1.890	37.445,43	141.730,96	2.621,18	2.621,18	748,91	43.436,70	164.407,91	52.124,04	197.289,49	36,20	2,28	54,30	3,43	90,49	5,71	78,92	20849,62	
8	2.028	1.937	38.381,57	145.274,23	2.686,71	2.686,71	767,63	44.522,62	168.518,11	53.427,14	202.221,73	37,10	2,34	55,65	3,51	92,76	5,85	80,89	21370,86	
9	2.029	1.985	39.341,11	148.906,09	2.753,88	2.753,88	786,82	45.635,68	172.731,06	54.762,82	207.277,27	38,03	2,40	57,04	3,60	95,07	6,00	82,91	21905,13	
<b>10</b>	<b>2.030</b>	<b>2.035</b>	<b>40.324,63</b>	<b>152.628,74</b>	<b>2.822,72</b>	<b>2.822,72</b>	<b>806,49</b>	<b>46.776,58</b>	<b>177.049,34</b>	<b>56.131,89</b>	<b>212.459,21</b>	<b>38,98</b>	<b>2,46</b>	<b>58,47</b>	<b>3,69</b>	<b>97,45</b>	<b>6,15</b>	<b>84,98</b>	<b>22452,76</b>	
11	2.031	2.086	41.332,75	156.444,46	2.893,29	2.893,29	826,65	47.945,99	181.475,57	57.535,19	217.770,69	39,95	2,52	59,93	3,78	99,89	6,30	87,11	23014,08	
12	2.032	2.138	42.366,07	160.355,57	2.965,62	2.965,62	847,32	49.144,64	186.012,46	58.973,57	223.214,95	40,95	2,58	61,43	3,88	102,38	6,46	89,29	23589,43	
13	2.033	2.192	43.425,22	164.364,46	3.039,77	3.039,77	868,50	50.373,26	190.662,77	60.447,91	228.795,33	41,98	2,65	62,97	3,97	104,94	6,62	91,52	24179,16	
14	2.034	2.246	44.510,85	168.473,57	3.115,76	3.115,76	890,22	51.632,59	195.429,34	61.959,10	234.515,21	43,03	2,71	64,54	4,07	107,57	6,79	93,81	24783,64	
<b>15</b>	<b>2.035</b>	<b>2.302</b>	<b>45.623,62</b>	<b>172.685,41</b>	<b>3.193,65</b>	<b>3.193,65</b>	<b>912,47</b>	<b>52.923,40</b>	<b>200.315,08</b>	<b>63.508,08</b>	<b>240.378,09</b>	<b>44,10</b>	<b>2,78</b>	<b>66,15</b>	<b>4,17</b>	<b>110,26</b>	<b>6,96</b>	<b>96,15</b>	<b>25403,23</b>	
16	2.036	2.360	46.764,21	177.002,54	3.273,49	3.273,49	935,28	54.246,49	205.322,95	65.095,78	246.387,54	45,21	2,85	67,81	4,28	113,01	7,13	98,56	26038,31	
17	2.037	2.419	47.933,32	181.427,61	3.355,33	3.355,33	958,67	55.602,65	210.456,03	66.723,18	252.547,23	46,34	2,92	69,50	4,38	115,84	7,31	101,02	26689,27	
18	2.038	2.480	49.131,65	185.963,30	3.439,22	3.439,22	982,63	56.992,72	215.717,43	68.391,26	258.860,91	47,49	3,00	71,24	4,49	118,73	7,49	103,54	27356,50	
19	2.039	2.541	50.359,94	190.612,38	3.525,20	3.525,20	1.007,20	58.417,53	221.110,36	70.101,04	265.332,43	48,68	3,07	73,02	4,61	121,70	7,68	106,13	28040,42	
<b>20</b>	<b>2.040</b>	<b>2.605</b>	<b>51.618,94</b>	<b>195.377,69</b>	<b>3.613,33</b>	<b>3.613,33</b>	<b>1.032,38</b>	<b>59.877,97</b>	<b>226.638,12</b>	<b>71.853,57</b>	<b>271.965,75</b>	<b>49,90</b>	<b>3,148</b>	<b>74,85</b>	<b>4,72</b>	<b>124,75</b>	<b>7,87</b>	<b>108,79</b>	<b>28741,43</b>	

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Año de inicio de formulación	2019	
Población al inicio de la formulación	1.551	Habitantes
Numero de viviendas beneficiadas al inicio del proyecto	387	Viviendas
Índice de hab./viv	4,01	Hab./Viv.
Dotación de agua potable	19,82	gppd
	75,00	lppd
<b>Consumos especiales</b>		
Comercial	7,00	%
Público o institucional	7,00	%
Industrial	2,00	%
Tasa de crecim. geométrico i	0,0250	dec.
Factor de pérdidas	20,00	%
Cobertera del 100%		

**Fuente: Fuente propia**

La proyección de población se realizó utilizando la fórmula de crecimiento geométrico, con la tasa de crecimiento de 2.50%, las proyecciones se realizaron a lo largo de un periodo de diseño de 20 años.

El consumo promedio diario domiciliario se calculó multiplicando la población proyectada para cada uno de los años del periodo de diseño, multiplicado por la dotación de agua en litros por persona por día, para este caso se utilizó una dotación de 75 lppd de acuerdo a las normas de INAA.

Los equipos de bombeo y línea de conducción, serán diseñados con capacidad de operar con la demanda de consumo de máximo día al final del periodo de diseño. Considerando que el tiempo de bombeo para el final del periodo de diseño será de conducción de 6.96l/s, equivalentes a unos 110.40gpm.

La red de distribución del sistema será diseñada para un periodo de 20 años, y con un caudal de demanda de consumo de máxima hora, el cual se estima en 7.74l/s.

#### **5.10 Análisis de las fuentes de abastecimiento.**

Esta actividad consiste en realizar aforos de caudal para ver si podría suplir la demanda diaria u horaria de los consumidores de no ser así se evaluará otra posible fuente. La fuente seleccionada será aquella que tenga la mayor capacidad de suministro durante la mayor parte del año o la totalidad de este.

Además, se llevarán a cabo estudios calidad para determinar el proceso de purificación más idóneo que cumpla con los requerimientos de las instituciones especializadas en la materia (NTON 09 003-99;INAA, 1999), (Normas CAPRE, 1993)

### **5.10.1 Fuente de Abastecimiento u obras de captación.**

El sistema se abastecerá de dos fuentes de agua subterráneas, presentes en formación con acuíferos fracturado con áreas de recarga apreciablemente buena de la zona del proyecto.

Como fuente de captación No 1 se construirá un pozo perforado de 350 pies de profundidad, el cual será perforado en 12" y ademado con tubería de 8". Este pozo será construido en el predio en donde se encuentra el pozo perforado que abastece actualmente al sistema y el cual será abandonado porque ya cumplió su vida útil y porque se encuentra en mal estado.

Fuente de captación No.2 corresponde al pozo perforado existente en el sector No.4 de 285 pies, ademado con tubería pvc-sdr-26 de 6".

El pozo No.1 será equipado con bomba sumergible de 90gpm y 20HP y el pozo No.2 será equipado con bomba sumergible de 25gpm y 7.5HP.

A continuación, se presenta esquema de la obra de captación a construir y la obra de captación existente que serán mejoradas y equipada.

Fig. N° 4. Esquema de fuente a construir.

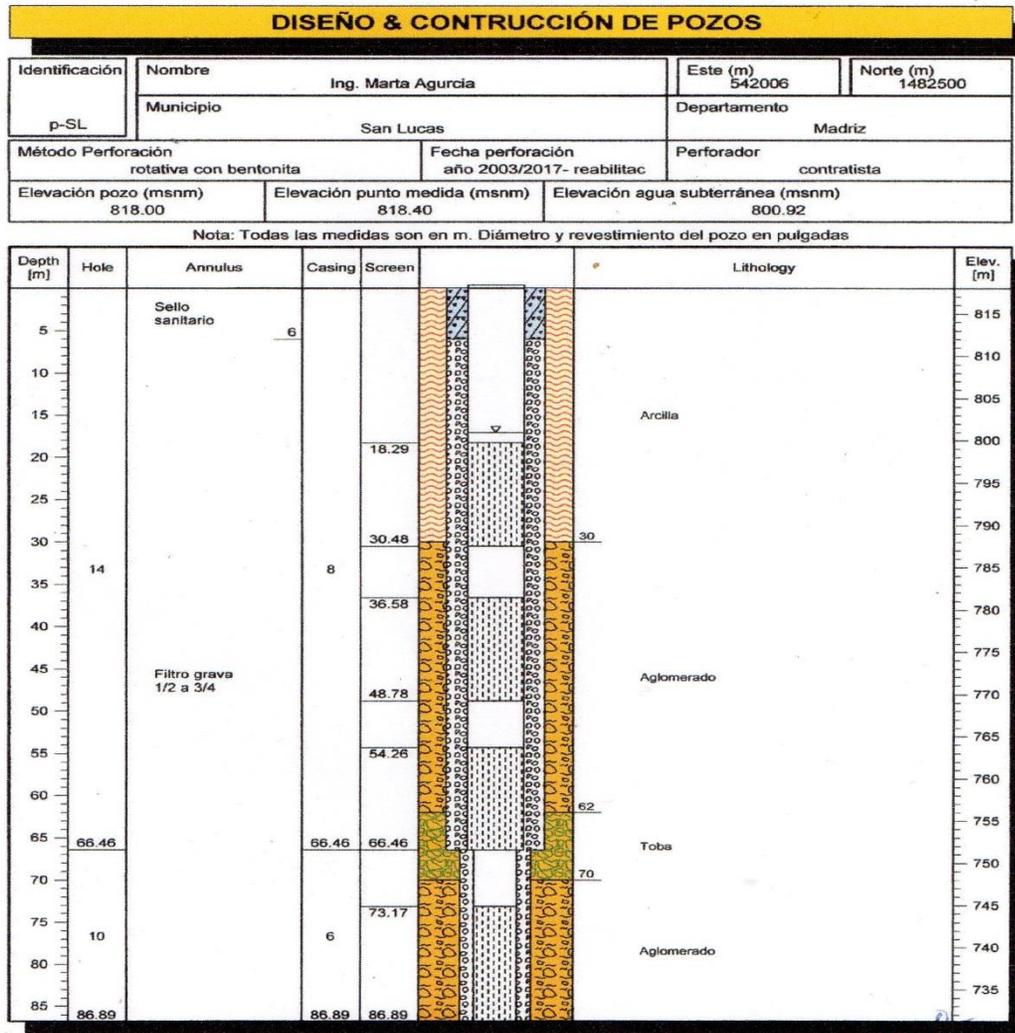


# PERFORACION DE POZOS



Barrio linda vista. Segunda entrada 200 metros al oeste. Móvil: 86600127  
SOMOTO, MADRIZ. NICARAGUA. C.A

## Perfil del pozo.



LIC. MTI N° 5344  
 CONTRATISTA

Fuente: (ALCALDIA SAN LUCAS ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO, 2019)

## **5.11 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.**

El análisis hidráulico del sistema debe realizarse tomando en cuenta el estudio topográfico, de este y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realizará siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por INAA. (NTON 09 003-99;INAA, 1999)

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

- a. Determinación de la demanda.
- b. Seleccionar la Dotación de agua.
- c. Proyección de la demanda para 20 años.
- d. Dimensionamiento de línea de conducción.
- e. Dimensionamiento del depósito de captación.
- f. Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento.
- g. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- h. Diseño de la red de distribución.

### **5.11.1 Modelación Hidráulica**

#### **Datos para el modelaje de EPANET V.2.0**

Para la modelación en epanet algunos elementos tales como los diámetros, el material de la tubería, se proponen en base lo recomendado en los criterios básicos de las normas de diseño de INAA. Otra información como elevaciones, longitudes de tramos de tuberías se obtienen del plano topográfico de la comunidad.

Para realizar la simulación hidráulica del sistema propuesto, se estimaron las demandas por nodos, las cuales se estimaron utilizando el método de longitud tributaria, luego se suman todas las longitudes y se divide la demanda total entre el total, para obtener un factor, finalmente se multiplica este factor por la longitud tributaria del nodo para encontrar la demanda del nodo.

#### **5.11.2 Resultados del análisis hidráulico.**

En este ítem se describe el diseño hidráulico de la red de distribución, utilizando para ello los resultados de los estudios de campo y gabinete realizados, tales como: población, tasas de crecimiento, dotaciones, topografía, estudio de fuente y otros.

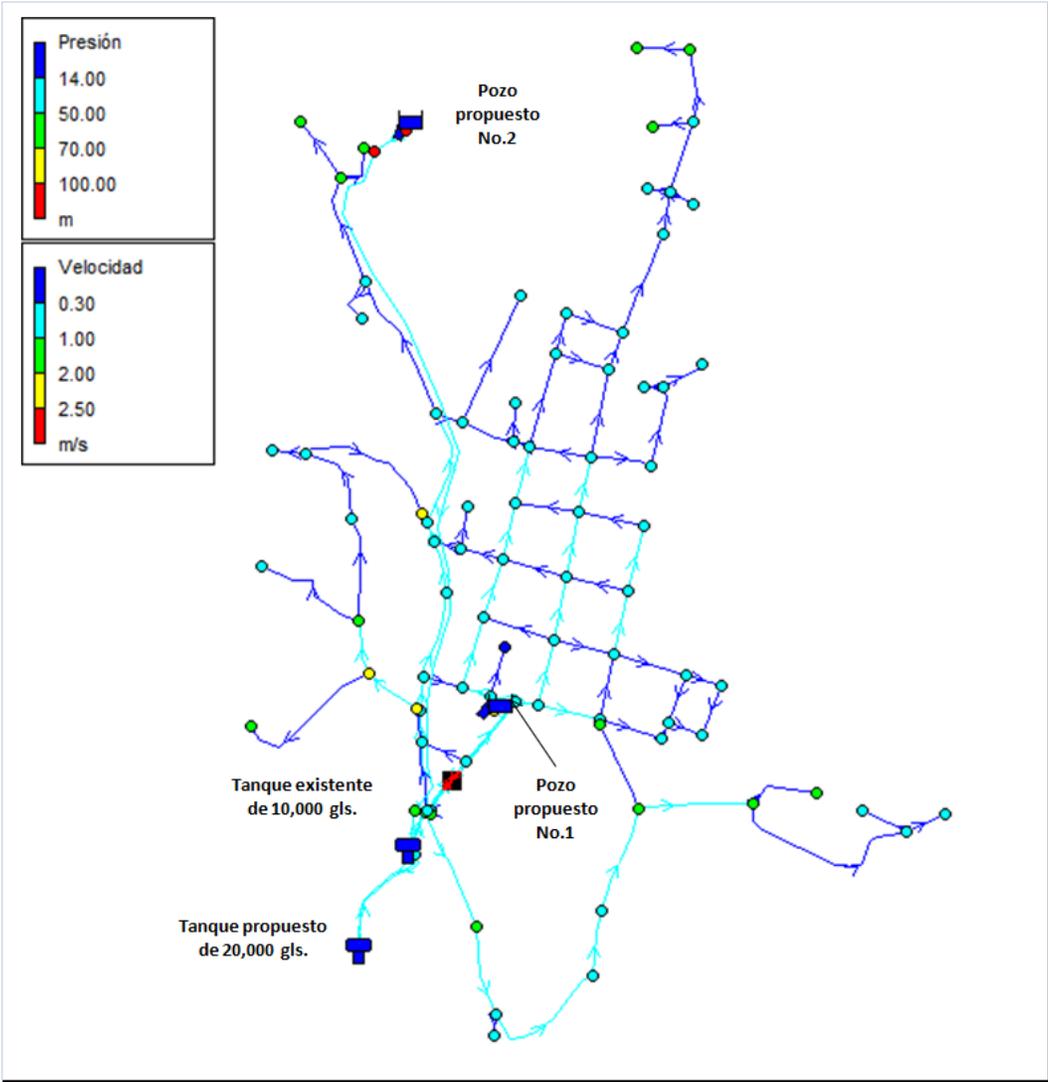
Para obtener el diseño de la red de distribución se realizaron dos condiciones de trabajo.

1ra. Condición: Consumo Máxima Hora (CMH) en la red de distribución, para un periodo de diseño de 20 años.

2da. Condición: Sin Consumo en la red.

En el esquema hidráulico se puede observar la configuración del sistema propuesto y la ubicación de sus elementos como tanque y red, y rango de presiones en los nodos del sistema.

**Esquema No.1 - Esquema Hidráulico Condición CMH**



**Fuente: Fuente propia.**

### **5.11.3 Condición de consumo máxima hora (CMH).**

Esta condición de análisis simula a la red de distribución trabajando con los caudales máximos esperados en la red, para conocer las presiones más bajas esperadas en la red y de esta manera garantizar la presión mínima de servicio requerida. A continuación, se presentan los resultados del análisis de condición de CMH.

La condición de consumo de máxima hora es la condición más crítica de trabajo a la cual se verá expuesta la red de distribución, por lo tanto, las tuberías de la red de distribución deberán de estar construidas con materiales y diámetros que garanticen el correcto funcionamiento de la misma.

Entre los parámetros más importantes a considerar en el diseño de la red está la velocidad en las tuberías, la cual según la norma debe de estar en el rango de 0.6m/s a 2m/s, si observamos los resultados de la simulación de la red con CMH observamos que las velocidades no superan los 2m/s, sin embargo, 95 tramos tienen velocidades menores de 0.6m/s, de los cuales 64 tramos tienen velocidades inferiores a 0.3m/s, esto indica que puede presentarse sedimentación en la tubería por lo que se recomienda la instalación de válvulas de limpieza en puntos estratégicos de la red de distribución que permitan la limpieza periódica de la misma.

Es importante señalar, que la mayor parte de la red es existente y que para las ampliaciones se propone el diámetro mínimo de 2".

Otro parámetro importante de diseño es la presión residual esperada en las tuberías, en donde las normas recomiendan presiones entre 14 y 50m y en puntos aislados hasta 70m. La topografía de la comunidad es regular y poca inclinada, esta condición favorece mantener las presiones en un rango adecuado, que son las que predominan en la red aun en condiciones de abastecimiento críticas como máxima hora.

La presión más baja se presenta en el nodo No.34, con una presión de 13.69mca, la presión máxima se registra en el nodo 92 con 80.95mca.

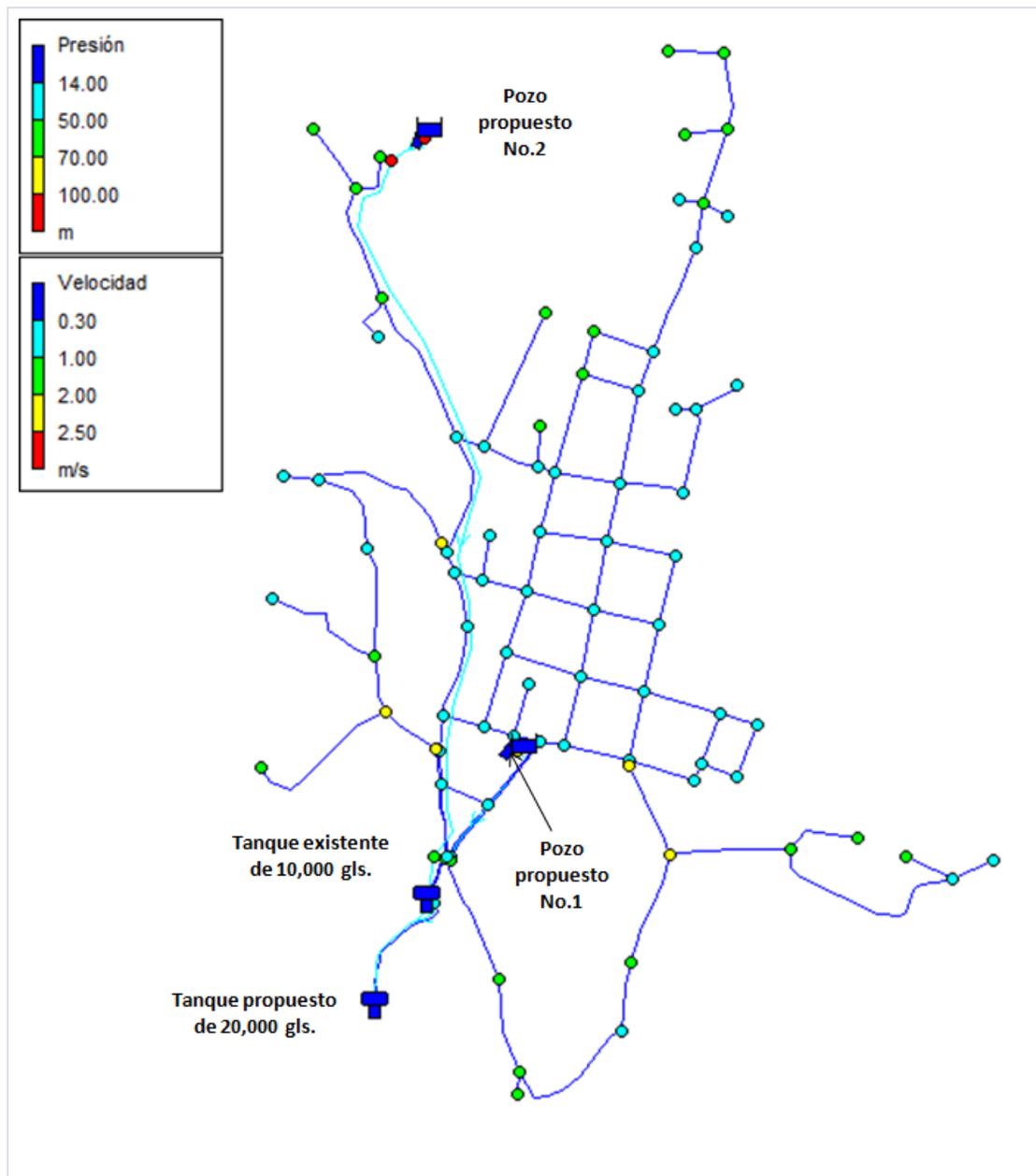
La red estará conformada por tuberías de 1 1/2", 2" y 3", todas las tuberías será PVC-SDR-26, tanto existentes como propuestas.

#### **5.11.4 Condición sin consumo.**

La condición sin consumo es la condición en donde se presentan las presiones más altas en la red, información que es muy vital para proponer los materiales adecuados de la tubería que tengan la capacidad suficiente de resistir las presiones máximas esperadas en el sistema de distribución. La presión máxima registrada es de 80.95mca y se presenta en el nodo 92.

En el siguiente esquema se puede observar, que en la condición sin consumo las presiones en algunos tramos superan los 70m.

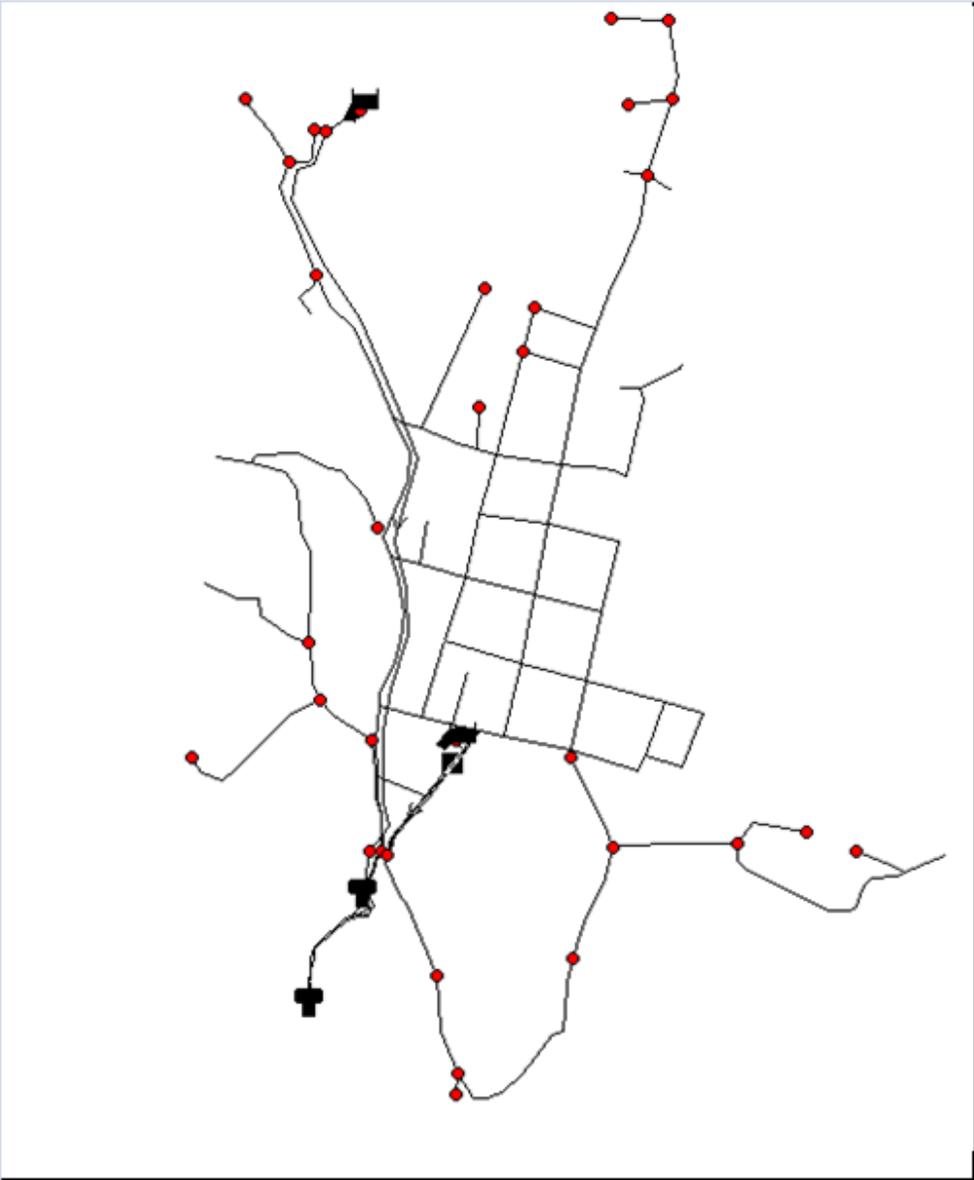
## Esquema No.2 Condición Sin Consumo



Fuente: Fuente propia.

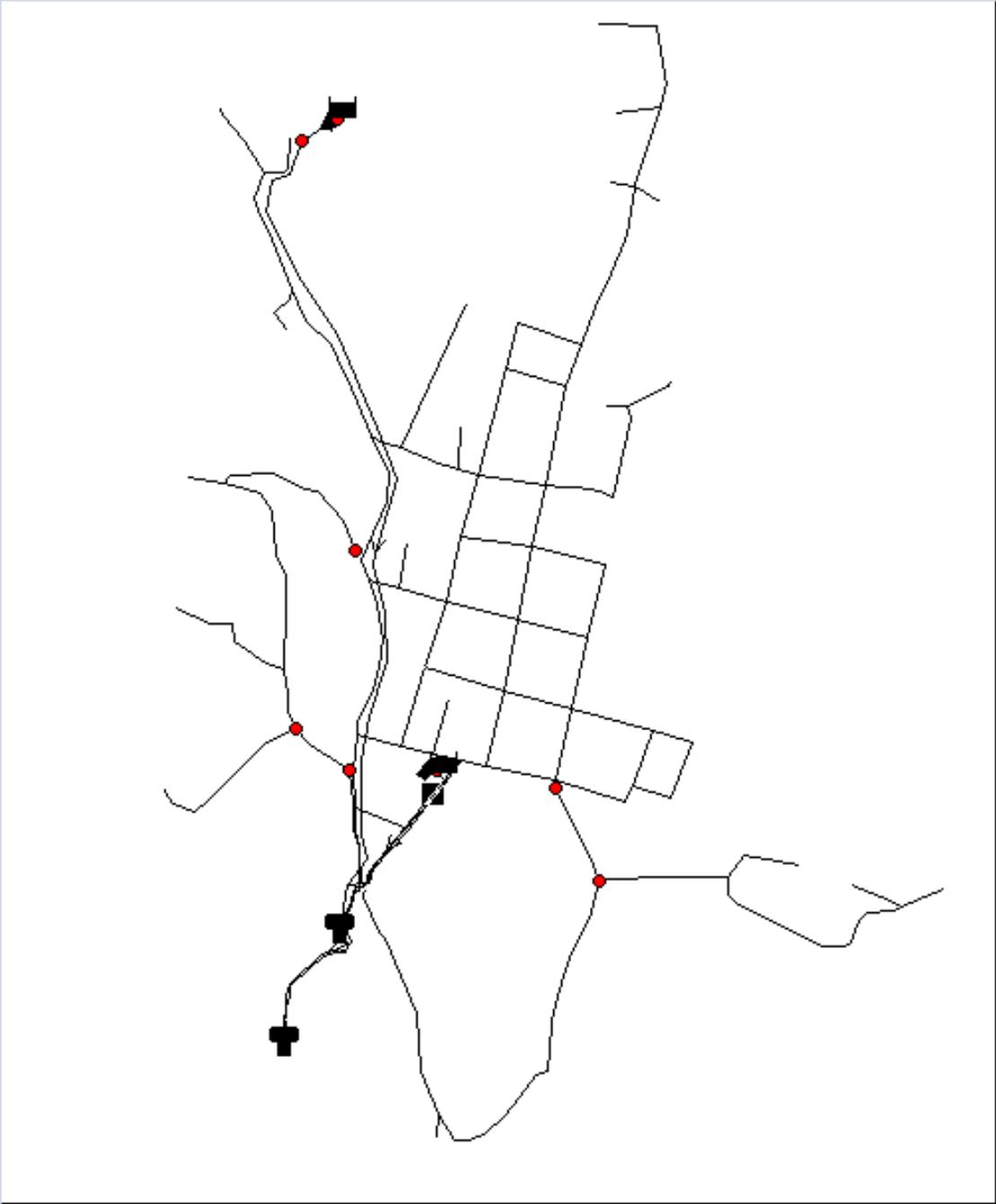
En esta condición de análisis que es la más crítica en cuanto a presiones residuales máximas, se observa que en 31 nodos las presiones superan los 50mca. De estos solo 3 nodos superan los 70mca.

**Esquema No 3 Nodos con presiones superiores a 50mca.**



**Fuente: Fuente propia.**

**Esquema No 4 Nodos con presiones superiores a 70mca.**



**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 22: Demanda consumo promedio por nodo.**

<b>DEMANDA CONSUMO PROMEDIO POR NODO AÑO 20 DEL PERIODO DE DISEÑO</b>			
<b>Item</b>	<b>Nodo</b>	<b>Longitud tributaria</b>	<b>CPD (L/S)</b>
1	Nodo 2	132.34	0.055
2	Nodo 5	130.065	0.054
3	Nodo 6	126.645	0.053
4	Nodo 7	101.13	0.042
5	Nodo 8	87.015	0.036
6	Nodo 9	109.81	0.046
7	Nodo 10	97.06	0.040
8	Nodo 11	71.905	0.030
9	Nodo 12	67.435	0.028
10	Nodo 13	153.935	0.064
11	Nodo 14	55.245	0.023
12	Nodo 15	103.89	0.043
13	Nodo 16	216.25	0.090
14	Nodo 17	261.505	0.109
15	Nodo 18	49.675	0.021
16	Nodo 19	61.29	0.026
17	Nodo 20	28.735	0.012
18	Nodo 21	167.905	0.070
19	Nodo 22	118.99	0.050
20	Nodo 23	136.525	0.057
21	Nodo 24	168.09	0.070
22	Nodo 25	147.62	0.062
23	Nodo 26	14.105	0.006
24	Nodo 27	69.615	0.029
25	Nodo 28	58.855	0.025
26	Nodo 29	59.395	0.025
27	Nodo 30	75.29	0.031
28	Nodo 31	181.04	0.076
29	Nodo 32	180.26	0.075
30	Nodo 33	140.275	0.059
31	Nodo 34	34.59	0.014
32	Nodo 35	131.95	0.055
33	Nodo 36	176.085	0.073
34	Nodo 37	153.855	0.064
35	Nodo 38	68.395	0.029
36	Nodo 39	90.46	0.038
37	Nodo 40	170.665	0.071

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 22: Demanda consumo promedio por nodo.**

38	Nodo 41	121.34	0.051
39	Nodo 42	28.45	0.012
40	Nodo 43	75.92	0.032
41	Nodo 44	97.465	0.041
42	Nodo 45	181.625	0.076
43	Nodo 46	157.745	0.066
44	Nodo 47	151.68	0.063
45	Nodo 48	74.865	0.031
46	Nodo 49	26.235	0.011
47	Nodo 50	68.88	0.029
48	Nodo 51	13.46	0.006
49	Nodo 52	31.57	0.013
50	Nodo 53	124.825	0.052
51	Nodo 54	132.165	0.055
52	Nodo 55	68.54	0.029
53	Nodo 56	137.79	0.057
54	Nodo 57	101.575	0.042
55	Nodo 58	112.94	0.047
56	Nodo 59	15.865	0.007
57	Nodo 60	17.575	0.007
58	Nodo 61	127.23	0.053
59	Nodo 62	85.98	0.036
60	Nodo 63	27.615	0.012
61	Nodo 64	35.67	0.015
62	Nodo 65	95.155	0.040
63	Nodo 66	96	0.040
64	Nodo 67	122.69	0.051
65	Nodo 68	202.375	0.084
66	Nodo 69	213.015	0.089
67	Nodo 70	32.9	0.014
68	Nodo 71	111.525	0.047
69	Nodo 72	80.5	0.034
70	Nodo 73	47.055	0.020
71	Nodo 74	193.08	0.081
72	Nodo 75	22.39	0.009
73	Nodo 76	189.47	0.079
74	Nodo 77	82.315	0.034
75	Nodo 78	185.055	0.077
76	Nodo 79	105.37	0.044
77	Nodo 80	50.385	0.021
	<b>Total</b>	<b>7911.840</b>	<b>3.3</b>

**Fuente: Fuente propia.**

El programa también requiere de otros datos específicos y elementos importantes del sistema como fuentes (embalses), tanques de almacenamiento y equipo de bombeo.

A continuación, se detallan los datos utilizados en el embalse y tanque propuestos.

**Tabla 23: Datos de tanque**

Tanques	Cód. EPANET	Cota de solera	Diámetro	N. máx.	N. min.	N. Inicial
Tanque Existe.	TQ1	814	7.0	2.0	0.5	1.0
Tanque Prop.	TQ2	861.47	7.7	2.26	0.5	1.0

**Fuente: Fuente propia.**

**Dónde:**

1. Cota de solera (msnm): Cota en metros del fondo del depósito, respecto a un nivel de referencia común, en este caso
2. Nivel Inicial (m): Nivel del agua en el depósito respecto al fondo del tanque, al comienzo de la simulación, en este caso será de 1.0 m.
3. Nivel Mínimo (m): Nivel mínimo del agua respecto al fondo del tanque a mantener en el depósito, durante la simulación no se permitirá que el agua descienda por debajo de dicho nivel, será de 0.50 m.
4. Nivel Máximo (m): Nivel de rebose del tanque
5. Diámetro (m): Diámetro del depósito, en metros para depósitos cuadrados o rectangulares, se calcula un diámetro equivalente con la siguiente fórmula  $1.2732 \sqrt{A}$  del tanque.

Las sobrepresiones observadas en este esquema corresponden a los nodos 78, 92, 83, 85,87 que corresponden a la línea de conducción y son los puntos de llegada a las bombas o puntos cercanos al final de la conducción.

A continuación, se presentan los cuadros con los resultados de las corridas hidráulicas en las condiciones de consumo de máxima hora y sin consumo.

**Tabla 24: Resultados de nodos en CMH**

Resultados de nodos en CMH				
Nodo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	msnm	l/s	msnm	mca
Conexión 5	797.28	0.14	814.40	17.12
Conexión 6	789.99	0.13	813.88	23.89
Conexión 7	788.91	0.10	813.80	24.89
Conexión 8	789.32	0.09	813.36	24.04
Conexión 9	780.24	0.12	812.97	32.73
Conexión 10	780.30	0.10	812.97	32.67
Conexión 11	781.63	0.08	813.19	31.56
Conexión 12	782.22	0.07	813.43	31.21
Conexión 13	789.27	0.16	812.47	23.20
Conexión 14	795.00	0.06	812.40	17.40
Conexión 15	783.75	0.11	813.13	29.38
Conexión 16	791.04	0.23	853.80	62.76
Conexión 17	799.86	0.27	853.34	53.48
Conexión 18	803.42	0.05	853.34	49.92
Conexión 19	816.00	0.07	853.15	37.15
Conexión 20	818.59	0.03	853.15	34.56
Conexión 21	806.74	0.17	853.13	46.39
Conexión 22	810.33	0.12	854.60	44.27
Conexión 23	820.00	0.14	855.24	35.24
Conexión 24	808.21	0.17	856.91	48.70
Conexión 25	807.29	0.16	858.46	51.17
Conexión 26	810.70	0.01	856.91	46.21
Conexión 27	795.01	0.07	812.39	17.38
Conexión 28	795.54	0.06	812.38	16.84
Conexión 29	795.00	0.06	812.38	17.38
Conexión 30	791.56	0.08	812.39	20.83
Conexión 31	790.20	0.19	812.43	22.23
Conexión 32	785.00	0.19	812.67	27.67
Conexión 33	776.59	0.15	812.51	35.92
Conexión 34	799.50	0.04	813.19	13.69
Conexión 35	784.19	0.14	811.88	27.69
Conexión 36	783.61	0.18	811.87	28.26
Conexión 37	775.10	0.16	811.82	36.72
Conexión 38	777.95	0.07	811.79	33.84
Conexión 39	776.93	0.09	811.59	34.66
Conexión 40	780.00	0.18	811.38	31.38
Conexión 41	772.07	0.13	811.35	39.28
Conexión 42	771.00	0.03	811.79	40.79
Conexión 43	774.60	0.08	811.79	37.19
Conexión 44	774.74	0.10	810.79	36.05
Conexión 45	775.00	0.19	810.83	35.83
Conexión 46	768.01	0.17	810.83	42.82

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 24: Resultados de nodos en CMH**

Conexión 47	769.00	0.16	810.79	41.79
Conexión 48	766.69	0.08	810.81	44.12
Conexión 49	765.00	0.03	810.81	45.81
Conexión 50	767.86	0.07	810.77	42.91
Conexión 51	768.97	0.01	810.77	41.80
Conexión 52	769.50	0.03	810.77	41.27
Conexión 53	767.48	0.13	810.54	43.06
Conexión 54	764.92	0.14	810.54	45.62
Conexión 55	764.83	0.07	810.49	45.66
Conexión 56	765.26	0.14	810.44	45.18
Conexión 57	765.04	0.10	810.07	45.03
Conexión 58	764.66	0.12	809.97	45.31
Conexión 59	765.01	0.02	809.97	44.96
Conexión 60	765.11	0.02	809.97	44.86
Conexión 61	760.00	0.13	809.89	49.89
Conexión 62	759.47	0.09	809.88	50.41
Conexión 63	758.91	0.03	809.89	50.98
Conexión 64	755.00	0.04	809.87	54.87
Conexión 65	764.39	0.10	810.76	46.37
Conexión 66	778.41	0.10	812.17	33.76
Conexión 67	778.88	0.06	811.62	32.74
Conexión 68	774.13	0.21	810.79	36.66
Conexión 69	765.00	0.22	810.33	45.33
Conexión 70	769.23	0.04	810.33	41.10
Conexión 71	758.20	0.12	810.23	52.03
Conexión 72	753.89	0.09	810.23	56.34
Conexión 73	752.68	0.05	810.23	57.55
Conexión 74	825.90	0.20	859.60	33.70
Conexión 75	828.39	0.02	859.60	31.21
Conexión 76	794.40	0.20	859.91	65.51
Conexión 77	826.28	0.09	859.89	33.61
Conexión 78	784.68	0.19	860.21	75.53
Conexión 79	799.06	0.11	860.18	61.12
Conexión 80	797.76	0.05	861.06	63.30
Conexión 2	816.02	0.14	859.68	43.66
Conexión 3	814.00	0.00	861.44	47.44
Conexión 84	797.50	0.00	864.64	67.14
Conexión 87	783.00	0.00	865.50	82.50
Conexión 88	797.28	0.00	860.98	63.70
Conexión 89	789.00	0.00	853.80	64.80
Conexión 90	789.30	0.00	860.90	71.60
Conexión 91	797.76	0.00	814.40	16.64
Conexión 92	778.88	0.07	859.59	80.71
Conexión 83	750.86	0.00	879.22	128.36
Conexión 85	753.89	0.00	878.37	124.48
Embalse 86	783.00	-5.72	783.00	0.00
Embalse 82	689.88	-1.59	689.88	0.00
Depósito 4	861.47	4.81	862.47	1.00
Depósito 81	814.00	-5.90	815.00	1.00

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 25: Resultados de tramos de tuberías en CMH**

Resultados de tramos de tuberías en CMH						
Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdidas
	m	mm	mm	lps	m/s	m
Tubería 6	64.36	50	130	-0.36	0.19	1.20
Tubería 7	83.90	75	130	-2.57	0.58	6.26
Tubería 8	43.38	50	130	1.15	0.59	10.14
Tubería 9	44.51	50	130	1.06	0.54	8.72
Tubería 10	54.31	50	130	0.03	0.01	0.01
Tubería 11	40.28	50	130	-0.83	0.42	5.54
Tubería 12	34.35	50	130	-0.94	0.48	6.98
Tubería 13	105.03	75	130	-2.08	0.47	4.21
Tubería 14	29.84	75	130	3.37	0.76	10.33
Tubería 15	86.64	50	130	0.98	0.50	7.54
Tubería 16	87.51	38	130	0.15	0.13	0.88
Tubería 18	153.01	50	130	0.59	0.30	3.00
Tubería 19	99.35	50	130	0.05	0.03	0.03
Tubería 20	270.65	50	130	0.27	0.14	0.69
Tubería 21	65.16	50	130	0.17	0.09	0.31
Tubería 22	57.42	50	130	0.03	0.02	0.01
Tubería 23	147.14	50	130	-0.82	0.42	5.43
Tubería 24	90.84	50	130	-0.95	0.48	7.06
Tubería 25	182.21	50	130	-1.09	0.55	9.16
Tubería 26	125.76	50	130	-1.28	0.65	12.34
Tubería 28	28.21	50	130	-0.01	0.01	0.00
Tubería 29	99.53	50	130	0.75	0.38	4.65
Tubería 30	69.18	50	130	0.04	0.02	0.02
Tubería 31	91.30	75	130	2.28	0.52	5.03
Tubería 32	88.01	75	130	0.67	0.15	0.52
Tubería 33	22.98	38	130	0.09	0.08	0.35
Tubería 34	69.56	38	130	-0.04	0.03	0.06
Tubería 35	46.69	38	130	0.05	0.05	0.14
Tubería 36	71.02	38	130	-0.01	0.01	0.00
Tubería 37	47.77	38	130	-0.07	0.06	0.22
Tubería 38	102.81	50	130	-0.18	0.09	0.34
Tubería 39	83.32	50	130	-0.58	0.30	2.88
Tubería 40	98.87	50	130	0.43	0.22	1.61
Tubería 41	87.94	50	130	0.88	0.45	6.18
Tubería 42	85.14	50	130	0.13	0.07	0.18
Tubería 43	87.03	50	130	-1.09	0.55	9.18
Tubería 44	89.74	50	130	0.22	0.11	0.48
Tubería 45	82.15	50	130	-1.03	0.53	8.32
Tubería 46	56.85	50	130	0.23	0.12	0.52
Tubería 47	56.90	50	130	0.03	0.02	0.01
Tubería 48	38.09	50	130	0.12	0.06	0.16
Tubería 49	90.82	50	130	0.61	0.31	3.18
Tubería 50	90.10	50	130	0.52	0.26	2.33

**Tabla 25: Resultados de tramos de tuberías en CMH**

Tubería 51	90.26	50	130	-0.81	0.41	5.35
Tubería 52	85.47	50	130	0.19	0.10	0.35
Tubería 53	78.97	50	130	-0.86	0.44	5.95
Tubería 54	84.09	50	130	-0.22	0.11	0.48
Tubería 55	75.50	50	130	-0.97	0.49	7.38
Tubería 56	82.30	50	130	0.03	0.01	0.01
Tubería 57	78.24	50	130	-0.92	0.47	6.74
Tubería 58	23.97	50	130	0.28	0.14	0.75
Tubería 59	52.47	50	130	0.03	0.01	0.01
Tubería 60	73.29	50	130	0.18	0.09	0.32
Tubería 61	110.84	50	150	0.12	0.06	0.12
Tubería 62	26.92	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería 63	63.14	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería 64	130.98	50	130	0.50	0.26	2.19
Tubería 65	76.23	50	130	0.05	0.03	0.04
Tubería 66	121.36	50	130	-0.53	0.27	2.40
Tubería 67	52.06	50	130	0.45	0.23	1.79
Tubería 68	79.96	50	130	-0.24	0.12	0.55
Tubería 69	57.12	50	130	-0.31	0.16	0.91
Tubería 70	59.59	50	130	0.44	0.23	1.73
Tubería 71	31.73	50	130	0.02	0.01	0.00
Tubería 72	35.15	50	130	0.02	0.01	0.00
Tubería 73	98.61	50	130	0.29	0.15	0.79
Tubería 74	55.23	50	130	0.03	0.02	0.01
Tubería 75	100.62	50	130	0.13	0.06	0.17
Tubería 76	71.34	50	130	0.04	0.02	0.02
Tubería 77	190.31	50	130	0.10	0.05	0.11
Tubería 78	120.80	50	130	0.91	0.47	6.63
Tubería 79	71.20	50	130	0.81	0.41	5.35
Tubería 80	27.50	50	130	0.86	0.44	5.97
Tubería 81	160.92	50	130	0.80	0.41	5.19
Tubería 82	39.76	50	130	-0.08	0.04	0.07
Tubería 83	204.07	50	130	0.51	0.26	2.25
Tubería 84	65.80	50	130	0.04	0.02	0.02
Tubería 85	66.89	50	130	-0.09	0.04	0.08
Tubería 86	94.11	50	150	0.05	0.03	0.02
Tubería 87	156.16	50	130	-0.25	0.13	0.61
Tubería 89	44.78	50	150	0.02	0.01	0.01
Tubería 91	164.53	50	130	0.09	0.04	0.08
Tubería 92	73.23	50	130	-0.71	0.36	4.16
Tubería 94	210.74	50	130	0.11	0.06	0.13
Tubería 96	143.56	50	130	0.55	0.28	2.57
Tubería 5	123.50	50	150	0.29	0.15	0.61
Tubería 90	141.18	50	130	0.43	0.22	1.63

**Tabla 25: Resultados de tramos de tuberías en CMH**

Tubería 99	75.48	75	130	-2.92	0.66	7.93
Tubería 100	64.96	75	130	-2.50	0.57	5.93
Tubería 101	173.25	75	130	-2.50	0.57	5.93
Tubería 104	264.93	100	150	7.31	0.93	8.18
Tubería 105	167.00	100	150	5.72	0.73	5.20
Tubería 106	165.17	50	130	-1.43	0.73	15.26
Tubería 107	132.35	50	130	0.00	0.00	0.00
Tubería 108	6.46	50	150	1.43	0.73	11.70
Tubería 109	5.68	75	130	0.89	0.20	0.88
Tubería 110	94.52	50	130	-0.89	0.45	6.32
Tubería 111	140.30	75	130	1.01	0.23	1.11
Tubería 112	86.14	50	130	-1.01	0.52	8.02
Tubería 113	205.05	50	150	0.07	0.03	0.04
Tubería 27	189.6	75	130	-2.3	0.52	5.1
Tubería 88	72.77	75	130	-2.98	0.67	8.22
Tubería 93	60.00	50	150	1.59	0.81	14.17
Tubería 95	969	50	150	1.59	0.81	14.17
Bomba 97	No Disp.	No Disp.	No Disp.	5.72	0	-82.5
Bomba 17	No Disp.	No Disp.	No Disp.	1.59	0	-189.34

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 26: Resultados de nodos, Condición sin consumo.**

<b>Resultados de nodos, Condición Sin Consumo</b>				
<b>Nodo</b>	<b>Cota</b>	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
	<b>msnm</b>	<b>l/s</b>	<b>msnm</b>	<b>mca</b>
Conexión 5	797.28	0.00	815.00	17.72
Conexión 6	789.99	0.00	815.00	25.01
Conexión 7	788.91	0.00	815.00	26.09
Conexión 8	789.32	0.00	815.00	25.68
Conexión 9	780.24	0.00	815.00	34.76
Conexión 10	780.30	0.00	815.00	34.70
Conexión 11	781.63	0.00	815.00	33.37
Conexión 12	782.22	0.00	815.00	32.78
Conexión 13	789.27	0.00	815.00	25.73
Conexión 14	795.00	0.00	815.00	20.00
Conexión 15	783.75	0.00	815.00	31.25
Conexión 16	791.04	0.00	862.47	71.43
Conexión 17	799.86	0.00	862.47	62.61
Conexión 18	803.42	0.00	862.47	59.05
Conexión 19	816.00	0.00	862.47	46.47
Conexión 20	818.59	0.00	862.47	43.88
Conexión 21	806.74	0.00	862.47	55.73
Conexión 22	810.33	0.00	862.47	52.14
Conexión 23	820.00	0.00	862.47	42.47
Conexión 24	808.21	0.00	862.47	54.26
Conexión 25	807.29	0.00	862.47	55.18
Conexión 26	810.70	0.00	862.47	51.77
Conexión 27	795.01	0.00	815.00	19.99
Conexión 28	795.54	0.00	815.00	19.46
Conexión 29	795.00	0.00	815.00	20.00
Conexión 30	791.56	0.00	815.00	23.44
Conexión 31	790.20	0.00	815.00	24.80
Conexión 32	785.00	0.00	815.00	30.00
Conexión 33	776.59	0.00	815.00	38.41
Conexión 34	799.50	0.00	815.00	15.50
Conexión 35	784.19	0.00	815.00	30.81
Conexión 36	783.61	0.00	815.00	31.39
Conexión 37	775.10	0.00	815.00	39.90
Conexión 38	777.95	0.00	815.00	37.05
Conexión 39	776.93	0.00	815.00	38.07
Conexión 40	780.00	0.00	815.00	35.00
Conexión 41	772.07	0.00	815.00	42.93
Conexión 42	771.00	0.00	815.00	44.00
Conexión 43	774.60	0.00	815.00	40.40
Conexión 44	774.74	0.00	815.00	40.26
Conexión 45	775.00	0.00	815.00	40.00
Conexión 46	768.01	0.00	815.00	46.99

**Fuente: Fuente propia.**

**Tabla 26: Resultados de nodos, Condición sin consumo.**

Conexión 47	769.00	0.00	815.00	46.00
Conexión 48	766.69	0.00	815.00	48.31
Conexión 49	765.00	0.00	815.00	50.00
Conexión 50	767.86	0.00	815.00	47.14
Conexión 51	768.97	0.00	815.00	46.03
Conexión 52	769.50	0.00	815.00	45.50
Conexión 53	767.48	0.00	815.00	47.52
Conexión 54	764.92	0.00	815.00	50.08
Conexión 55	764.83	0.00	815.00	50.17
Conexión 56	765.26	0.00	815.00	49.74
Conexión 57	765.04	0.00	815.00	49.96
Conexión 58	764.66	0.00	815.00	50.34
Conexión 59	765.01	0.00	815.00	49.99
Conexión 60	765.11	0.00	815.00	49.89
Conexión 61	760.00	0.00	815.00	55.00
Conexión 62	759.47	0.00	815.00	55.53
Conexión 63	758.91	0.00	815.00	56.09
Conexión 64	755.00	0.00	815.00	60.00
Conexión 65	764.39	0.00	815.00	50.61
Conexión 66	778.41	0.00	815.00	36.59
Conexión 67	778.88	0.00	815.00	36.12
Conexión 68	774.13	0.00	815.00	40.87
Conexión 69	765.00	0.00	815.00	50.00
Conexión 70	769.23	0.00	815.00	45.77
Conexión 71	758.20	0.00	815.00	56.80
Conexión 72	753.89	0.00	815.00	61.11
Conexión 73	752.68	0.00	815.00	62.32
Conexión 74	825.90	0.00	862.47	36.57
Conexión 75	828.39	0.00	862.47	34.08
Conexión 76	794.40	0.00	862.47	68.07
Conexión 77	826.28	0.00	862.47	36.19
Conexión 78	784.68	0.00	862.47	77.79
Conexión 79	799.06	0.00	862.47	63.41
Conexión 80	797.76	0.00	862.47	64.71
Conexión 2	816.02	0.00	862.47	46.45
Conexión 3	814.00	0.00	862.47	48.47
Conexión 84	797.50	0.00	864.64	67.14
Conexión 87	783.00	0.00	865.50	82.50
Conexión 88	797.28	0.00	862.47	65.19
Conexión 89	789.00	0.00	862.47	73.47
Conexión 90	789.30	0.00	862.47	73.17
Conexión 91	797.76	0.00	815.00	17.24
Conexión 92	778.88	0.00	862.47	83.59
Conexión 83	750.86	0.00	879.22	128.36
Conexión 85	753.89	0.00	878.37	124.48
Embalse 86	783.00	-5.72	783.00	0.00
Embalse 82	689.88	-1.59	689.88	0.00
Depósito 4	861.47	7.31	862.47	1.00
Depósito 81	814.00	0.00	815.00	1.00

**Fuente: Fuente propia.**

## **5.12 Estaciones de bombeo.**

El proyecto propone dos estaciones de bombeo.

La primera se ubica en el predio del pozo sector No. 5 y la segunda en el sector donde será equipado el pozo existente del sector No 4.

Las dos estaciones de bombeo serán construidos nuevas con la diferencia que la estación del Pozo del Sector N 5 ya cuenta con una caseta para controles eléctricos y la estación del sector No 4 será construida en su totalidad ya que no existe obra alguna.

La alimentación de la estación del sector No 4 se derivará de Red de Distribución Primaria, monofásica a dos hilos 14.4 Kv, que existe en inmediaciones del proyecto, para la cual será necesario la construcción de un tendido eléctrico de aproximadamente 821 m para energizar la estación lo que conlleva la colocación de 7 postes y 821m de conductor 1/0 y un transformador de 10Kva.

Las obras a realizar en el pozo del sector No. 5 implican menos obras por la existencia del tendido eléctrico en este punto, pero demanda la instalación de un banco de transformadores.

El detalle de estas obras se describe en la memoria eléctrica adjunta a este informe.

A continuación, se presenta el cálculo de las características del equipo de bombeo requerido para un periodo de diseño de 20 años

**Tabla No.19: Equipo requerido en pozo No.1**

<b>PROYECTO AGUA COMUNIDAD SAN LUCAS</b> <b>CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO A TANQUE POZO No.1</b>			
<b>Datos de entrada</b>			
<b>Caudal de Bombeo (Q)</b>		<b>Niveles (m)</b>	
Calculado (gpm)	90.00 gpm	Profundidad de pozo	350.00 pies
Real (gpm)	<b>90.00 gpm</b>	Nivel Suelo en tanque	106.71 pies
	0.00568 m <sup>3</sup> /s	Nivel de entrada a tanque	861.47 m
	5.6775	Nivel de suelo en pozo	783.00 m
		Nivel de bombeo de pozo	722.02 m
<b>Calculo de la Carga total dimamica (CDT = CE + CD)</b>			
<b>Donde :</b>	CE: Carga Estatica		
	CE: Nivel estático (NEA)+ Rebajamiento + Elevación de descarga		
Nivel estatico de agua (NEA)	17.00 m		
Rebajamiento	17.41 m		
Nivel bombeo	722.02 m		
Nivel de descarga	863.73 m		
<b>CE=</b>	<b>141.71 m</b>		
<b>perdidas en linea de conducción hasta el tanque de 20,000 galones</b>			
CD: Carga dimamica			
<b>Longitud de tramo</b>	<b>442</b>	<b>m</b>	
<b>Caudal</b>	<b>90</b>	<b>gpm</b>	
<b>CD= Hf +Hc</b>	$H_f = \frac{C_f L}{C^{4.852} D^{4.87}} Q^{1.85}$ <div style="border: 1px solid black; width: 100px; text-align: center; margin-left: 100px;">2.119 m</div>		
<b>Perdidas en tramo con caudal de 115gpm, que es comun a los dos equipos</b>			
<b>Longitud de tramo</b>			
<b>Caudal</b>	<b>115</b>	<b>gpm</b>	
	$H_f = \frac{C_f L}{C^{4.852} D^{4.87}} Q^{1.85}$ <div style="border: 1px solid black; width: 100px; text-align: center; margin-left: 100px;">-</div>		
<b>Perdidas totales en tubería</b>	<b>2.119 m</b>		
<b>Gradiente m/1000 m</b>	<b>4.79</b>	<b>&lt; 10.00 m</b>	<b>OK</b>
<b>Donde:</b>			
Hf es el incremento en la presión causada por la fricción			
D.- Diametro prop.( pulg.)	<b>4.00 pulg</b>	Longitud Columna	106.71 m
L.-Longitud de la descarga	442.00 m	Hc.-Pérdidas en columna	5.34 m
Q.- Flujo expresado en galones por minuto	90.00 gpm		
C.-Factor de capacidad de carga	150		
Cf = Factor de conversion	10.549		
	CD= Hf +Hc	7.45 m	
	CE.- NEA+ Rebajamiento + Elev. de descarga	141.71 m	
	<b>Carga total dimamica (CDT = CE + CD)</b>	<b>149.16 m</b>	
<b>Calculo de la velocidad ( m/s )</b>			
	$V = \frac{Q}{A}$		
Q= es el flujo expresado en metros cúbicos por segundo (m3/s).			
A = area de tubería A= (πD <sup>2</sup> ) / 4			
D= diametro ( pulg)			
	<b>V= 0.70</b>		
<b>Calculo de la Potencia de la bomba</b>			
<b>Donde:</b>	$HP = \frac{Q \text{ (lps)} \cdot H \text{ (m)}}{75 \cdot n(\%)/100}$		
Hp= Potencia de la bomba			
Q =es el flujo			
H= Carga total de la bomba			
n= Eficiencia de la bomba=	75.00%		
<b>Potencia de la Bomba</b>	<b>15.06</b>		
<b>Potencia del motor</b>	<b>18.07</b>		

Para un periodo de diseño de 20 años se requiere instalar un equipo de bombeo de 90 gpm, 149.16m de carga total dinámica y 20HP.

### 5.12.1 Golpe de Ariete.

A continuación, se presenta el cálculo del golpe de ariete estimado para el pozo propuesto.

**Tabla 27: Calculo de golpe de ariete. Equipo No 1**

PROYECTO AGUA COMUNIDAD SAN LUCAS	
CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE	
<b>Cálculo de la velocidad o celeridad de la onda de choque</b>	
$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = m/seg$	530.72 m/seg
Donde	
C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg	
k.- Coeficiente de módulo de elasticidad	20
d <sub>tub</sub> - Diámetro interno de tubería, m	0.10084 m
e.- Espesor del tubo, m	0.00673 m
Dn.- Diámetro nominal del tubo, pulg	4
Cédula del tubo	SDR 17
<b>Cálculo de la máxima onda de presión en la tubería</b>	
$h_a = \frac{4 Q_b \cdot C}{\pi d_{tub}^2 \cdot g} = m$	38.46 m
Donde	
h <sub>a</sub> - Sobrepresión o subpresión, m	
Q <sub>b</sub> - Caudal de bombeo, m <sup>3</sup> ·sec <sup>-1</sup>	0.00568 m <sup>3</sup> /s
g.- Gravedad específica, m·sec <sup>-2</sup>	9.81000 m <sup>3</sup> /s
<b>Cálculo de la sobrepresión o subpresión en las paredes de la tubería</b>	
$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a = m$	119.19 m
$S_{p2} = (E_2 - E_1) - h_a = m$	42.27 m
Donde	
S <sub>p1</sub> - Sobrepresión, m	
S <sub>p2</sub> - Subpresión, m	
E <sub>1</sub> - Elevación de sarta, msnm	783.00 msnm
E <sub>2</sub> - Elev. reboso tanque almacen, msnm	863.73 msnm
<b>Resistencia de la tubería</b>	
$P_{t1} = f \cdot P_n = mca$	167.20 mca
Donde	
P <sub>t</sub> - Resistencia de la tubería, mca	
P <sub>n</sub> - Pres. trabajo tubería PVC SDR 17, mca	176.00 mca
f.- Factor de seguridad	0.95
<b>Análisis de la condición</b>	
$P_{t1} > S_{p1}$	167.20 mca > 119.19 mca
	OK

Una columna de líquido al moverse tiene cierta cantidad de movimiento o inercia, la que es proporcional a su peso y a su velocidad. Si el flujo es detenido súbitamente, cosa que ocurre al cerrar rápidamente una válvula, la inercia se convierte en una onda de choque o en un aumento considerable de presión. La magnitud de este fenómeno depende de tan larga sea la tubería y que tan alta sea la velocidad de la onda. Esta onda de choque conocida como golpe de ariete, puede ser lo suficientemente fuerte como para reventar tuberías y quebrar accesorios y válvulas.

Se calculará la sobre presión o subpresión provocada por el golpe de ariete, por el cierre rápido de la válvula de retención, debido a la interrupción brusca del bombeo, por corte de energía eléctrica u otras causas. Sobre la base de la teoría elástica desarrollada por Gibson Quichiz Allievi. Se determinará el golpe de ariete o choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del agua es modificado bruscamente

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m <sup>2</sup> )	K
Palastros de hierro y acero	2·10 <sup>10</sup>	0.5
Fundición	10 <sup>10</sup>	1
Hormigón (sin armar)	2·10 <sup>9</sup>	5
Fibrocemento	1.85·10 <sup>9</sup>	5.5 (5-6)
PVC	3·10 <sup>8</sup>	33.3 (20-50)
PE baja densidad	2·10 <sup>7</sup>	500
PE alta densidad	9·10 <sup>7</sup>	111.11

Los resultados indican que la sobre presión esperada supera los 119.19mca, lo que nos indica que se debe proponer tubería de PVC-SDR-17, en un tramo de la línea de conducción.

**Tabla 28: Equipo requerido en pozo No.2**

PROYECTO AGUA COMUNIDAD SAN LUCAS CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO A TANQUE POZO No.2			
<b>Datos de entrada</b>			
<b>Caudal de Bombeo (Q)</b>		<b>Niveles (m)</b>	
Calculado (gpm)	25.00 gpm	Profundidad de pozo	285.00 pies
Real (gpm)	25.00 gpm		86.89 pies
	0.00158 m <sup>3</sup> /s	Nivel Suelo en tanque	861.47 m
	1.577083333	Nivel de entrada a tanque	863.73 m
		Nivel de suelo en pozo	750.86 m
		Nivel de bombeo de pozo	689.88 m
<b>Calculo de la Carga total dimamica (CDT = CE + CD )</b>			
<b>Donde :</b>	CE: Carga Estatica		
	CE: Nivel estático (NEA)+ Rebajamiento + Elevación de descarga		
Nivel estatico de agua (NEA )	17.00 m		
Rebajamiento	17.41 m		
Nivel bombeo	689.88 m		
Nivel de descarga	863.73 m		
<b>CE=</b>	<b>173.85 m</b>		
<b>perdidas en línea de conducción hasta el tanque de 20,000 galones</b>			
CD: Carga dimamica			
<b>Longitud de tramo</b>	<b>1290.26</b>	<b>m</b>	
<b>Caudal</b>	<b>25</b>	<b>gpm</b>	
<b>CD= Hf +Hc</b>	$H_f = \frac{C_f L}{C^{4.852} D^{4.87}} Q^{1.85}$		16.916 m
<b>Perdidas en tramo con caudal de 115gpm, que es comun a los dos pozos</b>			
<b>Longitud de tramo</b>			
<b>Caudal</b>	<b>115</b>	<b>gpm</b>	
<b>Diametro</b>	<b>4</b>	<b>pulg</b>	
$H_f = \frac{C_f L}{C^{4.852} D^{4.87}} Q^{1.85}$			-
<b>Perdidas totales en tubería</b>	<b>16.916 m</b>		
<b>Gradiente m/1000 m</b>	<b>13.11</b>	<b>&lt; 10.00 m</b>	
<b>Donde:</b>			
Hf es el incremento en la presión causada por la fricción			
D.- Diametro prop.( pulg.)	2.00 pulg	Longitud Columna	86.89 m
L.-Longitud de la descarga	1,290.26 m	Hc.-Pérdidas en columna	4.34 m
Q.- Flujo expresado en galones por minuto	25.00 gpm		
C.-Factor de capacidad de carga	150		
Cf = Factor de conversion	10.549		
	CD= Hf +Hc		21.26 m
	CE.- NEA+ Rebajamiento + Elev. de descarga		173.85 m
	<b>Carga total dimamica (CDT = CE + CD )</b>		<b>195.11 m</b>
<b>Calculo de la velocidad ( m/s )</b>			
	$V = \frac{Q}{A}$		
Q= es el flujo expresado en metros cúbicos por segundo (m3/s).			
A = area de tuberia A= (πD <sup>2</sup> ) / 4			
D= diametro ( pulg)		V=	0.78
<b>Calculo de la Potencia de la bomba</b>			
<b>Donde:</b>	$HP = \frac{Q (lps) \cdot H(m)}{75 \cdot n(\%)/100}$		
Hp= Potencia de la bomba			
Q =es el flujo			
H= Carga total de la bomba			
n= Eficiencia de la bomba=	75.00%		
<b>Potencia de la Bomba</b>	<b>5.47</b>		
<b>Potencia del motor</b>	<b>6.56</b>		

Para un periodo de diseño de 20 años se requiere instalar un equipo de bombeo de 7.5 gpm, 195.11m de carga total dinámica y 7.5HP.

A continuación, se presenta el cálculo del golpe de ariete estimado para el pozo No.2

**Tabla 29: Calculo de golpe de ariete. Equipo No 2**

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE													
<b>Cálculo de la velocidad o celeridad de la onda de choque</b>													
$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = m/seg$	531.28 m/seg												
<p>Donde</p> <table border="1"> <tr> <td>C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>k.- Coeficiente de módulo de elasticidad</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>d<sub>tub</sub>- Diámetro interno de tubería, m</td> <td style="text-align: center;">0.05321 m</td> </tr> <tr> <td>e.- Espesor del tubo, m</td> <td style="text-align: center;">0.00356 m</td> </tr> <tr> <td>Dn.- Diámetro nominal del tubo, pulg</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Cédula del tubo</td> <td style="text-align: center;">SDR 17</td> </tr> </table>		C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg		k.- Coeficiente de módulo de elasticidad	20	d <sub>tub</sub> - Diámetro interno de tubería, m	0.05321 m	e.- Espesor del tubo, m	0.00356 m	Dn.- Diámetro nominal del tubo, pulg	2	Cédula del tubo	SDR 17
C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg													
k.- Coeficiente de módulo de elasticidad	20												
d <sub>tub</sub> - Diámetro interno de tubería, m	0.05321 m												
e.- Espesor del tubo, m	0.00356 m												
Dn.- Diámetro nominal del tubo, pulg	2												
Cédula del tubo	SDR 17												
<b>Cálculo de la máxima onda de presión en la tubería</b>													
$h_a = \frac{4 Q_b \cdot C}{\pi d_{tub}^2 \cdot g} = m$	38.41 m												
<p>Donde</p> <table border="1"> <tr> <td>h<sub>a</sub>- Sobrepresión o subpresión, m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q<sub>b</sub>- Caudal de bombeo, m<sup>3</sup>·sec<sup>-1</sup></td> <td style="text-align: center;">0.00158 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td>g.- Gravedad específica, m·sec<sup>-2</sup></td> <td style="text-align: center;">9.81000 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> </table>		h <sub>a</sub> - Sobrepresión o subpresión, m		Q <sub>b</sub> - Caudal de bombeo, m <sup>3</sup> ·sec <sup>-1</sup>	0.00158 m <sup>3</sup> /s	g.- Gravedad específica, m·sec <sup>-2</sup>	9.81000 m <sup>3</sup> /s						
h <sub>a</sub> - Sobrepresión o subpresión, m													
Q <sub>b</sub> - Caudal de bombeo, m <sup>3</sup> ·sec <sup>-1</sup>	0.00158 m <sup>3</sup> /s												
g.- Gravedad específica, m·sec <sup>-2</sup>	9.81000 m <sup>3</sup> /s												
<b>Cálculo de la sobrepresión o subpresión en las paredes de la tubería</b>													
$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a = m$	151.28 m												
$S_{p2} = (E_2 - E_1) - h_a = m$	74.46 m												
<p>Donde</p> <table border="1"> <tr> <td>S<sub>p1</sub>- Sobrepresión, m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S<sub>p2</sub>- Subpresión, m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E<sub>1</sub>- Elevación de sarta, msnm</td> <td style="text-align: center;">750.86 msnm</td> </tr> <tr> <td>E<sub>2</sub>- Elev. rebose tanque almacen, msnm</td> <td style="text-align: center;">863.73 msnm</td> </tr> </table>		S <sub>p1</sub> - Sobrepresión, m		S <sub>p2</sub> - Subpresión, m		E <sub>1</sub> - Elevación de sarta, msnm	750.86 msnm	E <sub>2</sub> - Elev. rebose tanque almacen, msnm	863.73 msnm				
S <sub>p1</sub> - Sobrepresión, m													
S <sub>p2</sub> - Subpresión, m													
E <sub>1</sub> - Elevación de sarta, msnm	750.86 msnm												
E <sub>2</sub> - Elev. rebose tanque almacen, msnm	863.73 msnm												
<b>Resistencia de la tubería</b>													
$P_{t1} = f \cdot P_n = mca$	167.20 mca												
<p>Donde</p> <table border="1"> <tr> <td>P<sub>t</sub>- Resistencia de la tubería, mca</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P<sub>n</sub>- Pres. trabajo tubería PVC SDR 26, mca</td> <td style="text-align: center;">176.00 mca</td> </tr> <tr> <td>f.- Factor de seguridad</td> <td style="text-align: center;">0.95</td> </tr> </table>		P <sub>t</sub> - Resistencia de la tubería, mca		P <sub>n</sub> - Pres. trabajo tubería PVC SDR 26, mca	176.00 mca	f.- Factor de seguridad	0.95						
P <sub>t</sub> - Resistencia de la tubería, mca													
P <sub>n</sub> - Pres. trabajo tubería PVC SDR 26, mca	176.00 mca												
f.- Factor de seguridad	0.95												
<b>Análisis de la condición</b>													
$P_{t1} > S_{p1}$	167.20 mca > 151.28 mca												
OK													

Una columna de líquido al moverse tiene cierta cantidad de movimiento o inercia, la que es proporcional a su peso y a su velocidad. Si el flujo es detenido súbitamente, cosa que ocurre al cerrar rápidamente una válvula, la inercia se convierte en una onda de choque o en un aumento considerable de presión. La magnitud de este fenómeno depende de tan larga sea la tubería que tan alta sea la velocidad de la onda. Esta onda de choque conocida como golpe de ariete, puede ser lo suficientemente fuerte como para reventar tuberías y quebrar accesorios y válvulas.

Se calculará la sobre presión o subpresión provocada por el golpe de ariete, por el cierre rápido de la válvula de retención, debido a la interrupción brusca del bombeo, por corte de energía eléctrica u otras causas. Sobre la base de la teoría elástica desarrollada por Gibson Quichiz Allievi. Se determinará el golpe de ariete o choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del agua es modificado bruscamente

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m <sup>2</sup> )	K
Palastros de hierro y acero	2·10 <sup>10</sup>	0,5
Fundición	10 <sup>10</sup>	1
Hormigón (sin armar)	2·10 <sup>9</sup>	5
Fibrocemento	1.85·10 <sup>9</sup>	5.5 (5-6)
PVC	3·10 <sup>8</sup>	33.3 (20-50)
PE baja densidad	2·10 <sup>7</sup>	500
PE alta densidad	9·10 <sup>7</sup>	111.11

Los resultados indican que la sobre presión esperada no supera los 167.20mca, que resiste la tubería de pvc-sdr-17, por lo que la línea de conducción será de 2” SDR-17.

### 5.13 Diseño eléctrico

#### Estación pozo sector No 5

La alimentación al proyecto se derivará de Red de Distribución Primaria, trifásica a cuatro hilos 14.4/24.9 Kv, que existe en inmediaciones del proyecto.

Tenemos que el sistema secundario, deberá suministrar dicha Potencia Aparente a las instalaciones proyectadas, considerando que, el sistema secundario alimentará a la estación de bombeo, según lo indicado en la ley de la industria eléctrica y la normativa de servicio eléctrico en vigencia. Requiriéndose la instalación de tres transformadores de distribución monofásicos, con una potencia aparente de 10 Kva cada uno, en conexión estrella /delta, 14.4/24.9Kv-277/480Vac.

#### Situación Actual:

Existe un Mabe que es alimentado por un equipo de 7.5H.P. Monofásica 120/240V, alimentada por un banco de transformador de distribución de 10Kva, 120/240V, esta condición hace que, toda la infraestructura existente sea descartada; considerando que la bomba a instalar es de 20 H.P. – 480Vac, TRIFASICA. En este caso, todas las instalaciones serán completamente nuevas; constituyendo las normativas aplicables:

**NORMAS DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION ENEL 1996, Media Tensión, 14.4/24.9Kv. VIGENTES.**

En virtud del Reglamento de La Ley No. 837; Capítulo III, Arto No. 14; los criterios de: Diseño, Construcción, Supervisión o Mantenimiento y referido a Baja Tensión, son aplicables las normas: CODIGO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE NICARAGUA 1996, vigentes y considerada la norma NFPA 70.

El diseño de esta estación conlleva los siguientes alcances y costos:

**Tabla 30: Presupuesto eléctrico pozo 5.**

Presupuesto electricidad					
Pozo sector número 5 20 h.p. - 240 V- casco urbano San Lucas					
Código	Descripción	U/M	Cantidad	P. Unitario	Total
92200	Lámpara (o luminaria) fluorescente de 1x40 watts y 110 voltios con 1 tubo fluorescente, con caja de registro	c/u	2	435.384	870.77
93777	Lámpara (o luminaria) tipo cobra de vapor de sodio de 150 watts / 240 V tipo sylv. mod.2250 con fotocelda cobra, con caja de registro	c/u	2	3,364.3	6728.64
93711	Tomacorriente doble polarizado de 20 amp / 120 V con placa metálica para intemperie.	c/u	1	111.422	111.42
92867	Poste troncocónico de concreto pretensado, h = 30' (9.15 m) (no incl. estructura eléctrica)	c/u	2	4,823.7	9647.44
92787	Caja croose - hinds de intemperie.	c/u	2	146.28	292.56
3798	Panel arrancador 20 h.p. – 480 V, con accesorios y protecciones	c/u	1	46,726.78	46726.78
95676	Apagador doble polarizado de 20 amp / 120 V con placa metálica de 2 hoyos.	c/u	1	131.54	131.54
S/C	Arrancador suave (soft star)	c/u	1	105,000	105000.0

Presupuesto electricidad					
Pozo sector número 5 20 h.p. - 240 V- casco urbano San Lucas					
Código	Descripción	U/M	Cantidad	P. Unitario	Total
	p/motor de 20 hp-480 V.			.00	0
92799	Pararrayos catódicos con guarda motor eléctrico + guarda nivel para equipo de bombeo.	c/u	1	3,548.66	3548.66
92267	Caja de registro de EMT de 2" x 4"	c/u	2	34.4762	68.95
94341	Caja de registro de EMT de 6" x 6" con tapa de EMT de 6"x6" para intemperie.	c/u	1	78.4	78.40
93389	Acometida aérea con tubo de EMT diám.= 1¼" con calavera EMT de 1¼"	c/u	15	538.7927	8081.89
95597	codo radio largo (o curva) de PVC diám.= ½"	c/u	12	16.1762	194.11
92196	Canalización con tubo de PVC diám.=3/4" (sdr-17) con alambre de cobre thhn cableado #12 + #14	m	50	38.1434	1907.17
92268	Canalización con tubo conduit de PVC diám.=½" (incl. bridas)	m	10	24.7378	247.38
95294	Codo radio largo (o curva) de PVC diám.= 1"	c/u	4	156.2169	624.87
93378	Canalización con tubo de EMT diám.=1" (incl. bridas)	m	50	102.727	5136.35
4762	Acometida soterrada 1" conduits PVC 1", incluye conductores	m	50	112.5516	5627.58
92195	Entubado empotrado en	m	6	41.3277	247.97

Presupuesto electricidad					
Pozo sector número 5 20 h.p. - 240 V- casco urbano San Lucas					
Código	Descripción	U/M	Cantidad	P. Unitario	Total
	mampostería y cableado # 12 y # 14				
3498	Acometida soterrada 1 1/2" conduits PVC 1 1/2 ", incluye conductores 3c#4	m	50	225.194	11259.70
93455	Varilla polo a tierra de cobre diám.=5/8",l=10' con 10m de alambre eléctrico de cobre de cal #4 + 5m tubo.	c/u	3	855.912 6	2567.74
94914	Tapa ciega de aluminio de 4"x4"	c/u	3	9.674	29.02
92266	caja de registro de emt de 4" x 4"	c/u	3	59.221	177.66
95721	Panel monofásico 8 espacios, 120/240 voltios, barra de 125 amperios.	c/u	1	1,556.2 3	1556.23
92559	Breaker 1x15amp	c/u	1	82.4025	82.40
92558	Breaker 1x20amp	c/u	1	82.4025	82.40
92698	Breaker 2x20amp	c/u	1	141.542 5	141.54
92734	Breaker 2x30amp	c/u	1	189.16	189.16
95316	Cable de cobre tsj 3x12	m	16	33.177	530.83
93147	Caja de registro de ladrillo cuarterón de 2"x6"x12" de 0.60mx0.60m, h=0.50m	c/u	1	1,136.9 0	1136.90
95079	Alambre eléctrico de cobre desnudo cableado #8	m	18	19.3238	347.83
93865	Cable de aluminio triplex	m	78	53.492	4172.38

Presupuesto electricidad					
Pozo sector número 5 20 h.p. - 240 V- casco urbano San Lucas					
Código	Descripción	U/M	Cantidad	P. Unitario	Total
	neutracen #4				
94573	estructura electrica pr-101/c: instalacion de conductor y electrodo de puesta a tierra.	c/u	1	400.222 9	400.22
95274	Estructura eléctrica ap-101/c: soporte de 6´ para luminaria para baja tensión	c/u	2	1,252.0 0	2504.00
93906	Poste troncocónico de concreto pretensado, h = 40' (12.20 m), diám.=4" (no incl. estructura eléctrica)	c/u	1	6,544.4 8	6544.48
95770	Desmontaje manual y re- instalación de estructura eléctrica: ha-100b/c	c/u	1	652.08	652.08
95199	Instalar estructura mt-810/c	c/u	1	3,448.5 7	3448.57
94585	Instalar estructura mt-807/c	c/u	1	3,193.7 3	3193.73
94431	Instalar estructura pr-101/c	c/u	1	489.37	489.37
93562	Cable desnudo acsr 1/0	m	180.4	29.11	5251.17
94574	Estructura eléctrica tr2-306/c: estruct. transf/monofasc., banco servic. trifásico	c/u	1	13,207. 66	13207.66
92802	transformador de 10 KVA, 14.4/24.9 kv, 240/480V (no incl. estructura)	c/u	3	11,287. 68	33863.04

Presupuesto electricidad					
Pozo sector número 5 20 h.p. - 240 V- casco urbano San Lucas					
Código	Descripción	U/M	Cantidad	P. Unitario	Total
95910	banco de transformadores de 3x10 kva, 14.4/24.9 kv, 240/480 v (no incl. estructura)	c/u	1	30,631.63	30631.63
	<b>Total C\$</b>				<b>317732.2</b> <b>15</b>

**Fuente: Fuente propia.**

#### **Estación pozo sector No 4**

La alimentación al proyecto se derivará de red de distribución primaria, monofásica a dos hilos 14.4 Kv, que existe en inmediaciones del proyecto.

Tenemos que el sistema secundario, deberá suministrar dicha potencia aparente a las instalaciones proyectadas, considerando que, el sistema secundario alimentará a la estación de bombeo, según lo indicado en la ley de la industria eléctrica y la normativa de servicio eléctrico en vigencia.

Situación Actual:

Este punto se ubicada por el sector del estadio, existe un pozo equipado con una bomba manual conocida como de mecate, misma que va a ser sustituida por un equipo de bombeo monofásico 7.5 H.P. – 240 Vac. En este caso, todas las instalaciones son completamente nuevas; constituyendo las normativas aplicables:

**NORMAS DE CONSTRUCCION DE LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN ENEL 1996, Media Tensión, 14.4/24.9Kv. VIGENTES.**

En virtud del reglamento de La Ley No. 837; capítulo III, Arto No. 14; los criterios de: diseño, construcción, supervisión o mantenimiento y referido a baja tensión, son aplicables las normas: CÓDIGO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NICARAGUA 1996, vigente y considerada la norma NFPA 70.

**Tabla 31: Presupuesto eléctrico pozo 4.**

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
1	Iluminación	c/u	2.00	1,025.98	2,051.96
1.1	luminaria fluorescente 1x40w-120V	c/u	2.00	513.00	1,026.00
1.2	Tape aislante 3m.	c/u	2.00	47.88	95.76
1.3	Cajas EMT ser/pes. 4x4x1 1/2"	c/u	3.00	82.08	246.24
1.4	Tapa ciega 4x4"	c/u	2.00	34.20	68.40
1.5	Tornillo p/metal 10mmx3/4"	c/u	6.00	3.42	20.52
1.6	Conector EMT 1/2"	c/u	6.00	17.10	102.60
1.7	Cable tsj 3c#12 thhn-awg	m	3.00	63.54	190.62
1.8	Conector romex 1/2"	c/u	4.00	20.52	82.08
1.9	Wire nuts rojos	c/u	9.00	11.12	100.04
1.10	Apagador doble 15A-120V	c/u	1.00	76.95	76.95
1.11	Tapa de repello 4*4, salida 2*4	c/u	1.00	42.75	42.75

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
2	Tomacorriente	c/u	1.00	261.63	261.63
2.1	Tomacorriente doble 20a/120v	c/u	1.00	69.26	69.26
2.2	Caja emt 4x4x1 1/2", ser/pes	c/u	1.00	82.08	82.08
2.3	Tapa de repello 4x4, salida 2x4	c/u	1.00	42.75	42.75
2.4	Conector PVC 1/2"	c/u	2.00	10.26	20.52
2.5	Lock nut 1/2"	c/u	2.00	6.84	13.68
2.6	Wire nuts rojos	c/u	3.00	11.12	33.35
3	Canalización y alambrados	glb	1.00	35,851.01	35,851.01
3.1	Conduits EMT 1/2" x 10'	c/u	6.00	393.30	2,359.80
3.2	Camisa combinada PVC 1/2"	c/u	3.00	14.54	43.61
3.3	Coupling compresión EMT 1/2"	c/u	12.00	13.68	164.16
3.4	Bridas EMT 1/2"	c/u	12.00	10.26	123.12
3.5	Tornillo p/metal 10mmx3/4"	c/u	24.00	3.42	82.08

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
3.6	Conduits PVC 1/2" x 10'	c/u	25.00	76.95	1,923.75
3.7	Conductor no. 12 thhn-awg	m	232.50	30.78	7,156.35
3.8	Conductor no. 14 thhn-awg	m	45.70	25.65	1,172.21
3.9	Conduits PVC 2" x 10'	c/u	1.00	85.50	85.50
3.10	Conductor no. 2 thhn-awg	m	13.20	145.35	1,918.62
3.11	Conduits PVC 1 1/2 x 10'	c/u	2.00	51.30	102.60
3.11	Conductor no. 4 awg	m	30.00	68.40	136.80
3.12	Puestas a tierra pata de ganso conforme planos	c/u	1.00	3,078.00	3,078.00
3.13	Conductor no. 6 thhn-awg	m	30.00	28.86	865.69
3.14	Pegamento PVC	gln	1.00	865.69	865.69
3.15	Tape aislante 3m	c/u	8.00	47.88	383.04
3.16	Concreto de protección para canalizaciones subterráneas	glb	2.00	7,695.00	15,390.00
4	Centro de control y distribución (pg)	glb	1.00	173,394.00	173,394.00

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
4.1	Caja de conexiones nema 3R en pedestal de concreto	glb	1.00	9,234.00	9,234.00
4.2	centro de control y distribución conforme diagrama unifilar, diagrama de fuerza y mando.	glb	1.00	153,900.00	153,900.00
4.3	acometida baja tensión	glb	1.00	10,260.00	10,260.00
5	Iluminación exterior	glb	1.00	39,218.09	39,218.09
5.1	Luminaria cobra 2250, 150W-240V; con brazo de montaje AP-101/C	c/u	2.00	5,985.00	11,970.00
5.2	Poste de concreto 30'	c/u	2.00	13,418.85	26,837.69
5.3	Caja para intemperie 12" x 12" x 4"	c/u	2.00	205.20	410.40
6	Obras en media tensión	glb	1.00	940,041.74	940,041.74
6.1	Desmontar postes de pino	c/u	3.00	7,695.00	23,085.00
6.2	Desmontar estructuras primarias existentes	glb	1.00	11,970.00	11,970.00
6.3	Desmontar transformador existente	c/u	1.00	8,550.00	8,550.00

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
6.4	Suministro e instalación de postes de concreto 40` 500 DAN	c/u	2.00	23,546.70	47,093.40
6.5	Suministro e instalación poste de concreto 30´300 DAN	c/u	1.00	15,697.80	15,697.80
6.6	Suministro e instalación poste de concreto 40`300 DAN	c/u	4.00	20,930.40	83,721.60
6.7	Estructura mt-602/c	c/u	3.00	5,557.50	16,672.50
6.8	transformador 10 KVA, 14.4/24.9kv-120/240v	c/u	1.00	94,186.80	94,186.80
6.9	Cable 1/0 acsr	m	821.00	201.46	165,394.64
6.10	Estructura mt-605/c	c/u	1.00	5,985.00	5,985.00
6.11	Estructura mt-606/c	c/u	1.00	10,260.00	10,260.00
6.12	Estructura mt-604/c	c/u	1.00	5,985.00	5,985.00
6.13	Estructura pr-101/c	c/u	7.00	5,130.00	35,910.00
6.14	Estructura ha-100b/c	c/u	10.00	12,825.00	128,250.00
6.15	Estructura tr2-105/c	c/u	2.00		

Presupuesto eléctrico

Estación de bombeo MABE San Lucas 7.5 h.p. - 240

V.-pozo sector no.4

Caseta de operación y control

N°	Descripción	U/M	Cantidad	P.unit.	Total
				143,640.00	287,280.00
	TOTAL C\$				1190,818.42

**Fuente: Fuente propia.**

#### **5.14 Red de conducción.**

Se presenta la selección del diámetro requerido para el sistema propuesto y que cumpla con los criterios establecidos para el buen funcionamiento del sistema. El Diámetro mínimo a utilizar en la línea de conducción, se analizará mediante la topografía y la realización del análisis hidráulico.

**Tabla 32: Selección de diámetro más económico.**

PROYECTO AGUA COMUNIDAD SAN LUCAS												
SELECCIÓN DE DIAMETRO MAS ECONOMICO DE LINEA DE CONDUCCION												
DATOS												
Caudal de Bombeo (Q)		90.00 gpm		Longitud de descarga (L)		431.93 m						
Factor de recuperacion r		0.12		Elevación de descarga (m)		141.71 m						
Costo KW		C\$ 5.60										
Diámetro de la tubería propuesta "	Caudal de diseño GPM	Tiempo de bombeo promedio (hrs)	Diferencia de elevación (m)	Longitud de tubería m	Perdidas en la tubería (m)	Gradiente m/1000 m	Carga total dinámica (pies)	Costo del Kwh	Eficiencia del motor	Eficiencia de la bomba	Costo anual de Energía en Córdobas	Costo anual de Energía en Dólares
1.50	90.00	16.00	141.71	431.93	245.83	569.15	1,271.13	5.60	0.65	0.75	1,445,776.42	67,245.42
2.00	90.00	16.00	141.71	431.93	60.56	140.21	663.43	5.60	0.65	0.75	754,586.54	35,097.05
3.00	90.00	16.00	141.71	431.93	8.4067	19.46	492.37	5.60	0.65	0.75	560,018.62	26,047.38
<b>4.00</b>	<b>90.00</b>	<b>16.00</b>	<b>141.71</b>	<b>431.93</b>	<b>2.0710</b>	<b>4.79</b>	<b>471.59</b>	<b>5.60</b>	<b>0.65</b>	<b>0.75</b>	<b>536,382.22</b>	<b>24,948.01</b>
6.00	90.00	16.00	141.71	431.93	0.2875	0.67	465.74	5.60	1.65	0.75	208,680.98	9,706.09
Diámetros de tubería	Costo unitario de tubería	Factor de recuperación n del capital	Costo de tubería mas instalación	Costo de energía valor presente	COSTO TOTAL	Diámetro en m	Velocidad m/s	COSTOS COTIZADOS DE TUBERIAS PVC-SDR-26				
1.50	40.00	0.12	60,470.20	379,950.04	440,420.24	0.038	4.980	1.50	40.00			
2.00	50.00	0.12	64,789.50	198,305.34	263,094.84	0.051	2.802	2.00	50.00			
3.00	80.00	0.12	77,747.40	147,172.89	224,920.29	0.076	1.245	3.00	80.00			
<b>4.00</b>	<b>150.00</b>	<b>0.12</b>	<b>107,982.50</b>	<b>140,961.25</b>	<b>248,943.75</b>	<b>0.102</b>	<b>0.700</b>	<b>4.00</b>	<b>150.00</b>			
6.00	370.00	0.12	203,007.10	54,841.36	257,848.46	0.15	0.31	6.00	370.00			
La tubería de 100mm es el diámetro mas económico que cumple con los requerimientos de diseño para la línea de conducción.												
TUBERIA DE AGUA POTABLE PVC SDR-26			Costo de instalc./ m.	TUBERIA DE AGUA POTABLE PVC SDR-17								
TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO	m	C\$ 40.00	C\$ 100.00	TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO		C\$ 53.96						
TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO	m	C\$ 50.00		TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO		C\$ 77.11						
TUBERIA DE 2 1/2" DE DIAMETRO	m	C\$ 75.00		TUBERIA DE 2 1/2" DE DIAMETRO		C\$ 105.00						
TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO	m	C\$ 80.00		TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO		C\$ 190.16						
TUBERIA DE 4" DE DIAMETRO	m	C\$ 150.00		TUBERIA DE 4" DE DIAMETRO		C\$ 247.70						
TUBERIA DE 6" DE DIAMETRO	m	C\$ 370.00		TUBERIA DE 6" DE DIAMETRO		C\$ 613.73						
TUBERIA DE 8" DE DIAMETRO	m	C\$ 600.00		TUBERIA DE 8" DE DIAMETRO		C\$ 1,188.90						

**Fuente: Fuente propia.**

### 5.15 Red de Distribución.

La red de distribución se analizará bajo las condiciones de: Bombeo contra tanque sin consumo en la red y consumo máximo hora con bombeo máximo día. El diseño definitivo se hará sobre la base de la condición que de la situación más desfavorable. El análisis de la red se hará mediante el método de Hardy Cross del Módulo de Computación de las Naciones Unidas (DAR, 1991).

#### 5.15.1 Diámetro mínimo.

El Diámetro mínimo a utilizar en la red de distribución, se analizará mediante la topografía y la realización del análisis hidráulico.

### 5.15.2 Tipo de tubería y diámetro mínimo a utilizar

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM=2.5CPD, más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams. Según material de tubería

Material del conducto	Nuevos C	Inciertos C
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto cemento	140	130
Hierro fundido cubierto	130	100

**Diámetro mínimo:** El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 mts.

### **5.16 Velocidad de flujo**

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 = 2.0 m/s

### **5.17 Sectorización Hidráulica**

La red será dividida en sectores hidráulicos, con el fin de tener mejores condiciones técnicas para la operación, mantenimiento y control del sistema de distribución.

### **5.20 Cobertura mínima de las tuberías**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

En este proyecto se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud.

### **5.21 Conexiones domiciliarias**

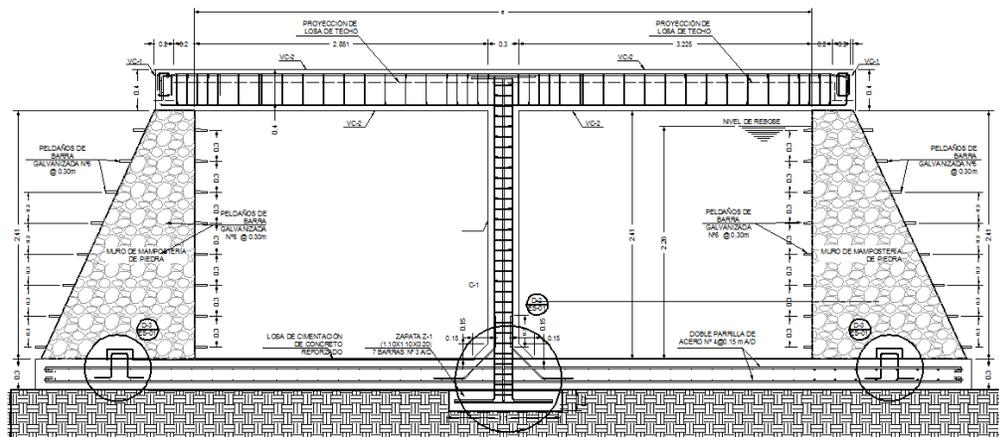
El diámetro mínimo de cada conexión será de  $\frac{1}{2}$  (12.5 mm) pulgada. Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

## 5.22 Tanque de Almacenamiento.

### 5.22.1 Descripción y localización de los tanques de almacenamiento

Considerando que el sistema cuenta con un tanque en regular estado con capacidad de 10,000 galones, desde donde se puede continuar sirviendo a los sectores más bajos de la localidad, se propone construir un tanque de concreto ciclópeo de 20,000 galones, el cual estará ubicado en un predio que contará con cerco perimetral de alambre de púas, también con portón de acceso. A continuación, se presenta esquema de tanque propuesto.

**Figura No.1 Tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo**



Dimensión interna=  $6 \times 6 \times (2.41 - 0.15) = 81.36 \text{m}^3$

Área de losa:  $9.48 \text{m} \times 9.48 \text{m} = 89.87 \text{m}^2$

El diseño estructural del tanque de almacenamiento se presentará en el informe final.

El proyecto considera la reutilización de los tanques de 15,000 y 10,000 galones existentes.

Para el componente de almacenamiento se propone la construcción de un nuevo tanque con capacidad de 20,000 galones. Rehabilitación de los dos tanques existentes con el siguiente fin.

El tanque de 15,000 galones se continuará utilizando para abastecer el sector de las comunidades de El Chagüite y Cuyas, teniendo como abastecimiento la fuente superficial actual.

El tanque de 10,000 galones se utilizará para servir la parte más baja de la localidad de San Lucas.

### **5.22.2 Cálculo de los requerimientos de capacidad**

Los resultados de proyecciones de demanda de almacenamiento del proyecto para el final del periodo, indican que se requiere construir un tanque de almacenamiento con una capacidad de 28,262 galones. Se propondrá un tanque de 20,000 para asegurar los requerimientos de capacidad de almacenamiento sumando a este el tanque de 10,000 galones existente.

### **5.22.3 Diseño Estructural para Tanque de Mampostería.**

La sección de mampostería del tanque debe ser segura al deslizamiento y volteo por lo cual deberá cumplir con las siguientes condiciones:

Verificación al Deslizamiento.

Son las cargas totales que actúan sobre la base superior de los muros del tanque, refiriéndose a cargas muertas, cargas vivas y puntuales, así como la presión activa o fuerzas horizontales que ejerce el agua en las paredes del tanque, considerando la altura de rebose. (RNC-07, Arto.10)

$$\frac{\sum FV}{u \sum FH} \geq 1.5$$

En caso de no cumplir con esto se utilizará un dentellón

a) Verificación al Volteo.

Son los momentos actuantes sobre el tanque como los que ejerce la carga puntual  $M_c$ , momento estabilizante en el muro, y el momento horizontal o momento activo que ejerce la presión del agua. (RNC-07, Arto.10).

$$\frac{\sum M_v}{\sum M_H} \geq 2.0$$

### **5.23 Costo y Presupuesto**

La construcción de una obra civil es una tarea que puede parecer abrumadora en un principio. Hay mucho que hacer y mucho que planificar. Una de las primeras preguntas que nos hacemos es: ¿Cuánto va a costar todo esto? y ¿Cómo se puede determinar el costo total?

La forma de poder llegar al costo total de una obra, es mediante la elaboración de un presupuesto valorativo detallado. El presupuesto valorativo detallado es aquel presupuesto donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo. Como su nombre lo indica muestra detalladamente el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen. Es la mejor herramienta para analizar cada elemento para buscar su optimización desde el punto de vista de mejorar rendimiento y reducir costos (FISE, 2013).

#### **5.23.1 Estimación de costos o presupuesto de la obra.**

El análisis de costo y presupuesto de la obra este dará respuesta a la pregunta básica: ¿Cuánto costará la obra?

A partir del presupuesto se deducen conclusiones acerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Debe coincidir el presupuesto de proyección con el costo real de ejecución. Esto se logra haciendo un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamientos

topográficos, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle. En este sentido cobra importancia el cálculo de Take Off, el cual consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra.

Se entregará el presupuesto respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, incluyendo por partida, cubicación, precio unitario y total. (FISE, 2013).

### **5.23.2 Partes de un Presupuesto Valorativo Detallado**

1. Cuantificación

2. Precios unitarios y su justificación

3. Aplicar los precios unitarios a la cuantificación.

La integración del precio unitario, requiere del conocimiento técnico de la obra y para Ingeniería Civil Costos y presupuestos el caso de la obra pública del marco normativo vigente por parte del analista.

Esto, le ayudará para obtener, un soporte práctico-legal y poder evaluar el rendimiento de la fuerza de trabajo y del equipo que interviene en cada concepto, así como el costo de los insumos de acuerdo a cada región económica, del mismo modo, el conocimiento del marco normativo vigente, establece los criterios de integración y los cargos que deben considerarse en la formulación del precio unitario.

Los procedimientos de contratación de obra pública, se desarrollan con base en licitaciones, siendo la de precios unitarios la modalidad más común; de ahí que para contratar una obra mediante licitación, con un margen razonable de utilidad, dependerá de la integración de los precios unitarios y obviamente de la administración de la obra.

## **5.24 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, entre otros (NTON 09 003-99;INAA, 1999), (NTON, 1999).

En general las Especificaciones Técnicas hacen referencia a:

- Especificaciones nacionales oficiales de cada país
- Reglamentos nacionales de construcciones de cada país
- Manual de Normas ASTM (American Society for Testing and Materials)
- Manual de normas ACI (American Concrete Institute)

## 6.1 Conclusiones.

- Las fuentes propuestas tienen capacidad suficiente para satisfacer la demanda del final del periodo de diseño.
- La línea de conducción del pozo No.1 estará conformada por 440m de tubería pvc de 4", de los cuales 220m serán de pvc-sdr-17 y 220m de pvc-sdr-26.
- La línea de conducción del pozo No.2 estará conformada por 1,029m de tubería pvc-sdr-17 de 2".
- De acuerdo a los resultados de calidad bacteriológica, el agua presenta contaminación por coliformes fecales y coliformes totales, por lo que se propone la desinfección del agua, mediante solución de hipoclorito de sodio, inyectada por dosificador eléctrico en cada pozo.
- Se propone un tanque para almacenamiento de concreto ciclópeo de 20,000 galones, este volumen sumado al volumen de tanque existente de 10,000 galones, tiene capacidad para satisfacer la demanda al final del periodo de diseño de 20 años.
- La red de distribución estará conformada por alrededor de 9,519 m de tuberías de 1 1/2", 2"y 3" de pvc-sdr-26. En estos se incluye 1,183.51m de tuberías de 2" y 3" pvc-sdr-26 propuestas para la ampliación del sistema.
- Para garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución se instalarán válvulas de limpieza y válvulas de pase en la red.

## 6.2 Recomendaciones.

- Se recomienda la construcción de la red de distribución con diámetros y materiales presentados en diseño.
- Las tuberías se instalarán a una profundidad de 1.20m, ya que de acuerdo a las calicatas realizadas en el área del proyecto el material predominante en la zona es arcilla.
- El personal que operara el sistema debe de ser capacitado efectivamente para conocer todos los por menores de las actividades que requiere la operación y mantenimiento del sistema, que garanticen su auto sostenibilidad.
- Se debe capacitar al personal que se encargará de la operación del equipo de bombeo, desde la etapa de instalación hasta la puesta en marcha del sistema.
- Clorar el agua con hipoclorito de sodio, y con frecuencia verificar en la red de distribución el cloro residual, principalmente en los puntos más lejanos de la red de distribución.
- Evitar rupturas en las tuberías a fin de evitar re contaminación del agua y acumulación de aire.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALCALDIA SAN LUCAS. (2013). *PLAN SEQUÍA*.
- ALCALDIA SAN LUCAS. (2013). *SISSAN*.
- CARE. (2012). *Estudio hidrológico San Lucas*.
- CEPIS. (2000). *Normas Microbiologicas de Calidad de Agua en el Medio Marino*. California.
- DAR. (1991). *Modelo de Bombas Manuales para el Sector Rural*. Managua.
- ENACAL. (1976). *Especificaciones Técnicas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. Managua.
- EPANET. (2002). *Manual de EPANET 2.0*. Valencia.
- FISE. (2013). *Guia de Costos*. Managua.
- INIDE. (2005). *Censo Poblacional*. Managua.
- MCT. (1989). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable*. Managua.
- Normas CAPRE. (1993). *Normas de Calidad del Agua Para el Consumo Humano*. Costa Rica.
- NTON 09 003-99;INAA. (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilizacion de Agua*. Managua.
- NTON. (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua*. Managua.
- Peña, J. S. (2005). *Manual de Practicas de Topografia y Cartografia*. Madrid.

## I. ANEXOS

### Anexo 1. Fotografía de las fuentes de agua



Pozo existente en sector 4



SARTA de pozo perforado existente sector n° 5



**Anexo 4. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.  
ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO**

<b>Información básica</b>						
<b>1. Aspectos Generales</b>						
<b>1.1. NOMBRE DE LA COMUNIDAD/SECTOR:</b>						
Ubicación 1.1.1. Departamento: Madriz/ Nicaragua				1.2. Patrón de Viviendas	1.2.1. Nucleado	
1.1.2. Municipio: San Lucas.					1.2.2. Semi disperso	
1.1.3. Comunidad: San Lucas					1.2.3. Disperso	
					1.2.4. Urbanizado	X
1.3. Medios de comunicación más frecuentes	1.3.1. Radio Emisora que se escucha con más frecuencia			Radio YA		
	1.3.2. Radio Transmisor de referencia			Frecuencia :		
				Indicativo :		
				Propietario :		
1.3.3. Teléfono N°:						
1.4. Accesibilidad desde el área urbana a la comunidad	Des	Has	Tipo Vía	Medio de	Kmts	Tiempo
	Somoto	San Lucas	Adoquinado	Motocicleta, vehículo liviano y pesado.	8.5	15 minutos
1.5. Accesibilidad desde la capital al municipio	Managua	Somoto	Carretera pavimentada	Autobús, vehículo liviano	216	3 horas30 minutos
(1) Indicar tipo de calles: pavimentada, Adoquinada, empedrada o de tierra (2) Vehículo motorizado, a pie, etc.						

**2. ASPECTOS GEOGRÁFICOS**

2.1. Superficie total en Km <sup>2</sup>	153.68	2.2. Altitud m.s.n.m.	815	2.3. Clima	Tropical seco.
2.4. Límites de la comunidad/sector	Descripción				
	Norte	Somoto			
	Sur	Las Sabanas.			
	Este	Pueblo Nuevo			
	Oeste	República de Honduras.			

2.5. Topografía		%	Descripción
	Plana		
	Accidentada	X	
	Muy accidentada		
	Existencia de zonas inundables		

### 3. SITUACION SOCIAL Y CULTURAL

<b>3.1. Número de familia ( en base al censo poblacional)</b>	<b>58</b>	<b>3.2. Promedio miembros por familia</b>	<b>5</b>
---	-----------	---	----------

3.3. HABITANTES DE LAS VIVIENDAS:	
4.3.1. Número total de viviendas: 353	4.3.4. Número promedio de personas por vivienda: 6
4.3.2. Número de viviendas habitadas: 329	4.3.5. Número promedio de familias por vivienda: 2
4.3.3. Número de viviendas deshabitadas: 24	

3.4. ORGANIZACIONES COMUNALES EXISTENTES (todas las organizaciones presentes de la comunidad)							
Nombre de la organización	Líneas de acción	Antigüedad en años	N° de participantes			Frecuencia de Reuniones	Días de reunión
			T	V	M		
1. Gabinete rotativo de la Familia Comunidad y Vida			10	5	5		
2. Comité Local para la prevención mitigación y atención a desastres	Gestión de riesgo	2	15	7	8		
3. Brigada Local de Rescate	Gestión de	2	8	5	3		
4.							
5.							
6.							
7.							

Resaltando las organizaciones que tienen que ver con los servicios de saneamiento básico.



<b>3.5. CREENCIAS POPULARES MAS COMUNES DE LA COMUNIDAD</b>
<b>3.5.1. Con respecto a la salud:</b> Uso de Plantas Medicinales
<b>3.5.2. Con respecto al agua:</b> Ninguna
<b>3.5.3. Con respecto a la eliminación de excretas:</b>

<b>4. INFORMACION DE SALUD</b>
--------------------------------

<b>4.1. ESTABLECIMIENTO DE SALUD DE REFERENCIA (Que se encuentre en la comunidad o a donde acuden para atenderse:</b>				
<b>4.2. MORBILIDAD:</b>				
<b>1 Cinco primeras causas de enfermedad en la comunidad/anexo/sector donde se interviene el último año (en base a registros del Centro de Salud de Referencia)</b>				
Causas	Menores de 5 años		Mayores de 5 años	
	No	%	No	%
<b>Otras causas</b>				

<b>Número de casos de enfermedades ligadas a Saneamiento en la comunidad/sector (en base a la información existente en el Centro de Salud en el último año)</b>						
No	Causas	No de Afectados por grupo de edad				
		Total	No	%	No	%
01						

Donde acude para la atención en caso de enfermedad	Nombre	Calidad de la atención		
		Bueno	Regular	Malo
Centro de Salud/puesto de salud	Héroes y Mártires San Lucas.		X	
Curandero (a)				
Promotor (a)				
Partera (o)				
Otro, especifique				
<b>Observaciones:</b>				

**4.3 SERVICIOS DE SANEAMIENTO EN EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD. (EXISTENTES EN LA COMUNIDAD, ANEXO, SECTOR, NO DEL SECTOR O COMUNIDAD)**

Servicios	Tiene los servicios		Estado			Observaciones
	Si	No	Bueno	Regular	Malo	
Agua Potable.	X					
Servicios Higiénicos						
Letrinas	X				X	El 90% en mal estado.
Duchas						
<b>Observaciones:</b>						

## 5. INFORMACION DE EDUCACION

**D. SERVICIOS DE SANEAMIENTO EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

Tipo de servicio	Servicio de Agua			Servicio Alcantarillado			Letrina			Observaciones						
	N° de llaves	No	Si	Estado de funcionamiento			No	Si	N°		Estado de funcionan.					
				B	R	M					B	R	M			
Agua Potable	180		X													
Servicio de Alcantarillado		X					X									
Letrinas										X						X

## 6.- SANEAMIENTO BÁSICO

**A. ACCESO AL AGUA**

**4.1 Cuando no existe Sistema.**

Tipo de fuente	Familias que Usan		Protección		Tiempo en min.	Observaciones
	N°	%	Con protección	Sin protección		
Manantial (MAG)						

MABE	236	67					
Pozo con bomba manual		33			200-500	15	Acarrean el agua de pozos vecinos cuando se achica la fuente del MABE.
Otro, Especifique							

A.2. Cuando existe sistema de agua						
	N° de familias que acceden al		Estado de infraestructura			Observaciones
	N°	%	Onerativo	Parcial	Desuso	
Conexión domiciliaria						
Pila pública						
Entidad ejecutora:					Año:	
Cuentan con Comité de Agua Potable de Agua	SI ( ) NO (x)		Está funcionando: SI ( ) NO ( )			
Composición del Comité de Agua Potable	N° Total de miembros: _____ N° de Varones: _____ N° de Mujeres: _____					
En la constitución del Comité de Agua Potable participó la comunidad: sí ( ) no ( )						
Cómo fue o es el desempeño del Comité de Agua Potable: B ( ) R ( ) M ( )						
¿Por qué? _____						
Observaciones: no existe sistema de agua potable en la comunidad						

A.3 Continuidad del servicio			
Categ	Sí	No	Observaci
Permanente (24 horas/días)			
Racionado por hora (horas del servicio)			
Interrupciones imprevistas (al menos en algún sector)			
Servicio suspendido			
<b>Observaciones:</b>			

<b>A.4 Pago por el servicio</b>		Si ( ) Cuántos usuarios pagan
		No ( ) Cuántos usuarios no pagan
Frecuencia de pago: Mensual ( ) Bimensual (x)		Monto que pagan S/.
% de morosidad _____ Razones de la morosidad:		
No existe sistema de agua en la comunidad		

<b>B. ELIMINACIÓN DE EXCRETAS</b>						
<b>B.1 Cuando NO existe sistema de alcantarillado</b>						
	N°	Familias beneficiarias		Estado		
		N°	%	Bueno	Regular	Malo
A campo abierto						
Letrinas colectivas						
Letrinas domiciliarias	415					X
Material disponible- Describir el tipo de material:	No hay material disponible					

<b>7 - SANEAMIENTO AMBIENTAL</b>				
<b>ELIMINACIÓN DE BASURAS O DESECHOS SÓLIDOS</b>				
Modalidad	Por las familias	En las Instituciones Educativas	En las Instituciones Educativas	Observaciones
Al patio				
A la calle o campo libre				
Al botadero	X			
La entierran				
La queman	X	X		
La tiran al río				
La tiran al cauce				
Otros				
<b>Observaciones</b>				

OTROS PROBLEMAS AMBIENTALES	SI	NO
• Quema de pastizales		X
• Tala indiscriminada		X
• Contaminación de ríos	X	
• <b>Otros; Especificar:</b>	En algunos casos la basura la tiran al cauce, quebrada.	

<b>8.- ORGANIZACIÓN Y COMPROMISO DE LA COMUNIDAD</b>		
A. Señalar los esfuerzos que ha realizado la población y/o Gobierno Local, para solucionar su problema de saneamiento básico		
Gestión ante la Alcaldía Municipal para solicitud de pozo y letrina		
B. Compromisos de la comunidad con relación al proyecto de saneamiento		
A	S	N
Aporte en mano de Obra no calificada		X
Participación en acciones sociales		X
Dinero en efectivo		X
Material de la zona		X
Traslado de materiales		X
Comentarios:		

## Anexo 5. Resultado de análisis bacteriológico de Agua. Pozo 1



Universidad Nacional de Ingeniería  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



### LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-MB-1706-0081-1	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN:		TELEFONO	
Martha Lisbeth Agurcia		Costado Sur del Parque de Rubenia, 1 cuadra arriba casa H23		22895778	
ATENCIÓN:		CARGO:		CELULAR	
Martha Lisbeth Agurcia		Consultora		88417323	
		EMAIL:			
		mbravomendoza@yahoo.com			
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:			
01/06/2017	01/06/2017	05/06/2017	05/06/2017	2783	Dos(2)
Fecha y Hora de Muestreo			31/05/2017 3:30pm		
Supervisor y muestreo de campo			Mirtha Violeta Bravo Mendoza		
Muestreado por			Mirtha Violeta Bravo Mendoza		
Fuente			Pozo 1		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Coordenadas			San Lucas Madriz		
Observaciones de Ubicación			NR		
Codificación PIENSA			LA-1706-0395		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		
			PUNTO DE MUESTREO 1		
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	2.7*10		
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	2.7*10		
			Norma CAPRE*		
			Neg		
			Rango o valor máximo permisible		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
<: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo  
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente

  
 Ph.D. Leandro Parame Aguirre  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005893

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

# Anexo 6. Resultado de análisis Físico - Químico de Agua. Pozo 1



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



## LABORATORIOS AMBIENTALES

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA				DIRECCIÓN		TELEFONO	
Martha Lisbeth Agurcia				Costado Sur Parque Rubenia 1c arriba, Casa H23		NR	
ATENCIÓN				CARGO		EMAIL	
Martha Lisbeth Agurcia				Consultor		mbravomendoza@yahoo.com	
INGRESO				INICIO DE ANALISIS		FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	
01/06/2017				05/06/2017		14/06/2017	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FINAL DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
				14/06/2017		2783	
Fecha y Hora de Muestreo				31/05/2017; 03:30 pm			
Muestreado por				Mirtha Bravo			
Supervisor de Muestreo en Campo				Mirtha Bravo			
Fuente				Pozo 1			
Tipo de muestra				Agua Subterránea			
Observaciones de Ubicación				San Lucas Madriz			
Coordenadas				NR			
Codificación PIENSA				LA-1706-0395			
METODO SM // EPA		ENSAYO REALIZADO PARAMETRO		Unidad		VALOR DE CONCENTRACION	
						PUNTO DE MUESTREO 1	
Visual	Aspecto		NE		Claro		NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno		pH		8.29		6,5 - 8,5**
2510-B	Conductividad Eléctrica		µS/cm		643.00		400**
2130-B	Turbiedad		NTU		0.044		5
2120-C	Color Verdadero		UC		< 1.00		15
2320-B	Alcalinidad		mg/L		303.80		NE
2320-B	Carbonatos		mg/L		< 0.10		NE
2320-B	Bicarbonatos		mg/L		303.80		NE
4500-B	Nitratos		mg/L		1.69		50
4500-B	Nitritos		mg/L		0.550		0,1
4500-D	Cloruros		mg/L		14.30		250
3500-B	Hierro Total		mg/L		0.010		0,3
4500-D	Sulfatos		mg/L		21.48		250
2340-C	Dureza total		mg/L		82.88		400**
2340-C	Dureza Calcica		mg/L		56.16		NE
3500-B	Calcio		mg/L		22.51		100**
3500-B	Magnesio		mg/L		6.49		50
3500-B	Manganeso		mg/L		< 0.02		0,5
3500-X	Sodio		mg/L		101.00		200
3500-C	Potasio		mg/L		2.56		10
4500-C	Fluor		mg/L		0.278		0,7
4500-C	Amonio		mg/L		0.55		0,5
4500-E	Cianuro		mg/L		0.003		0,05

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado

Los resultados reportados corresponden a los análisis solicitados por el cliente

PhD. Leandro Páramo  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005892

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517  
 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

# Anexo 7. Resultado de análisis de Arsénico. Pozo 1



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				MP1706-0064	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Martha Lisbeth Agurcia		Costado Sur del Parque de Rubenia 1c.arriba casa #23		2289-5778	
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	
Martha Lisbeth Agurcia		Consultor		mbravomendoza@yahoo.com	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
31/05/2017	01/06/2017	01/06/2017	15/06/2017	2783	Dos (2)
Fecha y Hora de Muestreo			31/05/2017; 03:30 pm		
Muestreado por			Mirtha Bravo		
Supervisor de Muestreo en Campo			Mirtha Bravo		
Fuente			Pozo N°1		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			San Lucas Madriz		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA -1706-0395		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1		Norma CAPRE*
GH	Arsénico	mg/l	<0.001		0.01
3112-B	Mercurio	mg/L	< 0.001		0.001

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta.

Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\*Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.

G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENIATOR

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente



Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el cual garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005890

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

## Anexo 7. Resultado de análisis bacteriológico. Pozo 2



Universidad Nacional de Ingeniería  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



### LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS					LA-MB-1706-0081-2
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN:		TELEFONO	
Martha Lisbeth Agurcia		Costado Sur del Parque de Rubenia, 1 cuadra arriba casa H23		22895778	
ATENCIÓN:		CARGO:	EMAIL:	CELULAR	
Martha Lisbeth Agurcia		Consultora	<a href="mailto:mbravomendoza@yahoo.com">mbravomendoza@yahoo.com</a>	88417323	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	05/06/2017	2783	Dos(2)
01/06/2017	01/06/2017	05/06/2017			
Fecha y Hora de Muestreo		31/05/2017 3:40pm			
Supervisor y muestreo de campo		Mirtha Violeta Bravo Mendoza			
Muestreado por		Mirtha Violeta Bravo Mendoza			
Fuente		Pozo 2			
Tipo de muestra		Agua Subterránea			
Coordenadas		San Lucas Madriz			
Observaciones de Ubicación		NR			
Codificación PIENSA		LA-1706-0396			
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		Norma CAPRE*
			PUNTO DE MUESTREO 2		
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	3.3*10		Neg
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	2.7*10		Neg

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente

  
 Ph.D. Leandro Paramo Aguilera  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UN

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005894

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

## Anexo 8. Resultado de análisis Físico – Químico. Pozo 2



Universidad Nacional de Ingeniería  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



### LABORATORIOS AMBIENTALES

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA				CERTIFICADO DE ENSAYOS		FQAN1706-0096	
Martha Lisbeth Agurcia				DIRECCIÓN		TELEFONO	
				Costado Sur Parque Rubenia 1c arriba, Casa H23		NR	
ATENCIÓN				CARGO		EMAIL	
Martha Lisbeth Agurcia				Consultor		mbravomendoza@yahoo.com	
						CELULAR	
						82391855	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS		CADENA CUSTODIA	
INGRESO		INICIO DE ANALISIS		FINAL DE ANALISIS		NUMERO DE MUESTRAS	
01/06/2017		05/06/2017		14/06/2017		2783	
Fecha y Hora de Muestreo				31/05/2017: 03:40 pm			
Muestreado por				Mirtha Bravo			
Supervisor de Muestreo en Campo				Mirtha Bravo			
Fuente				Pozo 2			
Tipo de muestra				Agua Subterránea			
Observaciones de Ubicación				San Lucas Madriz			
Coordenadas				NR			
Codificación PIENSA				LA-1706-0396			
METODO SM // EPA		ENSAYO REALIZADO PARAMETRO		Unidad		VALOR DE CONCENTRACION	
Visual		Aspecto		NE		PUNTO DE MUESTREO 2	
4500-B		Potencial de Hidrógeno		pH		7.86	
2510-B		Conductividad Eléctrica		µS/cm		1,451.00	
2130-B		Turbiedad		NTU		0.048	
2120-C		Color Verdadero		UC		< 1.00	
2320-B		Alcalinidad		mg/L		539.50	
2320-B		Carbonatos		mg/L		< 0.10	
2320-B		Bicarbonatos		mg/L		539.50	
4500-B		Nitratos		mg/L		2.19	
4500-B		Nitritos		mg/L		0.173	
4500-D		Cloruros		mg/L		53.50	
3500-B		Hierro Total		mg/L		0.015	
4500-D		Sulfatos		mg/L		168.10	
2340-C		Dureza total		mg/L		58.00	
2340-C		Dureza Calcica		mg/L		38.96	
3500-B		Calcio		mg/L		15.62	
3500-B		Magnesio		mg/L		4.63	
3500-B		Manganeso		mg/L		< 0.02	
3500-X		Sodio		mg/L		298.00	
3500-C		Potasio		mg/L		3.57	
4500-C		Fluor		mg/L		0.293	
4500-C		Amonio		mg/L		0.56	
4500-E		Cianuro		mg/L		0.001	

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
<: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.  
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency  
\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado.

Los resultados reportados corresponden a los datos suministrados por el cliente

PhD. Leandro Parra  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005888

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

## Anexo 9. Resultado de análisis de Arsénico. Pozo 2



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



### LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				MP1706-0064
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELEFONO
Martha Lisbeth Agurcia		Costado Sur del Parque de Rubenia 1c.arriba casa #23		2289-5778
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR
Martha Lisbeth Agurcia		Consultor	mbravomendoza@yahoo.com	8841-7323
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS		NUMERO DE MUESTRAS
31/05/2017	01/06/2017	01/06/2017	15/06/2017	2783
Fecha y Hora de Muestreo			31/05/2017: 03:40pm	
Muestreado por			Mirtha Bravo	
Supervisor de Muestreo en Campo			Mirtha Bravo	
Fuente			Pozo N°2	
Tipo de muestra			Agua Subterránea	
Observaciones de Ubicación			San Lucas Madriz	
Coordenadas			NR	
Codificación PIENSA			LA -1706-0396	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION	Norma CAPRE*
GH	Arsénico	mg/l	<0.001	0.01
3112-B	Mercurio	mg/L	< 0.001	0.001

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Limite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta.  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Metodos, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency  
 \*Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.  
 G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

Los resultados reportados corresponden a los servicios solicitados por el cliente

COORDINACION  
 P.B. Leandro Parameño Aguiar  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, al cual se garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0005891

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517  
 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

## Anexo 10. Resultado de análisis de Plaguicidas. Pozo n° 2



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
 Managua, Nicaragua



### LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS						MP1706-075
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA			DIRECCIÓN		TELEFONO	
Martha Lisbeth Agurcia			NR		NR	
ATENCIÓN			CARGO	EMAIL	CELULAR	
Martha Lisbeth Agurcia			NR	lagurcia@gmail.com	NR	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO						NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA		
15/06/2017	27/06/2017	27/06/2017	03/06/2017	2799		
Fecha y Hora de Muestreo			10/06/2017, 01:20 pm		Una (1)	
Muestreado por			Francisco Vásquez			Rango o valor máximo permisible
Supervisor de Muestreo en Campo			Lisbeth Agurcia			
Fuente			Pozo Sector N°4			
Tipo de muestra			Agua Subterránea			
Observaciones de Ubicación			San Lucas Madriz			
Coordenadas			NR			
Codificación PIENSA			LA -1706-0438			
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		Norma CAPRE*	
EPA 507,508**	Plaguicida Organoclorados'	mg/L	PUNTO DE MUESTREO 1		ND	
EPA 507,508**	Plaguicidas Organofosforados"	mg/L	ND		NE	
LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.						NE

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta.

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\*Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.

\*\*Cromatografía de Gases con Detector de Electrones y Detector Termoiónico.

ND": Es decir que no se encontró Plaguicidas Organofosforado por encima del límite de detección (LD) del método. LD < 3\*10<sup>6</sup>

ND": Es decir que no se encontró Plaguicidas Organoclorado por encima del límite de detección (LD) del método. LD < 2\*10<sup>6</sup>

Los resultados reportados corresponden a los análisis solicitados por el cliente

COORDINACIÓN  
 Ph.D. Leandro Páramo Aguilera  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0006014

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

# Anexo 11. Prueba de bombeo en pozo 1



## PERFORACION DE POZOS



Barrio linda vista. Segunda entrada 200 metros al oeste. Móvil: 86600127  
SOMOTO, MADRIZ. NICARAGUA. C.A

M.Sc. Fredy Octavio Obando Soriano  
REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA  
POZO # 1 San Lucas - Madriz

FECHA: 6 AL 8 de agosto de 2017 UNIDAD IMPULSORA: Equipo sumergible  
LOCALIDAD: Casco Urbano San Lucas, POZO No.: # 1 HORA INICIO: 1:09 pm

DIÁMETRO REVESTIMIENTO: 8 plg gas PVC SDR - 26  
DIÁMETRO ORIFICIO DESCARGA: 3" DIÁMETRO TUBO DESCARGA: 3"  
PROFUNDIDAD DEL POZO: 285 pie Profundidad a que fue instalada la bomba 200 pie  
NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 56 pie 17.01 Metros  
EQUIPO DE BOMBEO: 7.5 hp Energía monofásica 220 voltios

Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Q1 85 Descenso(m)	OBSERVACIONES			
01:09 p.m.	0	17.01	El agua salió clara durante toda la prueba.			
	1	20.00				
	2	22.00				
	3	25.00				
	4	29.07				
	5	29.07				
	6	29.07				
	7	29.07				
	8	29.07				
	9	29.07				
			RECUPERACIÓN			
			Tiempo (min)	S' (m) residual	s' (m)	Recuper. (m)
	10	29.07	1	34.49	17.48	17.48
	60	31.01	2	23.00	6.00	23.48
	120	33.01	3	20.00	3.99	27.47
	180	35.01	4	18.00	1.99	29.46
	240	35.01	5	18.00	2.00	31.46
	300	35.01	6	17.50	2.84	34.30
	360	35.01	7	17.20	0.19	34.49
	420	35.01				
	480	35.01				
	540	35.01				
	600	39.01				
	660	39.01				
	720	42.01				
	780	42.04				
	840	42.04				
	900	42.04				
	960	42.04				
	1020	43.00				
	1080	44.00				
	1140	45.00				
	1200	47.00				
	1260	48.00				
	1320	48.00				
	1380	51.00				
	1440	51.20				
	1560	51.50				
S'		34.49				

S' = Es el abatimiento.

FREDY O'BANDO SORIANO  
LIC. MTI N° 5344  
CONTRATISTA

## Anexo 12. Presupuesto de obras.

ESTIMACION DE COSTOS - PRESUPUESTO DE OBRAS							
SISTEMA DE AGUA POTABLE CASCO URBANO SAN LUCAS, MADRIZ							
		Factor Venta:	1.38	Factor Transporte:	1.0600		
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO		APORTE
					TOTAL	MATERIALES	COMUNIT.
<b>310</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>159,375.05</b>	<b>93,559.55</b>	<b>65,815.50</b>
<b>31001</b>	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M</b>	<b>4,387.70</b>	<b>15.00</b>	<b>65,815.50</b>	<b>0.00</b>	<b>65,815.50</b>
92224	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M2	4,387.70	15.00	65,815.50		65,815.50
<b>31002</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>	<b>M</b>	<b>3,108.77</b>	<b>25.00</b>	<b>77,719.25</b>	<b>77,719.25</b>	<b>0.00</b>
92806	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA)	M	3,108.77	25.00	77,719.25	77,719.25	
<b>31005</b>	<b>ROTULO</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>15,840.30</b>	<b>15,840.30</b>	<b>15,840.30</b>	<b>0.00</b>
04277	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	15,840.30	15,840.30	15,840.30	
<b>320</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>		<b>1,732.26</b>		<b>931,152.03</b>	<b>653,575.80</b>	<b>118,312.20</b>
<b>32001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M</b>	<b>1,925.26</b>	<b>118.08</b>	<b>227,326.23</b>	<b>0.00</b>	<b>118,312.20</b>
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	657.29	180.00	118,312.20		118,312.20
93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL MIXTO	M3	281.69	387.00	109,014.03	109,014.03	
<b>32019</b>	<b>TUBERIA DE 4" DE DIAMETRO</b>	<b>M</b>	<b>442.00</b>	<b>526.89</b>	<b>232,884.40</b>	<b>232,884.40</b>	<b>0.00</b>
92178	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	M	190.74	380.00	72,481.20	72,481.20	
	TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	251.26	320.00	80,403.20	80,403.20	
	QUITAR Y PONER ADOQUINES, RESTAURAR PAVIMENTO.	M2	200.00	400.00	80,000.00	80,000.00	
<b>32017</b>	<b>TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO</b>	<b>M</b>	<b>1,290.26</b>	<b>124.34</b>	<b>160,431.20</b>	<b>160,431.20</b>	<b>0.00</b>
92178	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	M	1,290.26	120.00	154,831.20	154,831.20	
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	14.00	400.00	5,600.00	5,600.00	
<b>32018</b>	<b>TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO</b>	<b>M</b>	<b>193.00</b>	<b>260.36</b>	<b>50,250.00</b>	<b>50,250.00</b>	<b>0.00</b>
	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	193.00	250.00	48,250.00	48,250.00	
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	5.00	400.00	2,000.00	2,000.00	
<b>32011</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M3</b>	<b>838.91</b>	<b>220.00</b>	<b>184,560.20</b>	<b>184,560.20</b>	<b>0.00</b>
92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	838.91	220.00	184,560.20	184,560.20	
<b>32023</b>	<b>PRUEBA HIDROSTATICA</b>	<b>M</b>	<b>1,925.26</b>	<b>9.35</b>	<b>18,000.00</b>	<b>18,000.00</b>	<b>0.00</b>
93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA DE PVC Diám.=HASTA 4". L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE.	C/U	6.00	3,000.00	18,000.00	18,000.00	
<b>33025</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	<b>C/U</b>	<b>5.00</b>	<b>11,540.00</b>	<b>57,700.00</b>	<b>57,700.00</b>	<b>0.00</b>
03619	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 4" (INCL. TUBERIA DE HIERRO GALV Y 2 BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	
03631	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 2" (INCL. 1M TUBERIA DE HIERRO GALV Y 4 BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	11,000.00	11,000.00	11,000.00	
94311	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE Ho. Fo. Diám. = 1/2"+ABRAZADERA DE HIERRO GALV+UNION DE BRONCE.	C/U	2.00	8,000.00	16,000.00	16,000.00	
92757	VALVULA DE AIRE DE Ho. Fo. Diám. = 3/4" (ROSCA MACHO) + CAJA DE CONCRETO + ABRAZADERA DE ROSCA RECT.	C/U	1.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 6"	C/U	5.00	700.00	700.00	700.00	
<b>330</b>	<b>RED DE DISTRIBUCION</b>		<b>1,183.51</b>		<b>712,858.72</b>	<b>723,394.01</b>	<b>98,535.60</b>
<b>33001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M</b>	<b>1,183.51</b>	<b>83.26</b>	<b>98,535.60</b>	<b>0.00</b>	<b>98,535.60</b>
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	547.42	180.00	98,535.60		98,535.60
<b>33015</b>	<b>TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO</b>	<b>M</b>	<b>1,141.14</b>	<b>202.57</b>	<b>231,159.72</b>	<b>231,159.72</b>	<b>0.00</b>
96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	1,054.14	110.00	115,955.40	115,955.40	
92178	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	M	87.00	120.00	10,440.00	10,440.00	
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	30.00	400.00	12,000.00	12,000.00	
	MEJORAS EN LA RED DE DISTRIBUCION EXISTENTE. REEMPLAZO ACCESORIOS VARIOS	GLB	1.00	92,764.32	92,764.32	92,764.32	
	<b>TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO</b>	<b>M</b>	<b>42.37</b>	<b>250.00</b>	<b>10,592.50</b>	<b>119,663.40</b>	<b>0.00</b>
	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	M	42.37	250.00	10,592.50	10,592.50	
<b>33009</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M3</b>	<b>495.78</b>	<b>220.00</b>	<b>109,070.90</b>	<b>109,070.90</b>	<b>0.00</b>
92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	495.78	220.00	109,070.90	109,070.90	
<b>33022</b>	<b>PRUEBA HIDROSTATICA</b>	<b>M</b>	<b>1,141.14</b>	<b>10.52</b>	<b>12,000.00</b>	<b>12,000.00</b>	<b>0.00</b>
93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA DE PVC Diám.=HASTA 4". L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE.	C/U	4.00	3,000.00	12,000.00	12,000.00	
<b>33023</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS.</b>	<b>C/U</b>	<b>35.00</b>	<b>7,185.71</b>	<b>251,500.00</b>	<b>251,500.00</b>	<b>0.00</b>
95558	REEMPLAZO DE VALVULAS (O LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO DIAM= 2" EXTREMOS BRIDADOS INC ACCESORIOS	C/U	6.00	6,000.00	36,000.00	36,000.00	
96061	REEMPLAZO DE VALVULAS (O LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO DIAM= 3" INC ACCESORIOS	C/U	2.00	7,500.00	15,000.00	15,000.00	
02269	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 2" (INCL. 1m TUBERIA DE HIERRO GALVAN Y 4 BLOQUES DE REACCION)	C/U	4.00	8,000.00	32,000.00	32,000.00	
	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 3" (INCL. 1m TUBERIA DE HIERRO GALVAN Y 4 BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	
95558	VALVULAS (O LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO DIAM= 2" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	22.00	6,000.00	132,000.00	132,000.00	
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 6"	C/U	35.00	700.00	24,500.00	24,500.00	

## Anexo 12. Presupuesto de obras.

<b>335</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO CONCRETO 21,100 GALONES</b>				<b>989,227.28</b>	<b>905,045.68</b>	<b>48,468.97</b>
<b>33501</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>M3</b>	<b>104.04</b>	<b>332.72</b>	<b>34,615.91</b>	<b>34,615.91</b>	<b>0.00</b>
92021	NIVELETA DOBLE	C/U	4.00	64.18	256.71	256.71	
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	65.00	180.00	11,700.00	11,700.00	
96129	RELLENO MANUAL DE MATERIAL SELECTO DEBAJO DE FUNDACIONES (INCL. COSTO)	M3	80.00	283.24	22,659.20	22,659.20	
<b>33502</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>M3</b>	<b>21,100.00</b>	<b>28.98</b>	<b>611,474.46</b>	<b>611,474.46</b>	
92160	PIQUETEADO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M2	138.88	28.67	3,981.97	3,981.97	
92140	REPELLO CORRIENTE	M2	138.88	106.12	14,737.64	14,737.64	
92141	FINO CORRIENTE	M2	138.88	88.13	12,240.06	12,240.06	
93411	PINTURA EPOXICA SOBRE PAREDES (TANQUES DE AGUA POTABLE)	M2	138.88	381.74	53,016.05	53,016.05	
93506	PASCON DE CEDAZO DE ALAMBRE DE ALUMINIO Diám.=4" CONTRAMOSQUITOS	C/U	1.00	84.45	84.45	84.45	
04917	PELDAÑO DE VARILLA DE HIERRO CORRUGADO GRADO 40, Diám.=3/4", Ancho de peldaño=0.20m, Desarrollo=0.80m	C/U	8.00	109.87	878.93	878.93	
05056	TAPA DE CONCRETO DE 3000 PSI, REF. #3@0.10m EN A/D DE 0.80m x 0.80m, Esp.=0.05m (INCL. REPELLO CORRIENTE)	C/U	1.00	533.31	533.31	533.31	
93070	ANDEN DE CONCRETO (CON MEZCLADORA) SIN REF. Espesor=0.10m	M2	45.50	428.10	19,478.45	19,478.45	
92008	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO COMPRA DE PIEDRA BOLON)	M3	58.90	1,968.99	115,973.78	115,973.78	
95518	FORMALETA PARA LOSA AEREA @ Alt.=2.40m (INCL. BARULES DE 4" x 4")	M2	38.44	453.44	17,430.11	17,430.11	
92371	FORMALETA PARA MUROS	M2	62.00	197.86	12,267.18	12,267.18	
92027	FORMALETA PARA VIGA ASISMICA DE 2 CARAS DE 0.20m	M	29.12	216.22	6,296.33	6,296.33	
95110	CONCRETO DE 4,000 PSI (CON MEZCLADORA) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	36.11	4,215.29	152,232.21	152,232.21	
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	36.11	290.30	10,484.13	10,484.13	
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4	LBS	7,694.63	23.80	183,112.27	183,112.27	
96614	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	M	6.00	1,095.88	6,575.28	6,575.28	
93852	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 4" X 90°	CU	2.00	1,076.17	2,152.34	2,152.34	
<b>33507</b>	<b>OTRO TIPO DE OBRAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>123,093.62</b>	<b>123,093.62</b>	<b>123,093.62</b>	
04239	CANAL DE DRENAJE PLUVIAL RECT. DE CONCRETO DE 2000 PSI SIN REF. Ancho=0.40m, Alt.=0.40m CON REJILLA DE VARILLAS DE HIERRO	M	43.00	1,300.00	55,900.00	55,900.00	
03028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=4" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	M	6.00	1,365.60	8,193.62	8,193.62	
03619	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 4" (INCL. TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO Y 2 BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	
02272	VALVULA DE COMPUERTA HIERRO FUNDIDO Diám. = 4" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	
	VALVULA DE COMPUERTA HIERRO FUNDIDO Diám. = 3" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1.00	8,500.00	8,500.00	8,500.00	
03070	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. +CONCRETO DE 3000 PSI DE 1.00 m x 1.00 m, H=0.45 m	C/U	5.00	3,500.00	17,500.00	17,500.00	
<b>33508</b>	<b>CONSTRUCCION DE TERRAZA</b>	<b>M3</b>	<b>572.24</b>	<b>263.21</b>	<b>150,617.89</b>	<b>66,436.29</b>	<b>48,468.97</b>
92227	CORTE MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	400.57	121.00	48,468.97	48,468.97	
93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL MIXTO	M3	171.67	387.00	66,436.29	66,436.29	
	CORTE Y RELLENO COMPENSADO	M3	35.00	237.00	8,295.00	8,295.00	
93278	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	M3	35.00	283.24	27,417.63	27,417.63	
<b>33509</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>M</b>	<b>54.00</b>	<b>359.73</b>	<b>19,425.39</b>	<b>19,425.39</b>	
92066	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 10 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA A CADA 2.50 m	M	54.00	275.38	14,870.27	14,870.27	
03544	PORTON DE MADERA (ROJA) MACHIMBRADA, CON MARCO DE MADERA ROJA + BISAGRAS	C.U	1.00	4,555.12	4,555.12	4,555.12	
	<b>OBRAS DE REHABILITACION EN TANQUES</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>50,000.00</b>	<b>50,000.00</b>	<b>50,000.00</b>	
	REHABILITACION DE TANQUE DE 15,000 GALONES	GLB	1.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	
	REHABILITACION DE TANQUE DE 10,000 GALONES	GLB	1.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	

## Anexo 12. Presupuesto de obras.

<b>340</b>	<b>FUENTE Y OBRAS DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>4,041,017.59</b>	<b>4,041,017.59</b>	<b>2,225,207.16</b>	
<b>1</b>	<b>OBRAS POZO SECTOR 5</b>				<b>2,297,111.09</b>	<b>481,300.66</b>	
<b>1.1</b>	<b>CONSTRUCCION DE POZO SECTOR 5</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>	<b>1,402,879.98</b>	<b>1,402,879.98</b>	<b>1,402,879.98</b>	
	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 20 HP, Q=90 GPM, 1/60/230	C/U	1.00	349,779.98	349,779.98	349,779.98	
	SARTA DE DESCARGA DE Ho. Go. + Ho. Fo. + VALVULAS Diám. = 3"	C/U	1.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	
	PERFORACION DE POZO CON MAQUINA ROTATIVA Diám.=12" CON ADEME DE TUBERIA PVC 8"	PIE	350.00	2,666.00	933,100.00	933,100.00	
<b>1.2</b>	<b>OTRAS OBRAS</b>				<b>606,037.38</b>	<b>481,300.66</b>	
<b>1.2.2</b>	<b>INSTALACIONES ELETRICAS</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>317,843.65</b>	<b>317,843.65</b>	<b>79,649.92</b>	
	<b>BAJA TENSION</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>29,649.92</b>	<b>29,649.92</b>	<b>29,649.92</b>	
	ILUMINACION	C/U	4.00	1,932.74	7,730.96	7,730.96	
	TOMACORRIENTE	C/U	2.00	111.42	222.84	222.84	
	CANALIZACION Y ALAMBRADOS	GBL	1.00	17,076.64	17,076.64	17,076.64	
	CENTRO DE CONTROL Y DISTRIBUCION (PG)	GBL	1.00	4,619.48	4,619.48	4,619.48	
	<b>MEDIA TENSION</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>288,193.73</b>	<b>288,193.73</b>	<b>50,000.00</b>	
04275	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA +CUBIERTA TECHO ZINC,A= 3.95 mx2.85m P/CLORACION Y CONTROLES ELECTRI	C/U	1.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
<b>2</b>	<b>OBRAS POZO SECTOR 4</b>				<b>1,733,141.77</b>	<b>1,733,141.77</b>	
<b>2.1</b>	<b>EQUIPAMIENTO POZO SECTOR 4</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>390,886.00</b>	<b>390,886.00</b>	<b>390,886.00</b>	
	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 7.5 HP, Q=25 GPM, 1/60/230	C/U	1.00	300,886.00	300,886.00	300,886.00	
04273	SARTA DE DESCARGA DE Ho. Go. + Ho. Fo. + VALVULAS Diám. = 2"	C/U	1.00	90,000.00	90,000.00	90,000.00	
<b>2.2</b>	<b>INSTALACIONES ELETRICAS</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>		<b>1,342,255.77</b>	<b>1,342,255.77</b>	
	<b>BAJA TENSION</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>402,214.03</b>	<b>402,214.03</b>	<b>402,214.03</b>	
	ILUMINACION	C/U	3.00	1,025.98	3,077.94	3,077.94	
	TOMACORRIENTE	C/U	2.00	262.00	524.00	524.00	
	CANALIZACION Y ALAMBRADOS	GBL	1.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	
	CENTRO DE CONTROL Y DISTRIBUCION (PG)	GBL	1.00	173,394.00	173,394.00	173,394.00	
	ILUMINACION EXTERIOR	GBL	1.00	39,218.09	39,218.09	39,218.09	
04275	CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA +CUBIERTA TECHO ZINC,A= 3.95 mx2.85m P/CLORACION Y CONTROLES ELECTRI	C/U	1.00	150,000.00	150,000.00	150,000.00	
	<b>MEDIA TENSION</b>	<b>GBL</b>	<b>1.00</b>	<b>940,041.74</b>	<b>940,041.74</b>	<b>940,041.74</b>	
	POSTES. TRANSFORMADOR Y ESTRUCTURAS ELECTRICAS	GBL	1.00	940,041.74	940,041.74	940,041.74	
<b>3</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>C.U</b>	<b>2.00</b>	<b>5,382.37</b>	<b>10,764.74</b>	<b>10,764.74</b>	
92066	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA A CADA 2.50 m	M	40.00	155.24	6,209.62	6,209.62	
03544	PORTON DE MADERA (ROJA) MACHIMBRADA , CON MARCO DE MADERA ROJA + BISAGRAS	C.U	1	4,555.12	4,555.12	4,555.12	
<b>350</b>	<b>CONEXIONES</b>				<b>860,826.39</b>	<b>860,826.39</b>	<b>0.00</b>
<b>35001</b>	<b>CONEXIONES INTRADOMICILIARES</b>	<b>C/U</b>	<b>387.00</b>	<b>2,224.36</b>	<b>860,826.39</b>	<b>860,826.39</b>	
03931	CONEXION DOMICILIAR DE PATIO CON TUBO DE PVC Diám.= ½" (SDR-13.5) (NO INCLUYE MEDIDOR) (INCL. EXC	C/U	151.00	700.00	105,700.00	105,700.00	
	REPARAR CONEXIÓN DOMICLIAR	C/U	236.00	500.00	118,000.00	118,000.00	
92978	MEDIDOR DOMICILIAR DE AGUA POTABLE Diám.=½" (CON CAJA DE CONCRETO Y TAPA Y ARO DE Ho. Fo.)	C/U	387.00	1,646.32	637,126.39	637,126.39	
<b>365</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENION DE ACCIDENTES</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>94,500.00</b>	<b>94,500.00</b>	<b>94,500.00</b>	
36501	MURO DE CONTENCIÓN DE CONTENCIÓN D CONCRETO CICLOPEO	M3	27.00	3,500.00	94,500.00	94,500.00	
<b>370</b>	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>78,627.58</b>	<b>78,627.58</b>	<b>39,313.79</b>	<b>39,313.79</b>
<b>37001</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>78,627.58</b>	<b>78,627.58</b>	<b>39,313.79</b>	<b>39,313.79</b>
92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	4,387.70	17.92	78,627.58	39,313.79	39,313.79
<b>1</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>7,867,584.64</b>		
<b>2</b>	<b>COSTOS DIRECTOS DE MATERIALES</b>					<b>5,595,422.39</b>	
<b>3</b>	<b>OPORTE DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>						<b>370,446.06</b>
<b>4</b>	<b>MONTO DE MATERIALES</b>					<b>5,595,422.39</b>	
<b>5</b>	<b>MONTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES</b>	<b>TRANSPOR</b>	<b>1.0600</b>		<b>C\$ 268,580.27</b>		
<b>6</b>	<b>COSTOS DIRECTOS Y TRANSPORTE</b>				<b>C\$ 8,136,164.92</b>		
<b>7</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>0.200</b>		<b>C\$ 1,627,232.98</b>		
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>C\$ 10,031,978.18</b>		
<b>8</b>	<b>IMPUESTOS</b>		<b>0.15</b>		<b>C\$ 1,504,796.73</b>		
<b>9</b>	<b>PRECIO TOTAL DE VENTA</b>				<b>C\$ 11,268,194.63</b>		

Tabla 33: Cronograma de ejecución del proyecto.

CRONOGRAMA DE EJECUCION PROPUESTO.																										
SISTEMA DE AGUA POTABLE CASCO URBANO SAN LUCAS, MADRIZ																										
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	CRONOGRAMA DE EJECUCION																						
				TIEMPO PROPUESTO 150 DIAS=5 MESES=22 SEMANAS																						
				MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<b>310</b>	<b>PRELIMINARES</b>																									
<b>31001</b>	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M</b>	<b>4,387.70</b>																							
92224	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M2	4,387.70																							
<b>31002</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>	<b>M</b>	<b>3,108.77</b>																							
92806	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA)	M	3,108.77																							
<b>31005</b>	<b>ROTULO</b>	<b>C/U</b>	<b>1.00</b>																							
04277	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00																							
<b>320</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>		<b>1,732.26</b>																							
<b>32001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M</b>	<b>1,925.26</b>																							
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	657.29																							
93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL MIXTO	M3	281.69																							







## **Anexo 13. Especificaciones técnicas.**

### **Especificaciones técnicas generales:**

Estas especificaciones técnicas son generales y se refieren a todos los aspectos de la construcción, en el caso que algún tipo de actividad no esté incluida en estas especificaciones, es deber del contratista hacer la obra de manera técnicamente correcta y sin ninguna mala intención, es decir no debe valerse del hecho que no esté incluida en las especificaciones.

Se recomienda a todos los contratistas, que visiten los proyectos antes de participar en las licitaciones. El contratista debe incluir todos los costos que sean necesarios, sin omitir ninguna actividad, para evitar que sus costos presenten errores y sean los más correctos.

Asimismo se consideraran como especificaciones técnicas generales, las especificaciones ambientales generales.

### **Notas generales a las especificaciones técnicas.**

1.- Cada contratista antes de presentar su oferta, tiene la obligación de visitar el sitio y lugar del proyecto, para considerar todos los factores que influyan tanto en los costos, como en la calidad de las obras. Una vez abiertas las ofertas deben estar solventadas todo tipo de dificultades.

2.- Toda contratista considerara las especificaciones que competan a cada proyecto específico, ya que estas abarcan a la generalidad de los proyectos.

3.- En caso de que existan contradicciones en los planos y especificaciones técnicas, el Ingeniero supervisor decidirá tal incongruencia, dejando por escrito en el libro de Bitácora del proyecto, la solución correcta. El contratista debe

solicitar por escrito tal decisión antes de empezar cualquier actividad, ya que, si ocurre en obra defectuosas, que castiguen la calidad y seguridad estructural y se compruebe mal intención de su parte, será responsabilidad suya demoler y construir sin costo adicional para el dueño.

4.- En vista que se requiere la generación de empleados; no tratamos de maltratar las utilidades de los contratistas, por lo que esperamos que estos no maltraten la calidad de las obras, ni los ingresos de los obreros, por lo que tanto: especificaciones técnicas, planos y bitácora tienen el mismo peso, el punto 3 aclara toda contradicción.

5.- Todos los materiales sobrantes (producidos como escombros) capaces de ser reutilizados, en otro tipo de obra, no son propiedad del contratista, los que tienen que disponer de estos, son las entidades dueñas de la obra, o sea las entidades que administren la obra una vez concluida.

Cabe aclarar que este acápite se refiere solo a los materiales que fueron quitados de las estructuras existentes, no a los materiales nuevos que los contratistas adquieren en el comercio para construir y reparar las infraestructuras.

El contratista no tomará ventaja con cualquier contradicción que hubiere en los planos y en las especificaciones, en este caso el supervisor decidirá la manera más técnica de resolver el caso a favor de la buena ejecución de la obra.

**Limitaciones de trabajo:**

El supervisor hará entrega oficial al contratista del sitio donde se efectuará la obra, motivo del contrato, y lo dejará asentado en el libro de bitácora y a partir de esa fecha empieza a contarse el tiempo calendario de ejecución de la obra. según sea el proyecto proveerá el derecho de vía o servidumbre necesario para el trabajo especificado, el contratista no entrará ni ocupará con personal, herramientas o materiales ninguna propiedad privada fuera del derecho de vía sin el consentimiento del propietario. Se entiende que el derecho de vía aquí referido significa solamente permiso de usar o pasar a través de cierto local o espacios de calles, carreteras o a través de propiedades públicas o privadas, en las cuales el contratista va a llevar a efecto el trabajo.

**Documentos de contrato:**

Forman parte del contrato los siguientes documentos: planos (que incluyen detalles, estructurales, arquitectónicos, eléctricos e hidra sanitarios, esquemas de obras exteriores, mobiliario, pupitres, así como toda adenda que se refiera al sistema constructivo). especificaciones técnicas: Estas complementan lo indicado en los planos.

El libro de bitácora: se indicará el registro pormenorizado de las actividades que se ejecutan en el proyecto, indicándose lo relativo a toda actividad que no esté clara en los planos y especificaciones. Así como el registro de visitas de la supervisión, cambios o aclaraciones solicitados por el contratista. Las consideraciones generales. Todas las aclaraciones hechas a las preguntas que hacen los contratistas, para presentar su oferta en las licitaciones.

### **Protección y reemplazo de estructuras:**

Los planos muestran ciertas estructuras subterráneas, tuberías y cables que se supone existen en el área de trabajo, la localización de las cuales puede variar algo de lo indicado. Particularmente se informa al contratista de que pueden existir tubos o estructuras subterráneas y tuberías cruzadas que no figuran en los planos y que la responsabilidad del contratista es proceder con cautela en la ejecución del trabajo a fin de prevenir daños a dichas estructuras o tuberías. El contratista será responsable por todos los daños que ocasione a todas las tuberías y cables existentes, pavimentos, aceras y estructuras sobre o bajo tierra, sea que estén o no indicadas en los planos del contrato; además deberá por su cuenta asumir los gastos de protección de las mismas o repararlas y/o reemplazarlas si estas son dañadas.

### **Protección de la propiedad pública y privada:**

El contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras sobre o bajo la tierra y para proteger y preservar la propiedad dentro y adyacente al trabajo. Todo daño causado a terceros e infraestructuras que sea ocasionado por el contratista cuando efectúa los trabajos correrán por cuenta de él. Para evitar estos daños, debe prevenirlos con señales adecuadas, en zanjaos con señales luminosas (sean con iluminación mecánica o mechones) estas se encenderán cuando no haya personal trabajando, y cuando no haya visibilidad por oscuridad apangándolas cuando se inicien los trabajos o cuando sea de día.

Además, pondrán señales de prevención con rótulos y letreros que indiquen que hay obreros trabajando. En el caso de la construcción sean edificios se protegerán con cercas provisionales los frentes de las aéreas de los predios, para protección de los peatones que transiten por el lugar. Estas cercas deben de construirse antes de empezar los trabajos y dar seguridad tanto a los

obreros como a los peatones.

### **Facilidades para tránsito de vehículos y peatones:**

Los trabajos se realizarán con la menor interrupción posible del tráfico. Antes de empezar los trabajos en las calles el contratista deberá obtener de la oficina nacional del tránsito y del ministerio del distrito nacional el permiso correspondiente para trabajar en las calles y mantener el tráfico abierto a los vehículos. Las alcantarillas ubicadas en calles pavimentadas no serán construidas hasta que el contratista haya presentado y recibido aprobación del Ingeniero supervisor, por escrito, del programa de trabajo que indicará la fecha de comienzo y terminación de la construcción de las alcantarillas. Dicho programa incluirá el tiempo estimado para la excavación, preparación del lecho, colocación del tubo principal y accesorios, conexiones domiciliarias, pruebas, relleno, compactación y reparación del pavimento. El Ingeniero supervisor dará su aprobación o rechazo (si en su opinión el tiempo asignado es excesivamente largo) del programa de trabajo dentro de un periodo máximo de tres días después de haber recibido los documentos del contratista. Toda la basura esparcida por los camiones del contratista a su paso sobre los pavimentos existentes o que de cualquier otra manera ha sido depositada sobre los mismos, deberá ser retirada por el contratista cuando en la opinión del ingeniero supervisor la acumulación es suficiente para causar la formación de lodo, polvo, interferencia con el tráfico o para convertirse en un peligro para el tráfico. El contratista deberá construir y mantener, sin costo adicional, puentes adecuados y seguros sobre las excavaciones, en los sitios donde se considere necesario o sea ordenado por el ingeniero, con el propósito de facilitar el tráfico de peatones o vehículos. Todas las estructuras temporales construidas con este propósito deberán ser removidas al terminar el trabajo, a menos que el ingeniero lo especifique de otra manera, y todo daño causado a la propiedad pública o privada deberá ser reparado por el contratista.

### **Barricadas, avisos preventivos y luces:**

El contratista deberá proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuadas en todos los cierres e intersecciones ya lo largo de todos los desvíos, dirigiendo el tráfico alrededor de los tramos cerrados de carretera, de manera que las rutas temporales de desvío estén claramente señaladas a través de toda su longitud. Todas las barricadas deberán estar provistas de luces espaciadas a distancias no mayores de dos metros no debiendo usarse menos de tres (3) luces. En los sitios donde cambien las líneas de tráfico, las barricadas deberán tener luces adicionales que señalen sus extremos finales. Las obstrucciones tales como materiales almacenados equipo y excavaciones deberán ser señaladas con no menos de dos (2) luces que deberán estar espaciadas a distancias no mayores de 1.5 metros. Las luces deberán ser visibles a no menos de 150 metros en todas las direcciones de tráfico y deberán estar colocadas no menos de 0.60 metros por encima de la carretera adyacente abierta al tráfico. Las luces podrán ser de batería o combustible, resistentes al viento y la lluvia, aprobadas por el ingeniero. Todas las luces deberán permanecer encendidas desde media hora antes de la puesta del sol, hasta media hora después de la salida del mismo. Los vigilantes deberán efectuar el patrullaje que sea requerido y deberán reemplazar las luces que hagan falta.

Ninguna vía pública podrá ser cerrada sin el consentimiento por escrito de la autoridad competente.

### **Materiales, equipo y herramientas a suministrar.**

Todos los materiales y equipos requeridos para los trabajos comprendidos por este contrato serán suministrados por cuenta del contratista. Así como los equipos y herramientas que se necesiten para la completa ejecución de la obra, salvo que se indique que material será suministrado por terceros, los que

serán puestos en la obra cuando el contratista lo requiera, avisando con 15 días de anticipación, en caso que el material u otro accesorio atrase la obra se le tiene que dar prorroga de tiempo al contratista.

**Prioridad del trabajo:**

El dueño se reserva el derecho de establecer la secuencia o prioridad del trabajo de construcción en los diferentes capítulos contemplados en el presente contrato y el contratista deberá dar prioridad a los requerimientos específicos del dueño, siempre y cuando no atrase la obra ni en tiempo contra actual del contratista.

**Limpieza periódica:**

A medida que el trabajo progresa, el contratista deberá quitar del lugar del trabajo toda clase de desperdicios y materiales sobrantes con la finalidad de mantener el área limpia y en condiciones originales. En dicha limpieza el contratista dará prioridad a los requerimientos que el supervisor decida. Al hacer la limpieza y haya que botar materiales de desecho estos se tienen que botar en los botaderos municipales, siempre y cuando no queden en la orilla de caminos y carreteras, en este caso el lugar lo decidirá el supervisor tomando el consentimiento de la alcaldía municipal.

**Rótulo:**

El contratista deberá erigir en el lugar de trabajo un rótulo según detalles constructivos de planos, los mismos serán nítidamente construido, pintado, estos deberán estar colocados en las construcciones horizontales uno en cada extremo del proyecto, en las construcciones verticales serán colocados donde lo indique el ingeniero supervisor.

## **Condiciones generales.**

- A. Modo de manejo. El manejo de los materiales y almacenamiento debe efectuarse en tal forma que se les prevenga de toda mancha, daños, deterioros y mezcla con materias extrañas. Los materiales que vengan en sus empaques originales, deben ser guardados en ellos sin abrirlos, cualquier violación a este respecto podrá causar el rechazo de los materiales.
- B. Coordinación. Sera responsabilidad de esta división la debida coordinación de los trabajos de mampostería con el de las otras artes tal como se expresa en las divisiones de plomería, electricidad, aire acondicionado, ventanales, puertas, cielos, etc.
- C. Toda mención hecha en estas especificaciones o indicada en los planos obliga al 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 complementarios necesarios para la terminación de la obra.
- D. Los documentos del contrato, que incluyen planos y especificaciones, son complementarios los unos con los otros, de modo que lo dicho en uno se entenderá como dicho en todos. Si se detectan contradicciones en los documentos se tendrá presente que las especificaciones no son excluyentes con los planos sin que prevalezca uno sobre el otro, debe prevalecer la manera técnica de concluir la obra, en estos casos el supervisor indicará en la bitácora, como debe de construirse la obra, los dibujos a escala mayor prevalecen sobre los dibujos a escala menor y las dimensiones en cifras sobre las dimensiones a escala. Si la contradicción fuere de orden mayor, deberá ser consultado al diseñador por medio del supervisor para la debida aclaración. Para lo que el dueño se encargará de solucionar este caso en un plazo no mayor de 10 días.
- E. Trabajo requerido: El trabajo consiste en la preparación del sitio, excavación, relleno, terraplén, nivelación, como esta descrito en las

especificaciones o indicado en los planos o razonablemente implicado en ellos.

- F. Se removerán también del sitio de la obra todas las piedras y a cualquier obstáculo que pueda resultar para los trabajos de construcción. El contratista tomara todas las precauciones necesarias para no causar daño a terceros en la remoción de escombros u otros materiales de esta naturaleza del terreno, árboles y arbustos localizados en el área de construcción deberán ser derribados, se extraerán troncos y raíces y serán rellenados los huecos, escarbar o raspar a fin de quitar la maleza, raíces, grama suelta, capa vegetal en general.
- G. Elevaciones. Los planos indican las elevaciones del terreno existente y elevaciones finales requeridas. Cualquier excavación, relleno o nivelación adicional requeridos para la completa terminación del trabajo será efectuado por el contratista sin ningún recargo extra.
- H. Banco de Nivel: El contratista levantará todos los bancos de nivel, puntos de coordinación y estacas, las cuales deben ser preservados y mantenidas por cuenta del contratista; hasta que el supervisor crea conveniente mantenerlos.
- I. Responsabilidad por el terreno: El contratista tiene la obligación de examinar los planos, estudios geológicos y de suelos, efectuados en el sitio de la obra y asumir completa responsabilidad en el uso y disponibilidad del suelo desde el punto de vista constructivo.
- J. Trazado de la obra. El contratista comprobará las medidas indicadas en los planos, localizando la construcción con precisión en el sitio, de acuerdo con los documentos del contrato. Niveletas y estacas de nivelación permanecerán en su posición hasta que todas las esquinas y alturas de la edificación hayan sido establecidas permanentemente. El contratista será responsable de proteger de daños todas las líneas, niveles y puntos de referencia y si se destruyen deberán ser reparados y repuestos por su cuenta. Se notificará a el supervisor, cuando el trazo este sustancialmente terminado y se procederá a la construcción hasta que haya sido aprobado.

- K. Nivelación: Toda la edificación se proyecta a un solo nivel interior; por tanto, una vez ubicado el proyecto, se asumirá el nivel promedio entre lados opuestos del área de construcción y se procederá a recortar el terreno alto y rellenar el terreno bajo en capas de 20 cm, compactadas hasta superar o igualar el grado 90% próctor.
- L. La nivelación se extenderá alrededor de la construcción un ancho mínimo de 1 m. La diferencia entre el nivel de piso interior y el nivel del terreno circundante no podrá ser mayor de 10 cm. Los taludes formarán con los horizontales ángulos no mayores de 45 grados. El contratista no tomará ventaja de cualquier contradicción que exista en los planos y las especificaciones, en este caso el supervisor dará por escrito en el libro de bitácora la solución más técnica y adecuada para la ejecución de la obra.

### **Certificados.**

Envío de las muestras. El contratista someterá al supervisor en triplicado un certificado describiendo cada muestra sometida para su aprobación, certificando que el material, equipo o accesorio llena los requisitos del contrato. El certificado deberá incluir la siguiente información: 1.- Nombre y marca del producto y del fabricante. 2.- Descripción de propiedades químicas y físicas del material y nombre del laboratorio o autoridad donde se obtuvo el dato. 3.- Fecha de la prueba. Si la declaración es original del fabricante, el contratista endosará a su nombre todo reclamo y someterá la declaración bajo su propio nombre.

### **Aprobación de materiales.**

Todo material, equipo, métodos y accesorios que fueren parte del trabajo quedaran sujetos a la aprobación o desaprobación del supervisor. El supervisor tiene la opción de requerir pruebas de Laboratorio de muestras sometidas para su aprobación o a su discreción, aprobar materiales basándose en el dato y

muestras sometidas. La aprobación de cualquier material o producto no constituirá renuncia del derecho del supervisor para demandar el completo incumplimiento de los requisitos del contrato. La aprobación de una muestra se entiende que es solamente su característica y no deberá interpretarse como cambio o modificación a los requisitos del contrato. No se enviará material alguno al trabajo hasta que las muestras representativas del hayan sido aprobadas por escrito por el supervisor.

### **Rechazo de materiales.**

Falla en las muestras será suficiente causa para que se rehúse considerar cualquier otra muestra del mismo manufacturero cuyos materiales hayan fallado, en caso que los materiales, equipos o accesorios que han sido rechazados por el supervisor se incorporen en la obra, el supervisor tendrá derecho de ordenar que se remuevan y se repongan por otros aprobados o demandar al contratista todas las reparaciones que crea conveniente. Los materiales que no cumplan con las especificaciones en cuanto a la resistencia, esfuerzos y otros como dimensiones y calidad, será desechados de la obra en caso que hayan sido integrados a la obra, esta será demolida asumiendo los nuevos costos el contratista.

### **Forma para someter muestras.**

Si no se indicará en otra forma el contratista someterá al supervisor dos muestras de cada material, con un Certificado firmado y sellado por el contratista. El contratista pagará todo gasto de transporte. Las muestras deberán presentarse debidamente marcadas, indicando claramente el nombre de productos, lugar de origen, nombre del manufacturero, nombre del contratista y nombre del proyecto. El material cuyas muestras sean así presentadas, si son satisfactorias, podrá ser incorporado en el trabajo del contratista.

### **Cambios en las especificaciones.**

Todo lo aquí indicado en las especificaciones técnicas, y los contratistas cambien o por cualquier error involuntario, o mal intención de estos, serán objetos de paralizar las obras por el Ingeniero supervisor, corregir las obras siguiendo las especificaciones, sin costo alguno para el dueño, así como obra adicional que el error del contratista cauce. Todo el costo que incurra correrá por cuenta del contratista.

### **Materiales no especificados por marca o similitud.**

Deberán ser de primera calidad y acompañados por certificados de laboratorios y especificaciones técnicas, recomendaciones escritas de otras empresas o entidades que las hayan usado acompañados de garantías de calidad.

### **Materiales especificados por marca o similitud.**

Se especificará por marca o similitud aprobado, se requiere que la similitud se dé mediante certificados, folletos y garantías que demuestren igualdad en cuanto a durabilidad y acabado de materiales, dimensiones, rendimientos mecánicos, eficiencia y actuación, operaciones y controles.

### **Especificaciones ambientales generales.**

La reparación, reemplazo, ampliación y construcción de cualquier infraestructura financiada por el FISE, pueden producir efectos adversos sobre el medio ambiente si no se toman en consideración las medidas de mitigación necesarias.

Los impactos ambientales comúnmente asociados a los proyectos FISE son la contaminación del aire por generación de polvo, contaminación de cuerpos de agua por arrastre de sedimentos y mala disposición de excretas del personal y producción de desechos sólidos de construcción.

Estos efectos son generalmente de carácter temporal, con un área de influencia puntual o local, de intensidad variable, mitigables y prevenibles con la aplicación de normas y medidas sencillas.

El contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación ambiental durante la ejecución del contrato.

La violación de las siguientes normas es causa suficiente para la cancelación del contrato y el retiro o descalificación del contratista de la lista del FISE.

Disposición de Excretas. Si el sitio de las obras, no dispone de sistema sanitario que pueda ser utilizado por los trabajadores del contratista, el contratista deberá construir una letrina para este fin. El tipo de letrina a construir dependerá de la zona donde se ubicará.

Disposición de materiales y residuos sólidos. Se entienden por materiales y residuos sólidos, los residuos de construcción o fabricación, materiales removidos, los escombros, sobrantes de materiales, empaques de cemento, plásticos, madera, latas de pintura, varillas de hierro, ladrillos, bolsines fracturados, solventes de pintura, tejas y láminas de zinc, colochos y aserrín.

Para disponer adecuadamente de los materiales y residuos sólidos, se seguirán los siguientes pasos: Se recomienda en separar el papel y la madera, que puedan ser utilizados como combustible, la tierra sobrante de excavación que se pueda disponer como relleno, los metales y los plásticos que se puedan reciclar.

Los materiales y escombros no reciclables deben ser enviados a botaderos municipales, donde existan. De no existir botadero autorizado, los desechos sólidos deben ser enterrados en sitios aprobados por el ingeniero supervisor o quemados con autorización previa del supervisor. Los residuos de asbesto cemento no se deben fracturar.

El contratista no podrá directamente o a través de terceras personas, disponer estos residuos en sitios diferentes que los establecidos para ello y autorizados por el supervisor.

Por ningún motivo se permitirá botar los residuos en ríos o quebradas, calzadas, canales de aguas pluviales o cauces, cuerpos de agua o cualquier otro sitio donde puedan ser causa de contaminación del ambiente o deterioro del paisaje.

Residuos líquidos. Los residuos líquidos como grasas, aceites y pintura con base de aceite, se les deberá dar una disposición final de acuerdo a las

siguientes recomendaciones: las grasas y aceites se deberán almacenar en recipientes apropiados y podrán quemarse utilizándolos como combustible.

Esto produce emisiones de partículas como óxidos de azufre e hidrocarburos en forma temporal, pero es preferible que enterrarlas porque pueden contaminar los acuíferos y fuentes de agua potable. Las pinturas con base de agua se pueden botar sobre los escombros y dejar evaporar el agua.

Por ningún motivo se permitirá verter los residuos líquidos en ríos o quebradas, calzadas públicas, canales de aguas pluviales, cauces, cuerpos de agua o cualquier otro sitio donde puedan ser causa de contaminación del ambiente o deterioro del paisaje.

Residuos de tierra sobrante. Los residuos de tierra sobrante deben utilizarse, cuando sea posible como relleno, de lo contrario deberá disponerse como material sólido. Por ningún motivo, se permitirá botar los residuos en ríos o quebradas, calzadas públicas, canales de aguas pluviales o cauces, cuerpos de agua o cualquier otro sitio donde puedan ser causa de contaminación del ambiente o deterioro del paisaje. Apertura de zanjas. Las zanjas que se excaven para la instalación de las tuberías de agua potable o servida, tanques sépticos y pozos de absorción, deberán señalarse con cinta de color naranja internacional, para evitar accidentes.

El material excavado se deberá depositar al lado de la misma y cubrir con plástico durante la época lluviosa, para evitar el arrastre de material por la esorrentía. En época de sequía, se deberá humedecerse el material para minimizar la producción de polvo. Si el material excavado es inestable, se deberá entibar las zanjas independientemente de la altura. Si el material es estable, se entibará a partir de 2.50 metros. Aguas residuales y servidas.

Por ningún motivo se permite el estancamiento deliberado de aguas o el

vertido de estas directamente a cuerpos de agua.

Tala de árboles y reemplazo de estos. Si la tala de árboles es requerida para la construcción del proyecto, el contratista deberá contar con el permiso respectivo de MARENA. Para cada árbol derribado, se extraerá el tronco y la raíz. Se rellenará el hueco provocado por la eliminación del árbol. De acuerdo a la reglamentación de MARENA, por cada año que tenga el árbol derribado, se deberán sembrar tres arboles hasta un máximo de 25. Si el contratista, da negligencia en la ejecución del proyecto, tala más árboles diferentes a los contemplados en los planos y diseños del proyecto, deberá asumir la reposición dichos árboles y cumplir con la normativa establecida por MARENA.

Si las condiciones del terreno, no permiten la siembra del número de árboles requeridos el contratista podrá disminuir el número de estos con previa autorización del supervisor. Productos con plomo no será permitido, bajo ningún motivo, la utilización de productos que contengan plomo en los interiores de las infraestructuras verticales (pintura, etc.)

## **Especificaciones técnicas específicas**

### **Definiciones**

En cualquier parte de estos documentos que se usen los términos que se describen a continuación, su intención y significación deberán ser interpretadas de la manera siguiente:

**Propietario:** Alcaldía Municipal de San Lucas

**Ingeniero:** El ingeniero supervisor designado por la Alcaldía, para la supervisión técnica de la obra, actuando dentro del marco de las atribuciones que le serán confiadas.

**Contratista:** El oferente a quien este contrato es adjudicado por la alcaldía.

**Sub-Contratista:**

Cualquier empresa constructora, persona natural o jurídica seleccionada por el Contratista y aprobado por la alcaldía para efectuar una obra en particular o suplir bienes demandados por el trabajo.

**Fiador:** La compañía debida y legalmente autorizada para operar en Nicaragua, la cual adquiere obligación con y por el Contratista por el pago de todas las obligaciones para el desarrollo aceptable del trabajo requerido por este contrato.

**Laboratorio:** Cualquier laboratorio aprobado por el Supervisor para efectuar pruebas en los materiales que serán incorporados a la obra.

**Planos:** Los dibujos, planos, perfiles, cortes, esquemas suplementarios o reproducciones exactas de ellos, suplidos por la alcaldía y/o aprobados por el supervisor, que muestren la ubicación, carácter, dimensiones y detalles del trabajo que se ha de hacer.

**Especificaciones:**

Las direcciones, disposiciones y estipulaciones comprendidas en los documentos de contrato que establecen los métodos constructivos, calidad de insumos, bienes y servicios que serán suministrados por el contratista.

**Orden de Cambio:**

Un convenio escrito entre la alcaldía y el contratista, aprobado por el supervisor, el cual una vez debidamente ejecutado pasa a formar parte del contrato. Ordenes de cambio pueden comprender un aumento o disminución de obras, cambios en la ubicación de los elementos del sistema y/o en los pagos que se harán bajo el contrato.

**Aprobado, dirigido, requerido:**

En cualquier parte de las especificaciones o planos donde se usen las palabras "aprobado", "dirigido", u otras palabras que tengan el mismo significado, deberá ser entendido que se necesita la aprobación, dirección o requerimiento del supervisor.

**Preliminares.**

Una vez pasada la entrega del sitio del proyecto por el ingeniero encargado del seguimiento, al contratista, este será el encargado de la limpieza inicial, trazo y nivelación, construcciones temporales (si las requiere), demoliciones (si las requiere), fabricación de obras de madera (para la ejecución de la obra), instalación de servicios temporales (si se requirieran) y otros trabajos preliminares.

Esta etapa de la construcción es la que da inicio al proyecto, una vez recibido el sitio, dando además apertura al libro de bitácora. El contratista, antes de iniciar la obra, deberá examinar cuidadosamente todos los trabajos adyacentes, de los cuales depende esta obra, de acuerdo a las intenciones de

estas especificaciones informando por escrito al inspector de la obra cualquier condición que evite al contratista realizar un trabajo de primera calidad.

No se eximirá al contratista de ninguna responsabilidad por trabajos adyacentes incompletos o defectuosos, a menos que tales hayan sido notificados al supervisor por escrito y este los haya aceptado antes de que el contratista inicie cualquier parte de la obra.

### **Limpieza inicial**

El contratista debe ubicar el sitio del proyecto, los planos señalan los límites de la obra y especifican los árboles, arbustos plantas y objeto que deben conservarse, en caso contrario deberán ser indicados por el supervisor y por escrito en el libro de bitácora. Todos los objetos de la superficie y todos los árboles, troncos, raíces y fundaciones viejas de concreto, y cualquier obstrucción saliente, deberán ser quitados.

Todos los escombros no flamables como trozos de bloque, tejas, cubiertas de techo serán botados en el botadero municipal o donde el supervisor lo indique, no así trozos de materiales de asbesto cemento el que será enterrado a una profundidad de 1.20 metros previamente quebrando en trozos no mayores de 25 centímetros de diámetro; en caso que el nivel de aguas sub-superficiales sea menor a 1.20 metros de profundidad, el contratista los enterrará en un sitio donde el manto freático sea más profundo de 1.20 metros.

### **Ejecución de obra de captación y planta de tratamiento.**

En el sitio de captación, se construirá el dique de concreto reforzado con las dimensiones indicadas en los planos.

La planta de tratamiento que estará conformada por un cobertizo y equipos de

tratamiento, según detalle de planos estructurales.

Esta actividad requiere realizar movimiento de tierra y suministrar, instalar y construcción de, mampostería confinada, estructura de acero concreto reforzado.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de la construcción e instalación de la obra.

Si no se encuentra un subsuelo a la profundidad indicada en los planos de fundaciones con un soporte adecuado mínimo de 1.10 kg/cm<sup>2</sup>, el contratista notificará inmediatamente al Ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación.

Se depositará el material de relleno en capas horizontales no mayores de 15 cm de profundidad antes de su compactación. Se extenderá el relleno uniformemente y se compactará cada capa hasta su densidad seca máxima. Las áreas compactadas terminarán en una superficie razonablemente pareja y horizontal al nivel requerido. Este trabajo debe ser aprobado por el ingeniero antes de proceder con cualquier otra fase de la construcción sobre el trabajo de relleno.

Se deberá de realizar dos pruebas de compactación en el sitio de planta de tratamiento, la misma deberá de ser realizada por un laboratorio certificado. En el caso de la captación no se considera necesaria debido a que el lecho del río es rocoso.

## **Estructuras de mampostería.**

Este trabajo consistirá en el suministro, transportación y la construcción de estructuras de mampostería de piedra labrada, de piedra bolón seleccionada o de ladrillo de barro cocido (cuarterón), así como de partes de estructuras mixtas, de conformidad razonablemente ajustada con los alineamientos, niveles, pendientes, dimensiones y diseños que figuren en los planos o fueren ordenados por el ingeniero.

Todas las obras de mampostería deberán ser construidas por obreros experimentados, los que estarán sujetos a calificación. La clase de mampostería que se requiera para cada parte de una estructura estará indicada y descrita en los planos.

La colocación de cualquier tipo de mampostería no se deberá efectuar bajo lluvia, excepto si se utilizan métodos de protección que cubran todo el cuerpo de la construcción y el área de almacenamiento del mezclado y aun así, el trabajo solo podrá efectuarse usando los métodos de precaución que el ingeniero autorice. Sin embargo, dicho permiso y el empleo de los métodos prescritos, no relevan al contratista de su obligación de construir una estructura satisfactoria. Todo trabajo dañado a causa de las lluvias u otros elementos, deberá ser retirado y sustituido a cuenta del contratista. En tiempo caluroso o seco, la mampostería será protegida satisfactoriamente del sol y se mantendrá húmeda por un periodo de por lo menos 3 días.

## **Mampostería dimensionada**

Consistirá en mampostería de yacimientos de piedra, mina o cantera, colocada irregularmente y compuesta de piedras que tengan dos o más dimensiones (caras) indicadas en los planos.

La piedra deberá estar exenta de bordes salientes, oquedades o hendiduras, matas o arbustos, grietas, fisuras capilares, disminuciones de espesor, se limpiarán o lavarán si sus superficies tienen tierra, lodo o cualquier material extraño que afecte la adherencia, serán rechazadas si contienen grasas, aceites o si las materias extrañas no son removibles, así como las piedras intemperizadas o sujetas a intemperismo, serán rechazadas.

La piedra deberá ser trabajable para cortes planos o curvados, no deberán tener defectos o que hayan sido reparadas con cemento o mortero, estas serán rechazadas.

En caso de que en los planos no se indiquen las dimensiones de las piedras, estas se deberán suministrar en los tamaños y superficies necesarias para producir las características generales y el aspecto indicados en los planos.

Las superficies de las juntas deberán ser normales con las superficies de asiento, deberán ser perpendiculares respecto a las caras exteriores de las piedras, cuando menos en 5 cm.

De acuerdo a la práctica constructiva que se exige para la construcción de paredes de bloque, ladrillo cuarterón, piedra cantera u otro material indicado, esta debe presentar aplomo y escuadra en todos sus lados.

Bloque: Bloque hueco o sólido con características tales que permiten su uso para los sistemas constructivos de mampostería confinada y reforzada, con una resistencia de compresión mínima de 12.19 MPa (1 765 psi).

Mortero: El mortero para pega de la mampostería tendrá una proporción de 1:4, una parte de cemento y cuatro partes de arena, los que se deben pegar a los requisitos de la sección correspondiente.

Acero: El acero de refuerzo debe cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia de 40,000 lbs por pulgada cuadrada, de acuerdo a las

especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40. Todas las varillas deben estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

### **Concreto reforzado**

Este se ajustará a las especificaciones de concreto reforzado detalladas en el ítem de tanque de almacenamiento.

### **Zampeado.**

Este trabajo consistirá en la construcción de recubrimientos de piedras sin labrar sobre superficies horizontales o inclinadas para protegerlas contra la erosión, en conformidad sustancial con los alineamientos, rasantes, taludes, espesores y dimensiones y en los lugares mostrados en los planos o indicados por el ingeniero.

Los zampeados podrán ser secos (sin mortero) o juntados con mortero de cemento o morteros con cal hidratada.

Las piedras individuales a ser usadas deberán tener formas adecuadas para proveer protección estable a la superficie subyacente. En taludes con pendientes mayores de 2:1 no se podrán usar piedras redondeadas (“bolones” o cantos rodados) y en todo caso, será preferible el uso de piedras angulares. No será aceptable el uso de piezas chatas o en forma de aguja, a menos que el espesor sea mayor de 1/3 de su longitud.

Las piedras deberán ser sanas y resistentes a la intemperie y estar limpias; se lavarán si están cubiertas de tierra, arcilla u otra materia extraña lavable; serán rechazadas si están manchadas de grasa u otra materia extraña no lavable.

El zampeado para la protección de Taludes, hombros, entradas y salidas de alcantarillas variará en peso desde un mínimo de 12 kg hasta un máximo de 70 kg. Las piedras para zampeado de pilas, estribos, muros y obras similares, variarán en peso desde un mínimo de 25 kg hasta un máximo de 115 kg.

Arena. La arena para el mortero, deberá ser de grano duro, exenta de arcilla y materia orgánica. En caso de fuentes no autorizadas de previo, el ingeniero podrá ordenar las pruebas de laboratorio que considere necesarias.

La mezcla para el mortero tendrá una proporción de 1:5 con cemento portland, tipo uno, el que deberá ser humedecido con agua limpia y exenta de sales, el mortero se mezclará en máquina o a mano según convenga, en el segundo caso se debe hacer en un cajón o pileta, limpia y hermética. El mortero será usado dentro de los 30 minutos después de colocada el agua.

Antes de iniciar el colocado del zampeado se excavará, nivelará y compactará la superficie de desplante, con los alineamientos, pendientes, niveles y cortes mostrados en los planos o indicado por el ingeniero.

Las superficies del zampeado deben quedar al ras del terreno adyacente, las orillas exteriores y la parte superior, serán acomodadas para que la superficie empedrada quede embebida y al ras con el terreno adyacente. La superficie terminada del zampeado deberá ser uniforme, sin depresiones ni protuberancias, sin desviaciones de más de 5 cm con respecto al perfil indicado.

En el caso de zampeado para protección de fundaciones, la piedra será graduada de gruesa a fina, en la que se produzca una masa razonablemente compacta, con un mínimo de vacíos.

Todos los zampeados después de concluir el relleno de las juntas, se deberán mantener húmedos y protegidos del sol durante un mínimo de tres días.

### **Tanque de almacenamiento.**

A continuación, se listan los principales requerimientos a cumplir para la realización de estas obras.

Consiste en suministro de los materiales, mano de obra, equipo, herramientas y demás complementos para suplir el concreto reforzado para esta obra de acuerdo a las especificaciones subsiguientes y con los detalles que aparecen en los planos.

Excepto cuando se especifique de otra forma, el concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras de compresión por pulgada cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento portland tipo 1, sujeto a las especificaciones ASTM C-150.

El agregado fino será arena natural o manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las especificaciones ATM-C-33-59.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones ASTM-C-33-6IT.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuartos (3/4) del espaciamiento libre mínimo entre varillas de refuerzo según lo recomendado por la norma 613-54 del ACI.

El agua que se empleará en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia de 40,000 lbs por pulgada cuadrada, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

El cemento se almacenará en bodegas secas sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizará cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materias extrañas. Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

La limpieza, doblado, colocación y empalme del acero de refuerzo se harán de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-71 y 315-65 del ACI, y las especificaciones del CRSI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del

proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la fortaleza con alambre o tacos de concreto o piedra, y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce N° 16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

El ingeniero podrá autorizar la mezcla a mano en las partes de la obra de escasa importancia debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable mezclándose los materiales en seco hasta que presente un aspecto uniforme, agregando a continuación el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

La colocación ó vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las Normas 318-71, 605-59 y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua ó lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada directamente al concreto a menos que el ingeniero lo apruebe de otra manera. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro estructuras, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

Se hará una prueba de impermeabilidad al tanque la cual consiste en llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un periodo de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación, se dejará lleno el tanque por 72 horas más, no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 cm. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación.

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.50 cm, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

Este tipo de tanque, tendrá como accesorios complementarios: tubería de entrada y salida, tubería de limpieza y ventilación y tubería de rebose. Todo de acuerdo a lo indicado en planos y secciones anteriores.

### **Concreto ciclópeo.**

El concreto ciclópeo consistirá de un 70 por ciento de concreto de (140 kg/cm<sup>2</sup>) y un 30 por ciento de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla. La piedra para esta clase de obras tendrá un tamaño que pueda ser manejado por un hombre o por medio de un tecele, ser dura y sana.

Preferiblemente, la piedra deberá ser angulosa y con superficie áspera que le permita ligarse completamente con la masa de concreto a su alrededor.

La piedra deberá ser colocada sin dañar la formaleta o el concreto ya colocado y parcialmente fraguado. La piedra que tenga estratificaciones será colocada sobre su cara natural. Las piedras deberán ser lavadas y saturadas con agua antes de ser colocadas.

En muros o pilas cuyo espesor sea mayor de 60 cm se usarán piedras de tamaño manejable por un hombre y cada piedra deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos de 15 cm de espesor, a no menos de 30 cm de la cara superior ni a menos de 15 cm de un coronamiento.

Todo el interior del tanque será repellado y afinado y luego se cubrirá con un impermeabilizante.

### **Accesorios del tanque**

Para cada tanque, el Contratista deberá suministrar los accesorios que se muestran en los planos y que aquí se especifican:

#### **Respiradero**

El techo de cada tanque deberá estar provisto de una abertura de ventilación de conformidad al detalle mostrado en los planos. Consiste en tubería de material PVC o HoGo del diámetro indicado, formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino. Este tubo de ventilación será colocado al centro de la tapa superior del tanque.

### **Tubo de entrada**

Cada tanque deberá estar provisto de un tubo de entrada. La tubería de entrada es de HoGo del diámetro especificado, que anterior a su entrada está provista de una válvula de compuerta de bronce y posterior a su entrada, de una válvula de boya de igual material y diámetro.

### **Tubo de salida**

Consiste en tubería de HoGo del diámetro especificado, situada a 0.05 m sobre el fondo y provista de una válvula de pase de bronce del mismo diámetro del tubo.

### **Tubo de limpieza**

Es de hierro galvanizado del diámetro especificado, ubicada en el fondo con una pendiente del 2% hacia la salida. Su operación se efectuará mediante una válvula de bronce del mismo diámetro.

### **Rebosadero**

Cada tanque deberá tener un rebosadero de conformidad a los detalles y dimensiones que se indican en los planos. Consiste en tubería de HoGo del diámetro especificado, unida a la tubería de limpieza a través de un codo de 90 grados y una tee del mismo diámetro y material.

### **Línea de conducción y red de distribución**

#### **Trazado y nivelación:**

Las líneas bases, puntos topográficos de referencia, y los elementos de control necesarios para determinar la indicación y elevación del trabajo en el terreno, están mostrados en los planos o serán suministrados por el ingeniero. El

contratista trazara su trabajo partiendo de las líneas bases y bancos de nivel o puntos topográficos de referencia establecidos en el terreno y de las elevaciones indicadas en los planos, siendo responsable por todas las medidas que así tome.

El contratista será responsable por la ejecución del trabajo en conformidad con las líneas y cotas de elevación indicadas en los planos o establecidas por el ingeniero.

El contratista tendrá la responsabilidad de mantener y preservar todas las estacas y otras marcas hasta cuando el Ingeniero supervisor lo autorice para removerlas.

En caso de negligencia del contratista o de sus empleados que resultare en la destrucción de dichas estacas, antes de su remoción autorizada, el contratista las reemplazará si así lo exigiere el ingeniero supervisor.

Los bancos de nivel y las niveletas deberán ser cuidadosamente conservados por el contratista hasta la aceptación final del trabajo, y si son destruidos o aterrados, su relocalización o construcción será hecha por cuenta del contratista.

Cualquier trazado erróneo será corregido por el contratista por su cuenta, en caso que haya obras construidas, erróneamente será perdida para el contratista.

Para evitar errores en el trazado de las obras el contratista colocara las suficientes niveletas sencillas, así como dobles en los lugares donde se formen vértices en la construcción, indicando los niveles tomando como referencia los puntos indicados en el plano o indicados por el ingeniero supervisor.

En caso que el contratista, encontrare errores en el nivel del punto de referencia, lo indicara por escrito en el libro de bitácora, antes de comenzar

cualquier obra; el supervisor contestara de la misma manera indicando el nivel correcto; en caso que el contratista haya incurrido en avances de obras con niveles incorrecto de las terrazas correrá por cuenta de la corrección de la obra.

Para el trazado de las obras el contratista usará niveletas de madera o metálicas, de cuartones de 2"x2" y 0.50 metros de alto con reglas de 1"x3" debidamente acepillada el canto superior donde se referirá el nivel. Las niveletas sencillas llevarán dos cuartones de apoyo de la regla del nivel espaciados a 1.10 metros, para niveletas dobles serán tres cuartones espaciados a 1.10 metros, pero formando ángulo recto, la madera podrá ser de pino o madera blanca.

El contratista será responsable de proteger de daños todas las líneas, niveles y puntos de referencia y si se destruyen deberán ser reparados y repuestos por su cuenta, notificando al supervisor, cuando el trazo este sustancialmente terminado se solicitará si puede eliminarlos.

El contratista para hacer el trazo y nivelación, antes tiene que verlas condiciones del terreno.

Es igualmente obligación del contratista notificar al dueño por medio del supervisor, sobre las condiciones inesperadas o sospechosas que se detecten en el terreno durante el proceso de la construcción.

## **Portones y cercado general**

### **Alcances**

Se construirán conforme a lo indicado en los planos de predios de pozos.

El trabajo a ejecutarse bajo este rubro comprende el suministro de equipo, herramientas, mano de obra, transporte y materiales necesarios para llevar a

cabo la construcción e instalación de cercas perimetrales y portones, en los sitios y dimensiones indicadas en los planos y de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones.

### **Materiales**

En el predio de captación y PTAP y tanque, se construirán cercos perimetrales y portones que serán de alambre de púas de 66lbs, en rollos de 12.5 x 300vrs, Se deberá utilizar # 13 galvanizado.

En cerco y portones, los postes serán de madera rustica de 2.50m de alto, irán enterrado 0.8m en bloques de concreto simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> y sobresaldrá 1.7m, el cerco se compondrá de 10 hileras de alambres de púas distanciadas a cada 0.20m, los postes estarán ubicados a cada 2.50m uno del otro.

### **Instalación**

La cerca quedará conformada según el alineamiento y dimensiones mostradas en los planos. Las columnas deberán quedar perfectamente verticales y el alambre bien tenso. Todas las columnas irán separadas a 2.50m y enterradas por lo menos 0.8m. El portón de acceso será de 3 metros, y su construcción se hará de acuerdo con lo indicado en los planos.

### **Especificaciones electromecánicas**

Cada oferente deberá presentar con su oferta, la información técnica que a continuación se detalla, incluyendo dibujos con dimensiones de las diferentes partes del equipo.

### **1.1.- Bomba de pozo No.1**

- a) Tipo de bomba: sumergible
- b) Potencia requerida 20HP
- c) Caudal en el punto de carga de diseño: 90GPM
- d) Carga total dinámica en el punto de caudal de diseño 136.98m
- e) Eficiencia en el punto de operación de diseño: 75%

### **1.2.- Bomba de pozo No.2**

- f) Tipo de bomba: sumergible
- g) Potencia requerida 7.5HP
- h) Caudal en el punto de carga de diseño: 25GPM
- i) Carga total dinámica en el punto de caudal de diseño 196.47m
- j) Eficiencia en el punto de operación de diseño: 75%

### **1.2.- Variaciones**

Se aceptarán variaciones con respecto a las especificaciones anteriores, siempre que el oferente explique y justifique las variaciones propuestas.

## **2.- Bomba, tubería y cable**

### **2.1.- Bomba Sumergible**

Los equipos de bombeo sumergibles, considerado como la bomba con su motor eléctrico deberá tener el diámetro especificado, siendo las características de operación las siguientes:

#### **Equipo No.1**

Caudal: 90gpm

Carga total dinámica: 136.98m

Descarga: de 3"

## **Equipo No.2**

Caudal: 25 gpm

Carga total dinámica: 196.17m

Descarga: de 2"

Los tazones de la bomba podrán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o de hierro fundido de grano fino, y tener una resistencia mínima a la tensión de 30,000 psi, por lo que el material que se seleccione para la construcción de los tazones debe estar en relación directa con la carga total dinámica de la bomba. Deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto, haber sido maquinado con precisión y ajustados a dimensiones exactas.

Si los tazones fuesen de hierro dúctil o hierro fundido, los pasajes de agua estarán recubiertos por esmaltes de porcelana para reducir al mínimo las pérdidas por fricción.

Los impelentes deben ser del tipo cerrado, de acero inoxidable o de bronce, conforme las normas ASTM 584, con aleación C-83800 o SAE-40. Así mismo, deben estar balanceados tanto estáticamente como dinámicamente y estar asegurados al eje de la bomba mediante bujes cónicos de acero inoxidable, clase 416 SS. Se debe especificar en la oferta el diámetro exacto de los impelentes.

El eje de la bomba debe ser de acero inoxidable A-582, clase 416, torneado y pulido. Debe ser rectificado antes de armarse la unidad impulsora.

La unión de la bomba con el motor debe ser tipo NEMA. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba. En la oferta se deberá especificar claramente los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con

la curva de operación, la cual será ploteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que irá acoplada.

Se requiere que la bomba sea seleccionada en el punto de máxima eficiencia o ligeramente a la derecha del punto de máxima eficiencia.

El accesorio de unión entre el motor debe ser de un material anticorrosivo capaz de transmitir y soportar la torsión y el empuje de la unidad de ambas direcciones sin sufrir deformación alguna. Se requiere que sea del tipo NEMA.

Además, esta unión debe venir acompañada del acople que une el eje de la bomba con el rotor del motor, así como de una tamiz o colador metálico que evite la entrada de materiales sólidos cuya área libre sea por lo menos tres veces el área del ojo de succión del impulsor.

El motor sumergible debe tener doble sello de hule para evitar que entre agua contaminada y/o arena en su interior. No se permitirá la utilización de sello mecánico para lograr este objetivo.

El cojinete de carga del motor podrá ser del tipo balinera o del tipo kinsbury con amplia capacidad para soportar los empujes ascendentes o descendentes de la carga hidráulica a que será sometido. En la oferta se deberá especificar claramente la capacidad de los cojinetes del motor.

El motor será del tipo estator húmedo, rebobinable, con las siguientes características eléctricas: trifásicos, 60 Hz., 220 voltios y 3450 revoluciones por minuto a plena carga. El motor será arrancado a voltaje reducido tipo auto transformador.

El cable de salida del motor debe medir al menos, dos veces la longitud del cuerpo de la bomba.

## **2.2.- Tubería de columna para bomba sumergible.**

La tubería de columna o de descarga será de hierro galvanizado, cédula 40, siendo suministrada en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte. Las roscas de los tubos serán del tipo NPT.

Con las ofertas se debe especificar la procedencia, el nombre del fabricante, tipo de material y todas las dimensiones de las tuberías.

## **2.3.- Cable eléctrico sumergible**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser adecuado para instalaciones que están en contacto con el agua.

Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule (rubber insulated); también los tres conductores, en conjunto, deben estar recubiertos por un forro de hule de alta resistencia mecánica y de gran aislamiento eléctrico.

Estos cables deben ser de tres guías, para condiciones de servicio de 600 voltios y 90 grados Celsius. Además, deben tener aislamiento resistente a la humedad.

## **2.4.- Codo de descarga**

El codo de descarga requeridos es un plato soporte con espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

Dicho codo tendrá agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor, así como la introducción de tubería PVC de una pulgada. Esta última será utilizada como tubo piezométrico.

En el plato de soporte deben fijarse dos aros, de pulgada y media de diámetro cada uno, lo suficientemente resistente para izar todo el equipo de bombeo, incluyendo la tubería de columna llena de agua, la cual tendrá una longitud igual a la carga total dinámica especificada en la forma de oferta.

La tubería de columna irá roscada directamente al codo de descarga.

### **3.- Conexión de bomba**

#### **3.1.- Tuberías y accesorios de HoGo.**

Se suministrará la tubería de hierro galvanizado del tipo standard, debiendo ajustarse a las especificaciones y características siguientes:

a) ASTM 120-65 con galvanizado de acuerdo con ASTM A-90-39.

b) La tubería de hierro galvanizado deberá ser suministrada en longitud de 6 metros, con rosca standard en cada extremo. Un acoplamiento consistente en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse en el extremo del tubo.

#### **3.2.- Medidor maestro**

Deberán cumplir con las normas AWWA C-797-70, teniendo medición de velocidad con hélice propulsada, esfera seca y lectura con rodillos de cifras saltantes.

El totalizador deberá tener por lo menos seis rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de las centésimas de m<sup>3</sup> (10 litros) podrá ser realizada mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en un círculo dividido en diez partes iguales o mediante un séptimo rodillo de cifra.

La totalización máxima será de 100,000 m<sup>3</sup>, mientras que la lectura mínima será de diez litros.

La transmisión será magnética, con capacidad para medir caudales menores de 60 gpm. Las conexiones del medidor maestro tendrán de unión solidaria a la caja y provistas de bridas del tipo redondo conforme ASA B.16.1-1960 clase 125. Cada boca traerá su respectivo compañero de brida (companion flange) provisto de rosca hembra IP según ASA B.2.1-1960.

Los ejes, piñones y cojinetes del tren de engrase, estarán constituidos de materiales durables y anticorrosivos. Los piñones estarán sujetos, engranarán completamente entre sí y se deslizarán libremente.

Los cojinetes estarán afianzados de tal manera que no podrán abandonar su posición y serán fácilmente reemplazados.

Se requiere que el medidor presente las siguientes marcas:

- a) Tamaño nominal en ambos lados de la caja y fundido en el alto relieve.
- b) Dirección de la corriente en ambos lados de la caja, siendo fundidos en alto relieve.
- c) Marca abreviada del fabricante con el número de fabricación en la tapa o en la cabeza.
- d) Sentido de la regulación fundido en alto relieve.

Deberán estar provistos de dispositivos para sello de alambre y será accesible desde el exterior sin necesidad de desarmar el contador.

Deberá tener tapa protectora de bronce que cubra el cristal y rebatible 180°.

### **3.3.- Válvulas de compuerta con bridas**

Las válvulas serán fabricadas conforme a las normas AWWA C-500-71 con hierro fundido que cumpla la norma ASTM A-126, con compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástagos de bronce no levadizo y cierre en el sentido de las manecillas del reloj.

Las válvulas vendrán provistas de rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos según especificaciones AWWA C-270 Clase 125, con los respectivos compañeros de brida de acero.

Serán diseñadas para soportar una presión de trabajo no menor de 200 psi.

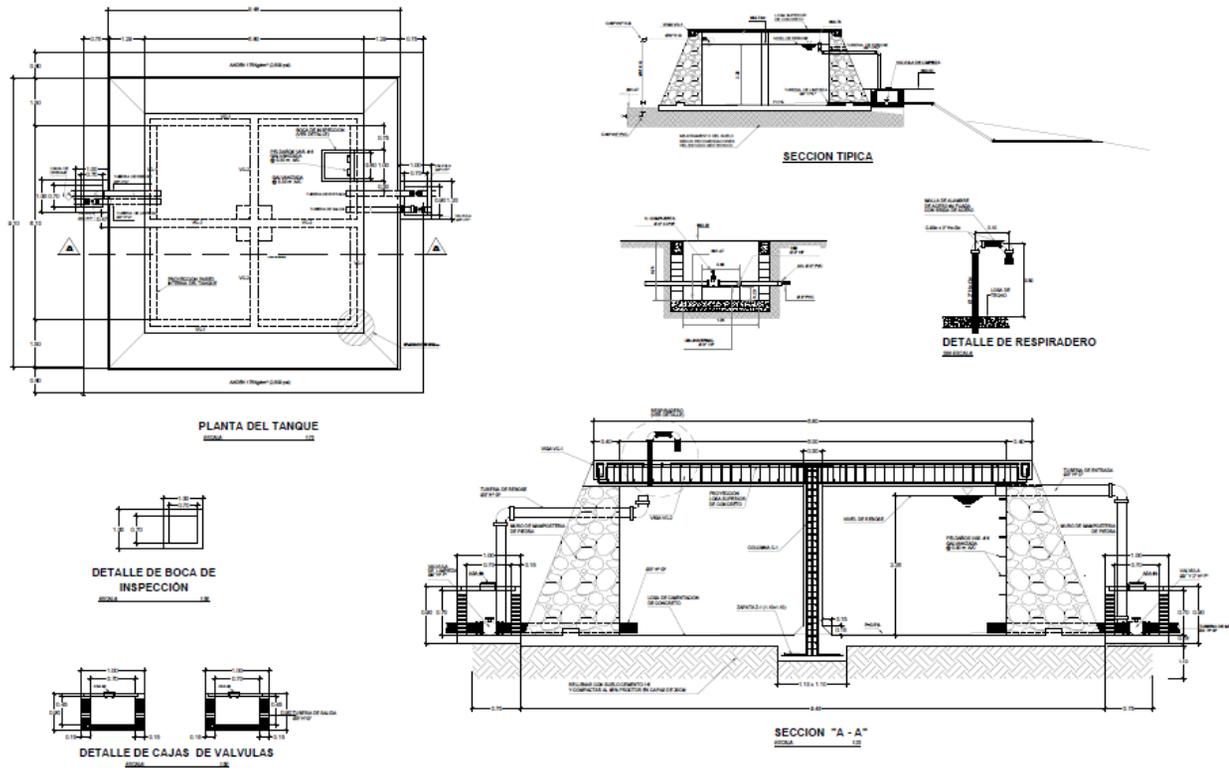
### **3.4.- Válvulas de retención horizontal**

Serán del tipo de retención clapeta, con construcción similar a la FA-2600-6-01 del catálogo número G-931 LEW del catálogo Stockman número 57. Llevarán colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica y la fecha indicando el sentido de la corriente. Tendrán especificaciones AWWA C-207 Clase 125 con sus respectivos compañeros de brida de acero.

Vendrán además provistas de palanca exterior para accionar la clapeta con contrapeso susceptible de regulación. La mínima presión de trabajo será de 175 psi. Deberán venir provistas de by pass para la pre lubricación de la bomba.

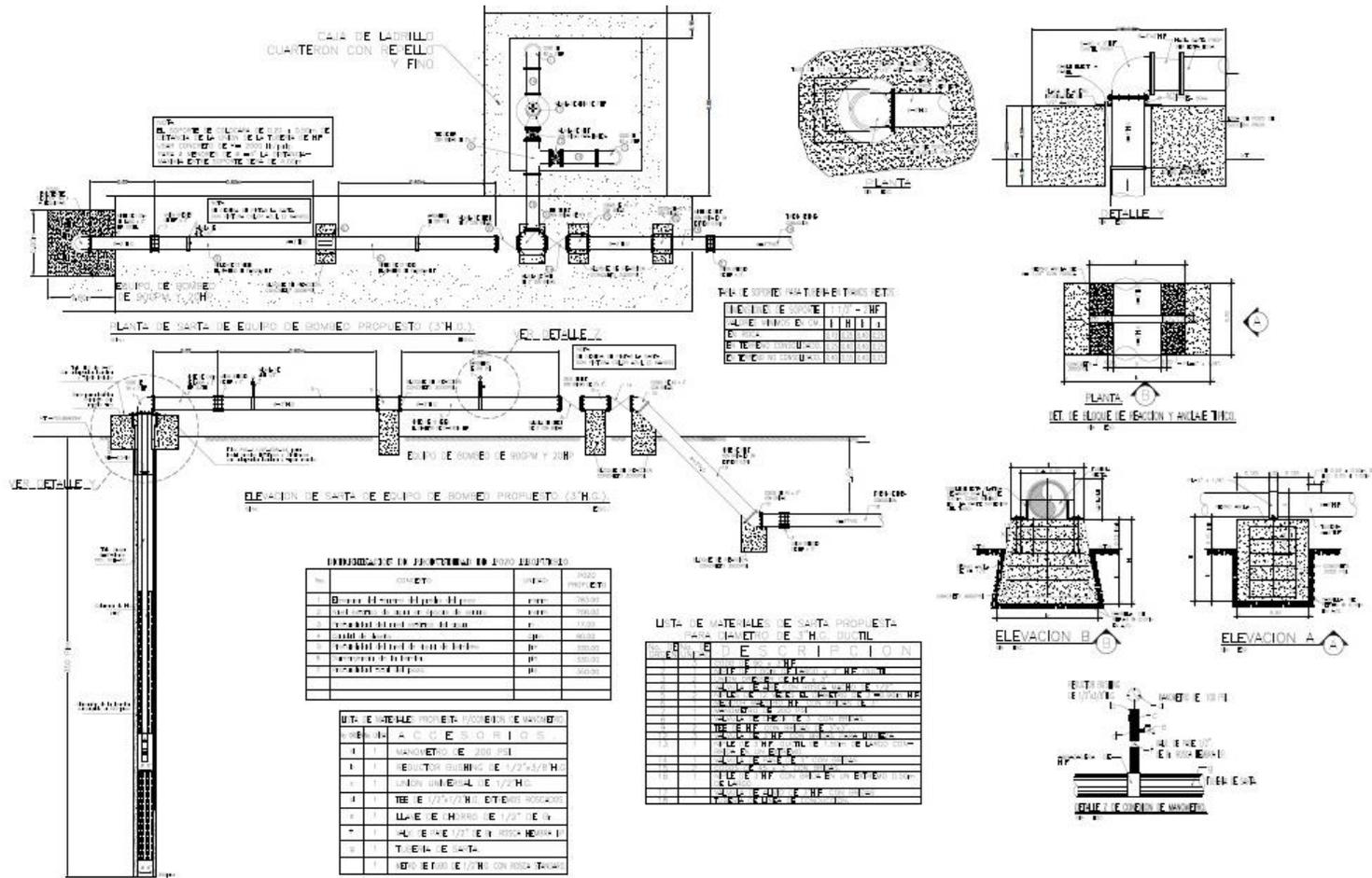
## Anexo 14. Planos constructivos.

### Plano 1. tanque de almacenamiento.





### Plano 3. Detalles generales de fuente de abastecimiento, SARTA de bombeo.



## **II. ACRONIMOS**

ACI: American Concrete Institute

ASTM: American Society for Testing and Materials

CAPRE: Comité Coordinador Regional del Instituto de Agua y Saneamiento de  
Centro América, Panamá y República Dominicana

CAPS: Comités de Agua Potable y Saneamiento

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

ENDESA: Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud

EDA: Enfermedades Diarreicas Agudas

IDH: Índice de Desarrollo Humano

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

INIDE: Instituto Nacional de información de desarrollo

MAG: Mini Acueducto por Gravedad

MABE: Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico

MCT: Ministerio de Construcción y Transporte

MINSA: Ministerio de Salud

MTI: Ministerio de Transporte e Infraestructura

ONG: Organismos no Gubernamentales

ONU: Organización de Naciones Unidas

OMS: Organización Mundial de la Salud

PC: Pozos Comunales